

Misturas de Herbicidas Contendo Glyphosate: Situação Atual, Perspectivas e Possibilidades

Jamil Constantin e Rubem Silvério de Oliveira Jr.

1. Introdução

O glyphosate é o herbicida mais utilizado e mais estudado em todo o mundo, em função de sua vasta utilização na agricultura. No Brasil, onde a agricultura representa uma das atividades econômicas de maior relevância, sua importância é ampla e indiscutível.

Espera-se, para os próximos anos, um aumento do uso de glyphosate na agricultura do país, entre outros motivos, pela agregação de novas áreas de plantio, pelo aumento de áreas sob plantio direto, pela conversão de áreas de pastagens em cultivos de cana e pela difusão do uso de culturas geneticamente modificadas para resistência ao glyphosate.

Em função da diversidade de culturas e situações nas quais é utilizado, o glyphosate pode ser usado em misturas com outros herbicidas. Com o número de herbicidas registrados para uso no Brasil, o universo de possibilidades de combinações de misturas é quase infinito.

Dada a impossibilidade de prever o comportamento de cada uma das misturas possíveis, este trabalho buscou levantar as informações mais recentes disponíveis na literatura nacional e internacional que apresentassem relevância para o nosso cenário. São abordados aspectos importantes relacionados não só ao controle de plantas daninhas, mas também à seletividade para as culturas, com maior ênfase à soja. A análise das informações disponíveis permitiu a emissão de conclusões relevantes que, embora representem apenas a opinião pessoal dos autores, são subsidiadas pelo corpo do texto.

Espera-se rápido aumento da área cultivada com soja geneticamente modificada para resistência à glyphosate no Brasil. Cultivares resistentes ao glyphosate oferecem aos agricultores a flexibilidade de controlar um amplo espectro de plantas daninhas em soja. Apesar dos custos mais altos associados à aquisição de sementes, os custos associados ao controle de plantas daninhas podem ser diminuídos (Heatherly & Spurlock, 2005).

É interessante mencionar o trabalho de percepção de opiniões elaborado por Culpepper (2006). Vários cientistas da área de Ciência das Plantas Da-

ninhas foram questionados sobre mudanças na composição das infestações de plantas daninhas em áreas de culturas RR. Dados de 2003: no caso do milho RR, este ocupa 15% da área total da cultura; para algodão, é cerca de 90% e para a soja é de 88%. Os dois últimos apresentam tendência de estabilidade com relação à área plantada, ao passo que para o milho a tendência é de rápido aumento da área plantada. Embora não tenham sido observadas mudanças na flora infestante do milho RR, em função do menor tempo de adoção desta tecnologia, estas mudanças já foram observadas para as áreas de soja e algodão.

No caso do algodão RR, *Amaranthus*, *Commelina*, *Ipomoea* e *Cyperus*, assim como gramíneas anuais estão se tornando mais problemáticas. De forma similar ao algodão, espécies de *Ipomoea* e *Commelina* estão se tornando mais problemáticas nas áreas de soja RR. Além disto, em soja RR, várias espécies anuais de inverno como *Amaranthus rudis* e *Amaranthus tuberculatus*, e diversas espécies de *Chenopodium* têm se tornado mais problemáticas.

Cientistas recomendaram as seguintes estratégias para ajudar o manejo das mudanças da composição de plantas daninhas: herbicidas em misturas com glyphosate; rotações de herbicidas com outros herbicidas diferentes do glyphosate; rotação com culturas convencionais (não resistentes ao glyphosate) e maior utilização de herbicidas aplicados ao solo.

2. Misturas de Herbicidas Contendo Glyphosate Visando a Dessecação

Monquero et al. (2004) demonstram que os mecanismos de tolerância de *Commelina benghalensis* ao glyphosate são a absorção diferencial e o metabolismo do herbicida pela planta daninha. Em *Ipomoea grandifolia*, a tolerância ocorre devido à menor translocação do herbicida, não havendo evidências de metabolismo diferencial do herbicida por esta planta daninha. Estes resultados ratificam a idéia de que, para efetivo controle destas plantas daninhas, a associação com outros herbicidas pode ser uma alternativa muito importante.

Uma das táticas utilizadas na redução da interferência inicial das plantas daninhas sobre a cultura da soja tem sido a mistura de produtos com efeito residual aos herbicidas utilizados em manejo. Isto se deve principalmente a dois fatores: o primeiro relacionado ao fato de que o principal fluxo de emergência plantas daninhas concentra-se nos quinze primeiros dias após a emergência da cultura (Pereira et al., 2000); o segundo, à conclusão de que o período anterior à interferência na cultura da soja varia entre 11 e 17 dias após a emergência (Meschede et al., 2002, 2004), o que evidencia a necessidade de um controle efetivo de plantas daninhas neste período inicial do ciclo da cultura.

Gazziero (2003) concluiu que as misturas de glyphosate com diclosulam ou cloransulam são viáveis para o manejo de espécies de difícil controle tais como *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla*. No mesmo trabalho, constatou-se que a mistura de glyphosate com carfentrazone também pode ser uma importante alternativa no controle de *Commelina benghalensis* em soja transgênica. Os resultados finais permitiram inferir que o uso de herbicidas utilizados em soja convencional, que apresentem ou não efeito residual, associados ao glyphosate, pode representar uma alternativa ao agricultor na soja geneticamente modificada. No entanto, o estudo destas misturas deve ser aprofundado para que se possa obter os benefícios esperados.

2.1 Misturas envolvendo 2,4-D

Suwunnamek & Parker (1975) estudaram o efeito de glyphosate isolado ou em misturas com outros herbicidas ou com outras substâncias no controle de tiririca. Concluíram que a maioria dos herbicidas tende a apresentar efeitos antagonísticos com glyphosate, especialmente os inibidores da fotossíntese. Por outro lado, o 2,4-D e os aminotriazoles mostraram efeitos aditivos e às vezes sinérgicos. Maior efeito de choque foi obtido com misturas com sulfato de amônio em doses de 1,25 a 10 kg ha⁻¹. Outros compostos que causaram ativação quase igual foram fosfato de amônia, fosfato de butil-amônia e uréia.

Misturas em tanque de glyphosate com dicamba, 2,4-D e bromoxynil reduziram a fitotoxicidade de doses consideradas eficientes para o controle de três espécies (*T. aestivum* – trigo, *Hordeum vulgare* – cevada e *Avena fatua* – aveia silvestre). Com doses crescentes dos herbicidas para controle de espécies de folhas largas (FL) relacionadas com uma dose fixa do glyphosate, houve uma tendência geral em direção ao antagonismo. Aumentos da dose de glyphosate em misturas contendo uma dose fixa de herbicidas para FL superaram o antagonismo. Não houve redução na fitotoxicidade de glyphosate para gramíneas anuais quando o 2,4-D ou bromoxynil foram aspergidos sequencialmente após vários períodos em relação ao glyphosate. Quando gotículas de bromoxynil e glyphosate foram colocadas lado a lado na folha, a fitotoxicidade de glyphosate não foi reduzida, ao passo que quando os dois herbicidas foram misturados em uma única gotícula, considerável redução da fitotoxicidade do glyphosate ocorreu. Estes resultados sugerem que a redução na fitotoxicidade de glyphosate causada pela mistura em tanque com herbicidas como 2,4-D, bromoxynil e dicamba pode ocorrer devido tanto à incompatibilidade física quanto química dentro da mistura, mais do que devido a interações biológicas nas plantas (O'Sullivan & O'Donovan, 1980).

Trabalhos anteriores desenvolvidos por Flint et al. (1988) indicam que a formulação e a dose de 2,4-D também influenciam o grau de antagonismo e a toxicidade do glyphosate para *Sorghum halepense*.

A mistura de glyphosate + 2,4-D foi um dos tratamentos mais eficientes (>95%) no controle de algumas plantas daninhas anuais de inverno importantes no sul dos Estados Unidos, como *Bromus tectorum*, *Aegilops cylindrica* e *Conyza canadensis* (Wiese et al., 1995).

Segundo Stone et al. (2005), a mistura (formulada) de glyphosate+2,4-D foi a única a resolver o problema de infestações de *Convolvulus arvensis* em campos de trigo, tanto pela aplicação da mistura antes do plantio quanto pela aplicação após a colheita, no final do ciclo de plantio.

No Brasil, uma série de trabalhos também têm sido conduzidos com o objetivo de estudar o comportamento de misturas contendo 2,4-D.

A losna (*Artemisia verlotorum*) é uma planta daninha com alta capacidade de rebrota de seus rizomas e tolerante à maioria dos herbicidas, principalmente os de contato, o que dificulta consideravelmente o seu controle químico e mecânico. Áreas naturalmente infestadas com esta planta foram tratadas com glyphosate e 2,4-D, em diferentes doses combinadas entre si, por Brighenti et al. (1994). O glyphosate foi mais eficiente que o 2,4-D. O 2,4-D não apresentou efeito sobre a losna aos 90 dias após sua aplicação. O glyphosate apresentou efeito mais prolongado que o 2,4-D, reduzindo o número de plantas vivas até os 90 dias após sua aplicação e as doses intermediárias proporcionaram um controle mais eficiente da losna em detrimento do uso de doses mais elevadas. Os valores máximos alcançados pelas características avaliadas na cultura do trigo coincidiram com a aplicação de doses intermediárias, que proporcionaram o melhor controle da losna. Maior rendimento do trigo (3787 kg ha⁻¹) foi obtido quando se efetuou a aplicação da mistura de 0,721 kg ha⁻¹ de glyphosate com 1,152 kg ha⁻¹ de 2,4-D.

Um dos herbicidas mais utilizados para o controle de plantas daninhas em pós-emergência nos pomares cítricos paulistas é o glyphosate. No entanto, este herbicida aplicado isoladamente e nas doses recomendadas, tem proporcionado seleção de *Commelina virginica*, devido à grande tolerância da mesma, somada à eficiente eliminação das demais espécies da comunidade infestante. Pesquisa realizada por Ramos & Durigan (1996) em pomares de citros da região de Catanduva, SP, demonstrou que este problema pode ser solucionado com aplicações de misturas prontas de glyphosate+2,4-D. Assim, a análise dos resultados obtidos mostrou que a mistura pronta de glyphosate + 2,4-D apresenta um controle superior da trapoeraba em relação aos produtos aplicados isoladamente, não havendo diferenças significativas no controle para doses superiores a 0,60 + 0,80 kg i.a. ha⁻¹. Os dados obtidos reforçam a teoria de sinergismo entre os dois produtos. Em nenhum dos tratamentos foram verificados sintomas visuais de intoxicação nas laranjeiras.

Para avaliar doses do glyphosate, isolado ou misturado com 2,4-D, na dessecação de campo nativo para semeadura direta de aveia, Ferri & Eltz

(1998) conduziram, durante o ano de 1996, um experimento em Santa Maria, RS. Foram avaliados os seguintes tratamentos: glyphosate a 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹ de equivalente ácido, isolado ou misturado com 320 g ha⁻¹ de 2,4-D éster, aspergidos no volume de calda de 100 L ha⁻¹, além de testemunha sem controle. Observaram que a adição do 2,4-D ao glyphosate não prejudicou nem melhorou o controle de *Paspalum maculosum*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum nicorae*, *Paspalum notatum* var. *notatum* biótipo "A", *Paspalum pumilum* e *Vernonia nudiflora* pelo glyphosate.

Ramos & Durigan (1998) também observaram que a mistura de 2,4-D ao glyphosate não afetou a eficiência deste herbicida.

Oliveira et al. (2002) constataram que a adição de glyphosate ou diuron a doses crescentes de 2,4-D aumentou o controle de *Commelina benghalensis* e *Triopogandra diuretica*, sendo que o mesmo não aconteceu para *Commelina erecta*, para a qual o 2,4-D isolado proporcionou 100% de mortalidade das plantas.

Santos et al. (2002) avaliaram tratamentos com glyphosate e 2,4-D, aplicados isolados ou em mistura em tanque. Concluíram que, embora a eficiência individual dos produtos seja maior para o 2,4-D, a mistura entre ambos é superior a qualquer um dos herbicidas utilizados isoladamente. Em *C. benghalensis*, 2,4-D proporcionou controle excelente (>91%) a partir de 167,5 g ha⁻¹ na presença de glyphosate e a partir de 335 g ha⁻¹ na ausência de glyphosate. Em *C. diffusa*, 2,4-D proporcionou controle excelente a partir de 670 g ha⁻¹, tanto na presença quanto na ausência de glyphosate. No entanto, somente a mistura de 2,4-D+glyphosate a 1005 + 720 g ha⁻¹ provocou 100% de controle desta espécie, verificando-se rebrota das plantas nos outros tratamentos. Nas condições dos experimentos, *C. benghalensis* mostrou-se mais suscetível que *C. diffusa* ao herbicida 2,4-D aplicado isoladamente ou em mistura com o glyphosate.

No trabalho conduzido por Bueno et al. (2006), verificou-se que as dessecações antecedendo o plantio da soja RR foram mais eficientes no controle de *Commelina benghalensis* quando se realizou a mistura de glyphosate com 2,4-D, a qual foi superior às misturas de glyphosate com flumioxazin ou chlorimuron. Aliando-se dessecação e efeito residual, o melhor controle de *C. benghalensis* ocorreu no tratamento onde se adicionou diclosulam no momento da realização da dessecação pré-plantio.

Em trabalho semelhante conduzido por Nonino et al. (2006), observou-se o mesmo resultado no controle de *C. benghalensis* quando da mistura de glyphosate+2,4-D+diclosulam, sendo que o controle de *Ipomoea spp.*, *Euphorbia heterophylla*, *Tridax procumbens*, *Richardia brasiliensis*, *Rhynchelistrum repens*, *Boerhaavia difusa* e *Bidens pilosa* também foram melhorados.

A eficiência da mistura de glyphosate+2,4-D foi considerada elevada no controle de *C. benghalensis* no trabalho de Fernandes et al. (2006) de dessecação antecedendo a semeadura direta da soja.

2.2 Misturas envolvendo metsulfuron e imazapyr

Kudsk & Mathiassen (2003) estudaram o efeito de 73 combinações possíveis de misturas de glyphosate, glufosinate, metsulfuron e imazapyr, sobre o controle de *Sinapsis arvensis* e *S. alba*. As misturas de glyphosate+imazapyr e glyphosate+metsulfuron apresentaram tendência de sinergismo pelo modelo aditivo. O sinergismo foi mais pronunciado com produtos comerciais do que com o glyphosate técnico, sugerindo que a presença de constituintes da formulação comercial do glyphosate seriam os responsáveis pelos efeitos sinérgicos.

Por outro lado, na mesma cultura, no Brasil, Alcântara & Silva (2002) constataram que as misturas de metsulfuron com glyphosate ampliaram o espectro de controle do glyphosate em pós-emergência e apresentaram efeito residual.

2.3 Misturas envolvendo carfentrazone, flumioxazin e butafenacil

Em relação aos herbicidas carfentrazone e flumioxazin, grande parte da informação disponível está relacionada a trabalhos desenvolvidos no Brasil, principalmente em função da eficácia que estes produtos apresentam para o controle de espécies importantes do complexo de plantas daninhas das nossas culturas, como *Ipomoea grandifolia*, *Commelina spp.*, *Alternanthera tenella*, *Richardia brasiliensis*, *Tridax procumbens* e *Spermacoce latifolia*.

Ronchi et al. (2002a) desenvolveram pesquisa que teve como objetivo avaliar a eficácia do herbicida carfentrazone-ethyl, isolado ou associado ao glyphosate e ao glyphosate potássico, no controle de duas espécies de plantas daninhas conhecidas como trapoeraba: *Commelina diffusa* e *Commelina benghalensis*. Concluíram que a *C. diffusa* foi mais tolerante do que *C. benghalensis* ao carfentrazone-ethyl e às suas misturas com glyphosate e glyphosate potássico. As diferentes formulações de glyphosate promoveram controle ruim (inferior a 30%) de ambas as espécies de trapoeraba, tendo a adição de carfentrazone-ethyl em mistura em tanque melhorado substancialmente o controle destas infestantes.

Outro experimento (Ronchi et al., 2002b) foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência de misturas de herbicidas no controle de duas espécies de trapoeraba, *Commelina diffusa* e *Commelina benghalensis*. Os resultados demonstraram que os tratamentos mais eficientes no controle das trapoerabas foram as aplicações sequenciais, com intervalo de 21 dias, de (paraquat + diuron) / (carfentrazone-ethyl+glyphosate) e de (paraquat+diuron) / (paraquat+diuron), seguidas das misturas em tanque de 2,4-D + glyphosate e de carfentrazone-ethyl + glyphosate e/ou glyphosate potássico.

Também Matallo et al. (2002) verificaram que a mistura glyphosate+flumioxazin foi mais eficiente no controle de *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia*, *Richardia brasiliensis* e *Sida rhombifolia* do que o

glyphosate isolado quando foram simulados diferentes intervalos de molhamento após a aplicação dos tratamentos. Assim, precipitações ocorridas até quatro horas após a aplicação do glyphosate isolado comprometeram a eficiência deste tratamento, enquanto que nas misturas em tanque com flumioxazin, chuvas a partir de uma hora após a aplicação não afetaram a eficiência no controle das plantas daninhas.

Costa et al. (2002) demonstraram que as espécies *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea grandifolia*, *Panicum maximum*, *Richardia brasiliensis* e *Sida rhombifolia* foram controladas com eficiência pelo flumioxazin em todas as doses quando em mistura com glyphosate. O glyphosate aplicado isoladamente como padrão somente não controlou com eficiência a *Commelina benghalensis*. Verificou-se, para todas as espécies, que a associação de flumioxazin ao glyphosate acelerou o aparecimento de sintomas de intoxicação, propiciando índices de controle superiores a 82% já aos 8 DAA.

O herbicida butafenacil propiciou melhoria no desempenho do glyphosate potássico para o controle de *Commelina benghalensis*. O mesmo aconteceu quando misturou-se glyphosate potássico ao carfentrazone-ethyl (Souza et al., 2002).

Em avaliações de misturas para dessecação pré-semeadura da soja, constatou-se que *Cenchrus echinatus*, *Euphorbia heterophylla*, *Sida rhombifolia* e *Leonotis nepetifolia* foram eficientemente controladas por misturas triplas de flumioxazin+diclosulam+glyphosate e pelas misturas duplas de flumioxazin+glyphosate e diclosulam+glyphosate e glyphosate aplicado isolado, sugerindo que tais misturas não apresentam nenhum efeito antagônico para o controle destas plantas daninhas (Carvalho et al., 2002).

Estudando misturas de glyphosate com flumioxazin ou 2,4-D visando a dessecação antes do plantio direto da soja, Rezende & Alcântara (2002) concluíram que *Brachiaria plantaginea* foi eficientemente controlada pela aplicação de glyphosate isolado ou em mistura com flumioxazin. *Ipomoea purpurea*, *Ageratum conyzoides*, *Richardia brasiliensis* e *Bidens pilosa* foram controladas em nível satisfatório com a aplicação de flumioxazin e glyphosate isoladamente. Quando em mistura com glyphosate, o flumioxazin apresentou maior eficiência do que quando aplicado isoladamente, fato também constatado com a aplicação de glyphosate+2,4-D.

Trabalhando em condições controladas para determinar a interação do carfentrazone-ethyl em mistura em tanque com o herbicida glyphosate, no controle de seis espécies de plantas daninhas, Werlang & Silva (2002) concluíram que glyphosate aplicado isoladamente na dose de 720 g ha⁻¹ foi eficaz no controle de *Amaranthus hybridus* (100%), *Desmodium tortuosum* (100%), *Bidens pilosa* (99%), *Eleusine indica* (96%), *Digitaria horizontalis* (100%) e *Commelina benghalensis* (93%) aos 21 DAA. Carfentrazone-ethyl aplicado isoladamente controlou eficazmente *C. benghalensis*. As misturas de glyphosate nas doses de 252 e 720 g ha⁻¹ com carfentrazone-ethyl nas

doses de 15 e 30 g ha⁻¹ demonstraram efeito aditivo no controle de *A. hybridus*, *D. tortuosum* e *Bidens pilosa*, à exceção das misturas de glyphosate na dose de 252 g ha⁻¹ com as doses de 15 e 30 g ha⁻¹ de carfentrazone-ethyl, que proporcionam efeito sinérgico no controle de *D. tortuosum*. A adição das duas doses de carfentrazone-ethyl antagonizou o efeito de glyphosate na menor dose (252 g ha⁻¹) no controle de *E. indica*, apresentando, no entanto, efeito aditivo com o glyphosate na maior dose (720 g ha⁻¹). Para *D. horizontalis*, as misturas de carfentrazone-ethyl com glyphosate na menor dose (252 g ha⁻¹) apresentaram efeito sinérgico no controle desta espécie, demonstrando, ainda, efeito aditivo na mistura com glyphosate na dose de 720 g ha⁻¹. A mistura de carfentrazone-ethyl com glyphosate proporcionou efeito aditivo no controle de *C. benghalensis*, independentemente das combinações de doses avaliadas. Os resultados deste experimento indicam que carfentrazone-ethyl apresenta comportamento diferenciado quanto à interação com glyphosate, dependendo da espécie de planta daninha e da dose dos herbicidas utilizados na mistura em tanque, sendo complementar na mistura em tanque com glyphosate, pois demonstrou efeito antagônico em poucas das combinações estudadas, prevalecendo seu efeito aditivo na mistura com glyphosate, no controle das espécies avaliadas.

Estudos desenvolvidos em Maringá, PR por Jaremtchuck et al. (2008) tiveram por objetivo verificar se as misturas de glyphosate+flumioxazin poderiam promover dessecação mais rápida de áreas com grande cobertura vegetal (predominantemente composta por *Parthenium hysterophorus*). Este fato é de extrema importância para o desenvolvimento inicial e para a produtividade da soja. Este experimento consistiu de dessecações realizadas em diferentes períodos de tempo antecedendo a semeadura direta da soja. A adição de flumioxazin ao glyphosate, independente da dose, nas diferentes épocas de manejo (dessecação), acelerou a dessecação das plantas daninhas avaliadas no experimento. No sistema de manejo Aplique-Plante e 3 DAS (dias antes da semeadura), a aceleração ocorreu até 10 DDS (dias depois da semeadura). Para diferentes épocas de manejo, a associação de glyphosate+flumioxazin proporcionou um efeito residual que possibilitou a redução do número de plantas daninhas, facilitando o controle após a emergência da soja. Estes dados demonstram a ocorrência do efeito residual do herbicida, que proporciona o controle de plantas daninhas no início do ciclo da cultura. Neste trabalho, apenas as épocas de manejo Aplique-Plante e 3 DAS com glyphosate isolado afetaram a produtividade, reduzindo os rendimentos da soja em 16 e 18%, respectivamente, em relação às suas respectivas testemunhas. A associação de glyphosate com flumioxazin, por propiciar a aceleração da morte da cobertura vegetal, permitiu a semeadura em um curto espaço de tempo após a dessecação, o que pode levar à diminuição das perdas de produtividade da cultura, pois esta tem o seu desenvolvimento inicial numa condição mais favorável. Trabalhos semelhantes conduzidos em outros locais do Brasil (Luis Eduardo Magalhães,

BA, Rio Verde, GO e Ponta Grossa, PR) (Constantin et al., 2005), com diferentes tipos de infestações de plantas daninhas (*Brachiaria plantaginea*, *Alternanthera tenella*) chegaram a conclusões semelhantes, isto é, a aceleração da morte das plantas daninhas pelas misturas de flumioxazin com glyphosate somada ao efeito residual de controle sobre o fluxo inicial de plantas daninhas foi benéfica para o desenvolvimento e a produtividade da soja.

2.4 Misturas envolvendo inibidores do fotossistema II e acetochlor

Bradley et al. (2000) ao estudarem o antagonismo entre atrazine e glyphosate para *Sorghum bicolor* buscaram saber se a adição de sulfato de amônio poderia minimizar tal antagonismo. Os resultados que obtiveram pela equação de Colby para sinergismo indicaram que o atrazine não antagonizou o controle do sorgo forrageiro pelo glyphosate. Os autores concluíram que o efeito antagonístico observado em condições de campo com temperaturas mais baixas não se repetiam em casa de vegetação pela temperatura controlada destas condições.

Com o objetivo de se avaliar a eficiência das misturas de glyphosate com diuron ou simazine para o controle de plantas daninhas anuais na cultura de citrus, Galli & Carvalho (1985) conduziram dois experimentos durante o ano agrícola 83/84, sendo um em Jaguariúna e outro em Catanduva, ambos no estado de São Paulo. As misturas de herbicidas com atividade residual com glyphosate proporcionaram melhor controle das plantas daninhas (*Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Portulaca oleracea*) aos 60 DAT quando comparados às aplicações de glyphosate isoladamente.

O objetivo do trabalho de Rodrigues et al. (2000) foi estudar o comportamento dos herbicidas com atividade residual atrazine e acetochlor em mistura com dessecantes no manejo em plantio direto. Os resultados mostraram que o controle de *Brachiaria plantaginea*, *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* foi mais bem efetuado com os tratamentos onde havia atrazine, inclusive onde ele foi utilizado em mistura em tanque com glyphosate.

Vidal et al. (2003) avaliaram os seguintes tratamentos: glyphosate nas doses de 540, 720 e 900 g ha⁻¹, aplicado isoladamente ou associado à mistura formulada de [simazine+atrazine] nas doses de [1750+1750] g ha⁻¹. Também foram testados um tratamento sem herbicidas e outro apenas com o herbicida residual. As avaliações de controle e de teores de clorofila indicaram efeitos antagônicos para as três doses de glyphosate. Os efeitos antagônicos da associação dos herbicidas apresentam redução de intensidade com o aumento da dose do glyphosate ou com o decorrer do tempo.

2.5 Misturas contendo herbicidas com atividade residual no solo

A mistura em tanque de glyphosate com dimethenamid em dessecação de manejo em soja RR mostrou que dimethenamid não foi antagonístico ao glyphosate nas doses avaliadas (560 a 1680 g e.a. ha⁻¹). O controle na

dessecação de manejo antecedendo o plantio foi 98% para *Conyza canadensis* e 82% para *Rumex crispus* com ou sem dimethenamid. No entanto, todas as misturas de glyphosate+dimethenamid propiciaram controle residual de fluxos de *Brachiaria platyphylla* que emergiram após a operação de dessecação, com um nível de controle de 84 a 96%. Em pós-emergência, glyphosate isolado propiciou controle 89% de *Echinochloa crusgalli* e de *Sorghum halepense*, mas as misturas em tanque com dimethenamid controlaram também fluxos tardios de *E. crusgalli* em função da atividade residual do dimethenamid. A aplicação de dimethenamid junto com o glyphosate melhorou a produtividade da soja em 500 kg ha⁻¹ (Scott et al., 1998). Este trabalho demonstrou que a utilização de um herbicida residual como o dimethenamid pode ser de interesse, pois mesmo não aumentando o controle em pós-emergência do glyphosate, contribuiu no controle mais efetivo das plantas daninhas em função do efeito residual, o que, nesse caso, permitiu uma maior produtividade da cultura.

É certo que a aplicação de doses sequenciais mais baixas de glyphosate ou em misturas em tanque com herbicidas com atividade residual pode aumentar o controle residual durante todo o ciclo da cultura. No entanto, considerando que a estimativa de custo de uma aplicação comercial em Wisconsin (EUA) é de U\$16,00 por hectare (Boerboom et al., 1999), Corrigan & Harvey (2000) consideram que herbicidas com atividade residual só serão economicamente viáveis se eles puderem ser aplicados combinados com outras aplicações de herbicidas, como na dessecação ou em aplicações em PÓS em soja RR.

Dentro desta premissa, Corrigan & Harvey (2000) conduziram dois trabalhos de campo visando avaliar misturas contendo glyphosate. No primeiro experimento, aplicou-se glyphosate, 2,4-D e a mistura (na dessecação) e sete dias depois aplicou-se os tratamentos herbicidas em PRÉ (clomazone, glyphosate+pendimethalin, 2,4-D+pendimethalin, 2,4-D+chlorimuron+metribuzin, todas complementadas posteriormente com glyphosate em pós-emergência precoce (estádio V2 da soja) e PÓS (V4), em duas doses (420 e 630 g ha⁻¹). No segundo experimento, glyphosate aplicado sete dias após o plantio e depois foram avaliados 25 tratamentos, os quais foram constituídos por cinco tratamentos com glyphosate (nenhum tratamento, glyphosate isolado em PÓS precoce e glyphosate em PÓS, ambos em duas doses) combinados com cinco tratamentos com herbicidas com atividade residual (nenhum, dimethenamid, [chlorimuron+thifensulfuron], cloransulam e imazethapyr).

Concluiu-se que a mistura de herbicidas com atividade residual com glyphosate em qualquer tratamento em PÓS não aumentou a produtividade nem o controle de plantas daninhas. Os herbicidas com atividade residual não tiveram efeito ou reduziram a produtividade. Glyphosate aplicado sozinho em PÓS_p ou PÓS foi igual ou mais efetivo do que a combinação de glyphosate com qualquer dos herbicidas com atividade residual

deste trabalho. Concluíram também que o uso de herbicidas com atividade residual na dessecação pode ser benéfico quando a competição precoce reduzir a produtividade da soja ou se a mistura com glyphosate tiver que ser aplicada mais tarde por causa de condições atmosféricas adversas ou por falta de equipamento disponível, condições as quais não foram observadas nestes experimentos (Corrigan & Harvey, 2000).

A aplicação de glyphosate na dessecação antes do plantio não afetou a eficiência de aplicações em pós-emergência, tanto do glyphosate isolado quanto em mistura. Em aplicações em pós-emergência, glyphosate isolado ou em mistura tripla em tanque com clomazone e imazethapyr promoveu excelente controle de *Conyza canadensis* e *Panicum dichotomiflorum*, independente do estágio da soja na aplicação, o que evidencia que não houve antagonismo. Geralmente, em aplicações em PÓS o glyphosate sozinho foi mais efetivo quando aplicado entre os estádios V2 e V6 da soja (16 a 35 DAP). No entanto, a mistura em tanque de glyphosate ($0,8 \text{ kg ha}^{-1}$) com clomazone ($0,6 \text{ kg ha}^{-1}$) e imazethapyr ($0,07 \text{ kg ha}^{-1}$) estendeu a janela de aplicação inclusive para fases mais precoces do ciclo da soja RR (*cracking* e V1), em função do efeito residual dos herbicidas acrescentados ao glyphosate. Com relação à seletividade, todos os tratamentos herbicidas foram seletivos para a soja RR em todos os estádios de aplicação até o V6 (Vangessel et al., 2001).

Nas condições brasileiras, o uso de mistura de herbicidas tem crescido na condução das lavouras, principalmente na dessecação da cobertura vegetal para semeadura direta da soja. A associação de herbicidas que possuam efeito residual no solo ao glyphosate por ocasião da operação de manejo (dessecação pré-plantio) pode ser uma alternativa para reduzir a infestação de plantas daninhas na cultura a ser implantada (Carvalho et al., 2000; Valente & Cavazzana, 2000; Roman, 2002; Carvalho et al., 2001), e, conseqüentemente, proporcionar economia nos custos de controle das plantas daninhas (Price et al., 2002; Roman, 2002).

Alves & Guimarães (2002), por exemplo, verificaram que as misturas de glyphosate com sulfentrazone, carfentrazone ou flumioxazin foram eficientes no controle de *Commelina benghalensis* em aplicações dirigidas às entrelinhas da cultura do cafeeiro, sendo que as misturas com sulfentrazone apresentaram efeito mais prolongado.

Em outro trabalho, Bizzi & Andres (2002) verificaram que a mistura de chlorimuron-ethyl+glyphosate apresentou controle superior na dessecação de *Richardia brasiliensis* e *Sida rhombifolia* em comparação ao glyphosate isolado, e ainda que chlorimuron-ethyl e diclosulam utilizados na dessecação pré-plantio da soja apresentaram efeito residual para *Bidens pilosa* e *Sida rhombifolia* e não afetaram a cultura implantada posteriormente.

Carreira et al. (2002) analisaram a viabilidade de diferentes misturas entre glyphosate, flumioxazin, diclosulam, chlorimuron-ethyl e imazaquin

e constataram que as diferentes combinações de misturas e glyphosate isolado apresentaram excelentes resultados de controle para *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla*. No caso de *Commelina benghalensis* os resultados foram satisfatórios, porém inferiores aos obtidos para as outras plantas daninhas. Nas misturas, o controle inicial foi mais rápido em comparação ao glyphosate isolado. Desta forma, todos os tratamentos foram eficientes para o manejo das plantas daninhas avaliadas, sendo que nas misturas também ocorreu efeito residual para *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla* durante o ciclo da soja.

Bizzi et al. (2002) ao estudarem sistemas de manejo pré-plantio para a cultura da soja, constataram que as misturas em tanque de glyphosate+chlorimuron-ethyl ou glyphosate+diclosulam foram eficientes na dessecação de *Bidens pilosa* e propiciaram efeito residual suficiente para controlar a planta daninha durante todo o ciclo da soja.

Cobucci et al. (2004) observaram que quando as dessecações de pré-plantio do feijoeiro foram realizadas com misturas em tanque entre sulfosate e vários herbicidas com atividade residual, ocorreu uma redução no uso de herbicidas utilizados após a emergência do feijão, o que torna esta tecnologia economicamente viável.

Timossi & Durigan (2006) conduziram trabalho com o objetivo de estudar opções de manejo da cana-de-açúcar para a implantação da soja em sistema de plantio direto logo após a eliminação da soqueira da cana. Concluíram que a mistura em tanque de glyphosate+diclosulam, além de não afetar a eficácia do glyphosate na eliminação da soqueira, ainda promoveu efeito residual para a cultura da soja plantada a seguir, proporcionando um bom controle de convulváceas.

Com o objetivo de avaliar a influência do momento de aplicação do herbicida glyphosate e do uso de clomazone na dessecação pré-semeadura sobre a eficácia de controle de plantas daninhas na cultura da soja tolerante ao glyphosate, Rossin et al. (2006) instalaram experimento em Piracicaba, SP. Os melhores resultados foram obtidos com a associação da aplicação de glyphosate+clomazone na dessecação e uma intervenção com glyphosate em pós-emergência no estágio fenológico V4 da soja. Concluiu-se que a aplicação de um herbicida com efeito residual, em associação com glyphosate, na operação de dessecação pré-semeadura, pode reduzir o número ou retardar as aplicações posteriores de glyphosate sobre a cultura da soja geneticamente modificada.

Menezes et al. (2006), ao conduzirem trabalhos para verificar a eficácia de misturas de glyphosate com imazethapyr e chlorimuron-ethyl em aplicações de pré-semeadura da cultura da soja, concluíram que a adição dos herbicidas imazethapyr e chlorimuron-ethyl junto ao glyphosate não melhorou o controle e também não diminuiu a rebrota posterior das plantas daninhas *Digitaria insularis*, *Tridax procumbens* e *Leptochloa filiformis*. Três dias antes da semeadura da soja foi o intervalo mínimo para que o controle

das três espécies de plantas daninhas não fosse prejudicado pela operação de semeadura mecânica. Constatou-se que os tratamentos herbicidas não afetaram o número de plantas emergidas das espécies *Sida santaremnensis*, *D. insularis*, *Eleusine indica*, *Chamaesyce hirta*, *Bidens pilosa* e *Senna obtusifolia*. Apenas para a espécie *Alternanthera tenella* foi verificado que a adição de imazethapyr ou de chlorimuron-ethyl junto ao glyphosate reduziu a emergência desta planta daninha na área. Um incremento dos herbicidas imazethapyr e chlorimuron-ethyl nas doses adicionadas ao glyphosate não resultou em aumento da produtividade da soja.

Zagonel (2006) verificou que misturas de glyphosate+2,4-D tiveram fitotoxicidade aceitável nas aplicações próximas à semeadura da soja geneticamente modificada. Concluiu que a aplicações de glyphosate isoladas ou complementadas com 2,4-D, diclosulam, chlorimuron-ethyl e flumioxazin em mistura em tanque foram eficientes no controle das plantas daninhas na dessecação. Contudo, observa que o uso do diclosulam na dessecação resultou em melhor controle das plantas daninhas após a emergência da soja, mantendo a área com menor infestação no momento da aplicação de pós-emergência.

Cavenaghi et al. (2006) avaliando a eficiência de diferentes programas de manejo de plantas daninhas antecedendo o plantio de soja transgênica. Concluíram que a associação de herbicidas com atividade residual (chlorimuron-ethyl, flumioxazin e diclosulam) ao glyphosate reduziu o fluxo de novas plantas daninhas, o que pode ocasionar redução na interferência em relação à cultura.

Tofoli et al. (2006) concluíram que a mistura de glyphosate+2,4-D+diclosulam na dessecação pré-plantio foi eficiente no controle de *Tridax procumbens*, *Ageratum conyzoides* e *Brachiaria plantaginea* e evidenciam que a aplicação de diclosulam a 30 g ha⁻¹ com glyphosate é uma alternativa para evitar a matocompetição inicial das plantas daninhas com soja geneticamente modificada para resistência ao glyphosate.

Já Ribeiro et al. (2006) destacam que a adição de 2,4-D amina ao glyphosate no tratamento de dessecação (para plantio de soja RR) é fundamental para obter controle comercial da trapoeraba e que a adição de diclosulam na dessecação contribuiu para eliminar a competição inicial em função do efeito residual, além de promover 100% de controle de erva-quente proveniente de sementeira.

Werlang (2006a) em trabalhos de manejo de plantas daninhas antecedendo a semeadura direta da soja transgênica conclui que as misturas de carfentrazone+glyphosate proporcionaram maior velocidade de dessecação de *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia*, *Tridax procumbens* e *Sida rhombifolia*. A mistura de sulfentrazone+glyphosate proporcionou bom controle residual de *C. benghalensis*, *I. grandifolia*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria horizontalis*, *T. procumbens*, *Sida rhombifolia* e *Bidens*

pilosa até 20 dias após a emergência da cultura, proporcionando a eliminação de uma aplicação de glyphosate no manejo de plantas daninhas na soja transgênica.

Em outro trabalho Werlang (2006b), com as mesmas misturas testadas para a dessecação antecedendo plantio da soja transgênica concluiu que as misturas de carfentrazone e sulfentrazone com glyphosate proporcionaram maior velocidade de dessecação de *C. benghalensis*, *I. grandifolia* e *E. heterophylla*, *Senna obtusifolia* e *Sida rhombifolia*. A mistura de sulfentrazone+glyphosate proporcionou efeito residual que resultou no controle de *C. benghalensis*, *I. grandifolia*, *Eleusine indica*, *E. heterophylla*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria horizontalis*, *Sida rhombifolia* e *Bidens pilosa* por um período de 15 dias após a emergência da cultura, o que permitiu a eliminação de uma aplicação de glyphosate no manejo de plantas daninhas na soja transgênica.

Osipe et al. (2006) verificaram que a utilização da mistura formulada [glyphosate+imazethapyr] na dessecação antecedendo o plantio da soja foi eficiente no controle de *E. heterophylla* e *B. pilosa* e proporcionou um controle satisfatório das invasoras até 42 DAA, não necessitando de aplicação complementar.

Buzatti & Gazziero (2006) concluem que dessecações para o plantio da soja RR envolvendo misturas de 2,4-D, glyphosate e diclosulam praticamente eliminaram a reinfestação por plantas daninhas, o que facilitou o desempenho do glyphosate no controle de pós-emergência.

2.6 Misturas visando o controle de biótipos resistentes e diferentes espécies de *Commelina*

Estudando o controle de diferentes espécies do gênero *Commelina*, Penczkowski & Rocha (2006) concluíram que aplicações de glyphosate isolado na faixa de 720 a 1080 g e.a. ha⁻¹ sobre *C. benghalensis* em início de florescimento não foram eficientes. Por outro lado, com as misturas de glyphosate (720 g e.a. ha⁻¹) com 2,4-D (670 g e.a. ha⁻¹) ou com carfentrazone (12 g i.a. ha⁻¹) o controle foi eficiente. Esses resultados foram obtidos quando as aplicações foram realizadas em março, que, segundo os autores, é uma época na qual é mais difícil o controle da trapoeiraba. O mesmo sinergismo não foi observado nas misturas com metsulfuron e flumioxazin.

Para *C. vilosa*, glyphosate isolado em altas doses ou em baixas doses em misturas com 2,4-D, metsulfuron, iodosulfuron, carfentrazone e mesotrione não foram efetivos no controle da infestante. O glyphosate só foi eficiente para o controle desta planta daninha quando, após sua aplicação, realizou-se aplicação complementar de [diuron+paraquat].

O glyphosate só foi eficiente para o controle de *C. difusa* quando em associação com 2,4-D, o mesmo não acontecendo quando as misturas de glyphosate foram feitas com carfentrazone, metsulfuron e flumioxazin.

Em relação à *C. erecta*, o glyphosate isolado, quer em aplicação única em doses elevadas ou em aplicações sequenciais, não foi eficiente no seu controle. As misturas de glyphosate com 2,4-D, metsulfuron, chlorimuron, flumioxazin e imazethapyr também não foram eficientes. Só foi verificada eficiência para o glyphosate, isolado ou em mistura com 2,4-D, quando estes tratamentos foram complementados pela mistura de [diuron+paraquat]. Misturas de glyphosate+carfentrazone também promoveram bom controle desta espécie de trapoeiraba.

O controle de azevém (*Lolium multiflorum*) resistente a glyphosate só foi possível com a associação do clethodim ao glyphosate em pomares de maçã. Rizzardi et al. (2006a) ressaltam ainda que mesmo a aplicação de glyphosate a 12 L ha⁻¹ não foi suficiente para o controle do azevém e que o clethodim, mesmo isolado, nas doses de 0,30 e 0,35 L ha⁻¹, proporcionou controle de 100%. Em trabalho semelhante, conduzido visando a dessecação pré-semeadura da soja, Rizzardi et al. (2006b) relatam que controle eficiente do azevém só foi obtido pela aplicação de clethodim ou quizalafop isolados ou pela associação de glyphosate com clethodim.

Christoffoleti et al. (2006) analisando o comportamento de misturas de herbicidas contendo glyphosate para o controle de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* concluíram que apenas a mistura de glyphosate+metsulfuron-methyl foi eficiente, proporcionando controle acima de 80% a partir de 30 DAA. O glyphosate isolado testado em doses de até 8640 g i.a. ha⁻¹ não controlou nenhuma das espécies de forma satisfatória. Mais recentemente, Moreira et al. (2007) evidenciaram também que estes biótipos resistentes não foram controlados com doses isoladas de glyphosate até 5760 g i.a. ha⁻¹, mas também podem ser eficientemente controlados de forma eficiente pelas misturas de glyphosate+2,4-D (1440+1005 g ha⁻¹), glyphosate+metsulfuron (1440+2,4 g ha⁻¹), glyphosate+metsulfuron (1440+3,6 g ha⁻¹), glyphosate+metribuzin (1440+480 g ha⁻¹).

3. Misturas de Herbicidas Contendo Glyphosate Visando Aplicações Após o Plantio das Culturas

A esperança original era a de que culturas geneticamente modificadas permitiriam uma substancial redução na aplicação de herbicidas – uma única aplicação de glyphosate era tudo o que muitos assumiam ser necessário para muitas culturas.

O entendimento geral é que, para que aplicações únicas de glyphosate possam promover níveis desejáveis de controle de planta daninhas, geralmente é necessário retardar a aplicação até que o máximo possível de plantas daninhas tenha emergido. Isto pode significar períodos relativamente longos de crescimento não controlado para plantas de germinação precoce, levando, em última instância, a perdas de produtividade.

Não é surpresa, portanto, que muitos pesquisadores tenham passado a pesquisar e recomendar aplicações múltiplas deste herbicida – ou seu uso em conjunção com outros herbicidas que promovam controle residual – de modo a preservar o potencial produtivo da cultura.

Existem diferenças claras entre locais e anos de cultivo em relação a qual é o método mais efetivo. No entanto, exceto para os casos que apresentam infestações particularmente favoráveis em termos de controle, aplicações únicas de herbicidas como glyphosate sem a ajuda de nenhum outro produto parecem estar se tornando uma coisa do passado nos Estados Unidos. Isto ocorre em tal extensão que alguns estudos nem incluem mais cenários de aplicações isoladas dentro de seus experimentos.

Norris et al. (2001) avaliam que combinações de herbicidas são benéficas porque requerem menor tempo para aplicação e custam menos comparados à aplicação de cada herbicida individualmente, e porque elas podem aumentar o espectro de plantas daninhas controladas.

3.1 Trabalhos com ênfase no controle residual das misturas

Doses reduzidas de herbicidas com atividade residual e herbicidas foliares não seletivos podem frequentemente resultar em antagonismo; no entanto, quando as doses de herbicidas não seletivos são aumentadas, as respostas antagonísticas decrescem (Hydrick & Shaw, 1994).

Dirks et al. (2000) estudaram diferentes possibilidades de combinação (em tanque, sequencial) de sulfentrazone, chlorimuron e glyphosate, na dessecação, em PÓSp, PÓS e PÓSt e na rebrota. Os melhores resultados de lucratividade e produtividade da soja e melhor controle de plantas daninhas foram associados a tratamentos que tinham dessecação seguida de aplicações em PÓS, os quais foram melhores do que a aplicação única de herbicidas.

Vanlieshout & Loux (2000) conduziram estudos por três anos, em três localidades diferentes dos EUA, com os seguintes objetivos: (a) avaliar a eficácia de herbicidas seletivos residuais usados sozinhos em plantas daninhas emergidas no momento do plantio direto de soja (b) determinar a dose de glyphosate necessária para suplementar os herbicidas com atividade residual para obter controle aceitável das plantas daninhas e (c) determinar o efeito do estágio de desenvolvimento das plantas daninhas na dose de glyphosate necessária. Os experimentos consistiram de uma combinação fatorial de quatro doses de glyphosate (0, 280, 560 e 840 g ha⁻¹), duas épocas de aplicação (precoce – 0 a 1 cm e tardia – 15 a 30 cm de altura das plantas daninhas) e seis herbicidas com atividade residual (nenhum, metribuzin+chlorimuron, linuron+chlorimuron, chlorimuron, imazethapyr e imazaquin).

Misturas contendo metribuzin + chlorimuron + glyphosate e linuron + chlorimuron + glyphosate (280 g e.a. ha⁻¹) resultaram em controle

maior ou igual a 85% de *Polygonum pennsylvanicum*, assim como a mistura de glyphosate (560 g a.e. ha⁻¹) com imazethapyr e glyphosate com imazaquin. Todos os herbicidas com atividade residual em mistura com glyphosate a 280 g e.a. ha⁻¹ proporcionaram controle maior ou igual a 85% para *Setaria faberi*. O mesmo nível de controle foi obtido para *Chenopodium album*, com as misturas dos herbicidas com glyphosate a 560 g e.a. ha⁻¹ (Vanlieshout & Loux, 2000). Estes resultados indicam que o aumento da dose do glyphosate nas misturas pode suplantiar eventuais efeitos antagonísticos de misturas contendo este herbicida.

De modo geral, considerou-se que o desempenho de doses reduzidas do glyphosate depende da espécie e do estágio de desenvolvimento da planta daninha no momento da aplicação. Os autores consideram ainda que o uso de herbicidas com atividade residual seletivos com atividade foliar pode promover controle de espécies emergidas com doses reduzidas de glyphosate. Em alguns casos, a necessidade de glyphosate foi eliminada. Os resultados são similares àqueles obtidos em sistemas de produção com rotação de culturas e indicam uma maneira de reduzir os custos de herbicidas no plantio direto de soja. No entanto, a habilidade de reduzir ou eliminar o glyphosate vai demandar um manejo mais intensivo pelos produtores. O sucesso dos programas de manejo de plantas daninhas dependerá do grau de ajuste entre o espectro de controle dos herbicidas com atividade residual e o espectro de plantas daninhas presentes. Se as espécies presentes não forem controladas pela atividade foliar dos herbicidas com atividade residual, então doses reduzidas de glyphosate podem não ser suficientes. O mesmo pode acontecer no caso de o estágio da planta daninha no momento da aplicação tiver efeito sobre a dose de glyphosate necessária para obter controle. Condições ambientais no momento da aplicação podem também afetar o potencial de obtenção de controles aceitáveis com doses reduzidas de glyphosate. Condições de estresse como frio ou veranicos podem reduzir a eficácia do herbicida e, portanto, demandar o uso de maiores doses de glyphosate. Os produtores que desejarem adotar um programa de doses reduzidas de glyphosate precisarão estar cientes das suas limitações e estar preparados para o uso de tratamentos herbicidas em pós-emergência.

De acordo com Taylor-Lovell et al. (2002), o glyphosate aplicado em pós-emergência em soja RR controla um amplo espectro de plantas daninhas gramíneas e folhas largas. Mas em áreas com espécies como *Amaranthus rudis*, que emerge durante praticamente todo o ciclo da soja, uma única aplicação de glyphosate pode não ser suficiente para promover o controle por todo o ciclo. Para melhorar o controle, um herbicida residual pode ser misturado em tanque, mas certas misturas têm resultado em antagonismo da atividade do glyphosate no controle de algumas plantas daninhas.

Ao comparar o controle de plantas daninhas no início do ciclo com aplicações de glyphosate isoladas ou em mistura em tanque com flumiox-

zin e pendimethalin e avaliar os benefícios de um programa de controle de plantas daninhas comparado a uma aplicação única de glyphosate, Taylor-Lovell et al. (2002) concluíram que aplicações sequenciais incluindo um herbicida PRÉ promoveram até 25% a mais de controle de plantas daninhas quando comparados a tratamentos exclusivamente em PÓS, o que também levou a maiores produtividades da soja para aqueles tratamentos. Também demonstraram que a utilização de aplicações sequenciais de PRÉ seguiu de PÓS elimina o problema encontrado para muitas interações de misturas em tanque aplicadas em PÓS, incluindo o antagonismo e o aumento da injúria da soja. Embora isto possa resultar numa aplicação extra, esta pode ser a opção mais efetiva para aumentar a eficácia com certos herbicidas de PÓS. A aplicação de herbicidas em PRÉ também permite ao agricultor controlar as plantas daninhas antes que elas se tornem grandes demais para serem adequadamente controladas e tratadas quando as condições climáticas e de campo permitam.

Tharp & Kells (2002) investigaram se herbicidas com atividade residual (atrazine, acetochlor, flumetsulam, metolachlor e pendimethalin) podiam ser usados em mistura com glyphosate ou glufosinate para proporcionar controle durante todo o ciclo em milho resistente à glyphosate e à glufosinato. Aplicações em PRÉ de diversos herbicidas com atividade residual seguidas de aplicações em PÓS de glyphosate e glufosinate foram comparadas com misturas em tanque de glyphosate+residuais ou glufosinate+residuais, aplicadas em PÓS. Todos os herbicidas com atividade residual usados em combinação com glyphosate, quando comparados ao uso do glyphosate sozinho, aumentaram o controle de *Amaranthus retroflexus* e *Chenopodium album* (20% em média) e de 4 a 19% para *Setaria faberi*. O controle de *Abutilon theophrasti* foi reduzido em 12% quando o glyphosate foi usado em mistura em tanque com a metade da dose de atrazine, comparado ao uso da dose cheia de atrazine. O controle de *Chenopodium album* foi reduzido em 13% quando o glyphosate foi usado em mistura em tanque com meia dose de acetochlor, comparado ao uso da dose cheia de acetochlor. A produtividade não foi afetada por nenhum dos tratamentos, o que sugere que a seletividade para o milho transgênico não foi afetada.

Na cultura da batata RR, Hutchinson et al. (2003) avaliaram glyphosate isolado ou em aplicação sequencial e glyphosate em mistura em tanque com herbicidas com atividade residual (rimsulfuron, metribuzin e pendimethalin) aplicados em duas situações: pós-emergência precoce e pós-emergência tardia. Observaram que, dependendo do ano, as misturas de herbicidas com atividade residual com glyphosate ou a aplicação de sequencial de glyphosate controlaram melhor as plantas daninhas do que o glyphosate isolado em aplicação única precoce, o que demonstra a importância do efeito residual ou da reaplicação do glyphosate para o manejo consistente de fluxos de plantas daninhas emergidos após a aplicação inicial. Herbicidas com atividade residual em mistura em tanque com glyphosate

aplicados em pós-emergência tardia melhoraram o controle de *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* e *Setaria viridis*, comparados à aplicação de herbicidas com atividade residual isolados. Em relação à seletividade, nenhuma injúria para batata RR foi encontrada para os tratamentos avaliados. Em suma, aplicações sequenciais resultaram em maior retorno líquido do que aplicação única de glyphosate.

Ao sumarizar resultados de diversos trabalhos que avaliaram glyphosate isolado ou em combinação com outros herbicidas, Grey (2007) concluiu que os resultados de controle de plantas daninhas depende da espécie presente e da sua susceptibilidade ao glyphosate. Neste trabalho, conduzido por dois anos com o objetivo de avaliar o controle de plantas daninhas e a produtividade de soja cultivada em rotação com trigo no sistema de plantio direto, foram testadas combinações de tratamentos em pré-emergência (pendimethalin, imazethapyr, clomazone), aplicados isoladamente ou em combinação com aplicações em PÓS de glyphosate após a colheita do trigo. Concluiu-se que o controle de *Ipomoea purpurea* foi melhorado quando um herbicida PRÉ residual foi incluído com as aplicações em PÓS de glyphosate, quando comparados à aplicação sequencial do próprio glyphosate. A produtividade da soja foi aumentada quando um herbicida residual foi incluído com glyphosate.

3.2 Trabalhos com ênfase no controle em pós-emergência das misturas e na seletividade para as culturas

Chlorimuron aplicado com glyphosate controlou plantas daninhas de forma semelhante ou melhor do que a aplicação de glyphosate isolado (Hydrick & Shaw, 1994). Em outro trabalho, concluiu-se que a adição de chlorimuron ao glyphosate também contribuiu para o melhor controle de *Sesbania exaltata* (Vidrine et al., 1997).

Por outro lado, a mesma mistura apresenta resultados divergentes em outros trabalhos. A mistura de glyphosate com chlorimuron, fomesafen e sulfentrazone pode resultar em antagonismo na ação do glyphosate (Starke & Oliver, 1996). Neste trabalho, os autores relatam ainda que quando o glyphosate foi combinado com chlorimuron, 25% das avaliações foram consideradas antagonísticas, com nenhuma resposta sinérgica. Os mesmos autores também relatam que combinações de glyphosate com fomesafen foram antagonísticas em 70% dos casos.

A aparente ambiguidade de resultados sugere, na verdade, que as respostas em termos de sinergismo ou antagonismo para uma determinada mistura podem diferir em relação à infestação, às doses utilizadas ou a outros tipos de interação não consideradas

Starke & Oliver (1998) conduziram experimentos de campo com oito espécies de plantas daninhas para determinar se chlorimuron, fomesafen ou sulfentrazone (todos aplicados em duas doses – 50% e 100% da dose recomendada), foram complementares ao glyphosate (210 e 420 g i.a. ha⁻¹)

em misturas em tanque. Em laboratório, foram conduzidos experimentos com ^{14}C -glyphosate para avaliar se a absorção e translocação eram afetadas pelas misturas. No campo, misturas de glyphosate+chlorimuron foram geralmente aditivas no controle das plantas daninhas. Em laboratório, ficou comprovado que o chlorimuron não diminuiu a absorção do glyphosate em plantas de *Echinochloa crusgalli*, *Ipomoea lacunosa*, *Abutilon theophrastis*. Por outro lado, o glyphosate aumentou a absorção do ^{14}C -chlorimuron para *Amaranthus palmeri* e *Abutilon theophrastis*. Todas as combinações de fomesafen+glyphosate foram antagonísticas para *Eleusine indica*, *Senna obtusifolia*, *Amaranthus palmeri* e *Abutilon theophrastis*. Três entre quatro destas combinações foram antagonísticas para *E. crusgalli*, *Ipomoea hederacea*. Fomesafen diminuiu a absorção e a translocação de ^{14}C -glyphosate em *E. crusgalli*, *I. lacunosa* e *A. theophrastis*. Noventa por cento das combinações de glyphosate+imazethapyr foram aditivas ou sinérgicas, sendo o sinergismo verificado para todas as combinações e doses de imazethapyr para *I. lacunosa*. Adição de glyphosate ao imazethapyr aumentou a absorção do ^{14}C -imazethapyr para *A. palmeri* e *A. theophrastis*. As misturas em tanque de glyphosate com sulfentrazone foram antagonísticas em todas as doses e combinações para *E. crusgalli* e *A. palmeri* e em três de quatro combinações foram antagonísticas para *E. indica* e *I. hederacea*, indicando que estes herbicidas não são complementares em misturas em tanque.

O trabalho de Norris et al. (2001), realizado em casa de vegetação, fornece uma excelente idéia a respeito das interações que podem ocorrer em misturas em tanque de glyphosate com outros herbicidas especificamente em relação ao controle de plantas daninhas em pós-emergência (estádio de 4 a 8 cm – duas semanas após a emergência) (Tabelas 1 e 2). Em ambas as tabelas, as formulações de glyphosate são denominadas de M = Roundup Ultra (Monsanto); C = Glyphos (Cheminova); Z = Touchdown (Zeneca), e os símbolos + e – denotam, respectivamente, sinergismo e antagonismo, baseado em Colby (1967).

Norris et al. (2001) discutem que a adição de herbicidas seletivos ao glyphosate não melhorou o nível de controle de *E. crusgalli*, mas também causou pouco ou nenhum efeito detrimental. O antagonismo para esta espécie de planta daninha ocorreu principalmente quando o glyphosate foi combinado com herbicidas para folhas largas duas semanas após a aplicação, sendo que quatro semanas após as aplicações, em muitos casos as misturas saíram de uma situação de antagonismo inicial para uma situação de sinergismo, de acordo com a fórmula de Colby, muito embora não tenham necessariamente atingido níveis de controle elevados. Também ressaltam que a adição de herbicidas seletivos ao glyphosate normalmente aumenta o controle de *Sesbania exaltata*, especialmente em relação ao acúmulo de biomassa. Algum antagonismo ocorreu entre os diversos herbicidas seletivos e o glyphosate no controle de *Sida spinosa* e *Ipomoea lacunosa*. A maioria das situações de antagonismo ocorreu com combinações de glyphosate e

Tabela 1. Controle de plantas daninhas duas semanas após a aplicação de três formulações glyphosate isoladas ou em misturas em tanque. Fonte:

Norris et al. (2001).

| Herbicida | Dose g ha ⁻¹ | Formu- ção glyphosate | <i>E.</i> | <i>S.</i> | <i>I.</i> | <i>S.</i> |
|----------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | | <i>crus- galli</i> | <i>spi- nosa</i> | <i>lacu- nosa</i> | <i>eval- tata</i> |
| % | | | | | | |
| Glyphosate | 560 | M | 82 | 30 | 45 | 20 |
| Glyphosate | 560 | C | 85 | 28 | 50 | 22 |
| Glyphosate | 560 | Z | 88 | 31 | 50 | 24 |
| Acifluorfen | 210 | - | 25 | 0 | 62 | 88 |
| Chlorimuron | 4,4 | - | 25 | 0 | 33 | 7 |
| Cloransulam(C) | 8,8 | - | 35 | 19 | 10 | 13 |
| C+flumetsulam | 8,8+3,5 | - | 18 | 11 | 10 | 5 |
| Flumiclorac | 16 | - | 44 | 15 | 29 | 28 |
| Fomesafen | 210 | - | 53 | 6 | 82 | 92 |
| Lactofen | 112 | - | 35 | 11 | 92 | 99 |
| Imazaquin | 70 | - | 34 | 5 | 11 | 20 |
| Imazethapyr | 35 | - | 35 | 13 | 30 | 0 |
| Acifluorfen | 210 | M | 73- | 35 | 87+ | 100+ |
| Chlorimuron | 4,4 | M | 67- | 29 | 52- | 50+ |
| Cloransulam(C) | 8,8 | M | 58- | 8- | 63+ | 55+ |
| C+flumetsulam | 8,8+3,5 | M | 78- | 37- | 29- | 36+ |
| Flumiclorac | 16 | M | 73- | 32 | 55- | 70+ |
| Fomesafen | 210 | M | 45- | 32 | 93+ | 100+ |
| Imazaquin | 70 | M | 50- | 32 | 22- | 76+ |
| Imazethapyr | 35 | M | 66- | 5- | 42- | 41+ |
| Lactofen | 112 | M | 61- | 76+ | 100+ | 87- |
| Acifluorfen | 210 | C | 75- | 24 | 100+ | 100+ |
| Chlorimuron | 4,4 | C | 36- | 24 | 42- | 50+ |
| Cloransulam(C) | 8,8 | C | 74- | 52 | 24- | 55+ |
| C+flumetsulam | 8,8+3,5 | C | 91- | 15- | 33- | 36+ |
| Flumiclorac | 16 | C | 83- | 76+ | 69- | 70+ |
| Fomesafen | 210 | C | 73- | 43 | 76- | 100+ |
| Imazaquin | 70 | C | 84- | 33 | 45- | 76+ |
| Imazethapyr | 35 | C | 92 | 35 | 38- | 41+ |
| Lactofen | 112 | C | 21- | 34 | 66- | 87- |
| Acifluorfen | 210 | Z | 75- | 25 | 90+ | 100+ |
| Chlorimuron | 4,4 | Z | 83- | 28 | 68 | 99+ |
| Cloransulam(C) | 8,8 | Z | 34- | 15 | 43- | 50+ |
| C+flumetsulam | 8,8+3,5 | Z | 54- | 0- | 60+ | 0- |
| Flumiclorac | 16 | Z | 86- | 59+ | 66 | 71+ |
| Fomesafen | 210 | Z | 20- | 43 | 0- | 31- |
| Imazaquin | 70 | Z | 75- | 36 | 27- | 66+ |
| Imazethapyr | 35 | Z | 65- | 0- | 41- | 5- |
| Lactofen | 112 | Z | 60- | 15- | 35- | 83- |
| Testemunha | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DMS (5%) | | | 4 | 14 | 3 | 3 |

Tabela 2. Redução de massa fresca de quatro espécies após quatro semanas da aplicação em pós-emergência de formulações de glyphosate isoladas ou em misturas em tanque. Fonte: Norris et al. (2001).

| Herbicida | Dose g ha ⁻¹ | Formula- ção glyphosate | % | | | |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---|--|--|
| | | | <i>E.</i> <i>crus-</i> <i>galli</i> | <i>S.</i> <i>spi-</i> <i>nosa</i> | <i>I.</i> <i>lacu-</i> <i>nosa</i> | <i>S.</i> <i>exal-</i> <i>tata</i> |
| Glyphosate | 560 | M | 19 | 60 | 46 | 46 |
| Glyphosate | 560 | C | 26 | 61 | 45 | 44 |
| Glyphosate | 560 | Z | 28 | 60 | 48 | 43 |
| Acifluorfen | 210 | - | 14 | 33 | 56 | 36 |
| Chlorimuron | 4,4 | - | 16 | 34 | 52 | 31 |
| Cloransulam(C) | 8,8 | - | 17 | 50 | 29 | 32 |
| C+flumetsulam | 8,8+3,5 | - | 19 | 38 | 39 | 24 |
| Flumiclorac | 16 | - | 53 | 50 | 62 | 39 |
| Fomesafen | 210 | - | 43 | 20 | 73 | 83 |
| Imazaquin | 70 | - | 11 | 59 | 37 | 36 |
| Imazethapyr | 35 | - | 34 | 51 | 31 | 0 |
| Lactofen | 112 | - | 17 | 48 | 61 | 97 |
| Acifluorfen | 210 | M | 64+ | 39- | 74 | 83+ |
| Chlorimuron | 4,4 | M | 39 | 58- | 60- | 89+ |
| Cloransulam(C) | 8,8 | M | 67+ | 41- | 43- | 64 |
| C+flumetsulam | 8,8+3,5 | M | 87+ | 48- | 33- | 8- |
| Flumiclorac | 16 | M | 63 | 49- | 45- | 50- |
| Fomesafen | 210 | M | 42 | 55 | 72- | 96 |
| Imazaquin | 70 | M | 59+ | 57- | 59 | 48- |
| Imazethapyr | 35 | M | 64+ | 51- | 24- | 46+ |
| Lactofen | 112 | M | 63+ | 45- | 63- | 92 |
| Acifluorfen | 210 | C | 69+ | 38- | 85 | 94+ |
| Chlorimuron | 4,4 | C | 72- | 0- | 27- | 91+ |
| Cloransulam(C) | 8,8 | C | 64+ | 44- | 44- | 87+ |
| C+flumetsulam | 8,8+3,5 | C | 19- | 29- | 32- | 9- |
| Flumiclorac | 16 | C | 64 | 61- | 58- | 84+ |
| Fomesafen | 210 | C | 50 | 46- | 53- | 80 |
| Imazaquin | 70 | C | 36 | 54- | 65 | 93+ |
| Imazethapyr | 35 | C | 0- | 41- | 29- | 29- |
| Lactofen | 112 | C | 81+ | 37- | 14- | 38- |
| Acifluorfen | 210 | Z | 69+ | 34- | 68 | 87+ |
| Chlorimuron | 4,4 | Z | 72- | 47- | 46- | 96+ |
| Cloransulam(C) | 8,8 | Z | 64+ | 47- | 34- | 27- |
| C+flumetsulam | 8,8+3,5 | Z | 19- | 50- | 54- | 0- |
| Flumiclorac | 16 | Z | 64 | 65- | 49- | 9- |
| Fomesafen | 210 | Z | 50 | 53- | 5- | 51- |
| Imazaquin | 70 | Z | 36 | 47- | 55 | 30- |
| Imazethapyr | 35 | Z | 0- | 26- | 6- | 54+ |
| Lactofen | 112 | Z | 81+ | 0- | 35- | 61- |
| Testemunha | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DMS (5%) | | | 13 | 14 | 12 | 7 |

inibidores da ALS, e o antagonismo se manifesta mais na avaliação realizada quatro semanas após a aplicação do que na avaliação realizada duas semanas após a aplicação (Tabelas 1 e 2).

Por fim, os autores concluíram que a combinação de herbicidas seletivos com glyphosate aumentou o controle de espécies de folha larga de difícil controle e que a formulação do glyphosate é importante no comportamento das misturas. Além disto, afirmam que a mistura de herbicidas pode reduzir a necessidade de aplicações repetidas de glyphosate, o que pode ser benéfico, uma vez que nem sempre as condições climáticas permitem a aplicação do glyphosate.

É possível concluir que a mistura de herbicidas com glyphosate tem o comportamento afetado pela espécie de planta daninha, pelas diferentes formulações de glyphosate disponíveis no mercado e pelo herbicida que é misturado ao glyphosate. Embora o foco desta revisão seja a avaliação de possíveis efeitos antagonísticos que herbicidas utilizados em mistura em tanque podem causar à atividade do glyphosate, é importante considerar que no caso deste trabalho específico, o próprio glyphosate acaba causando um efeito antagonístico sobre a atividade do lactofen, como pode ser observado para o controle de *Sesbania exaltata*. Também se observa que avaliações de curta duração podem resultar em falsas interpretações do controle final da mistura, pois existem casos onde na avaliação inicial (duas semanas após a aplicação) os efeitos eram antagonísticos e passaram a ser nulos ou sinérgicos na avaliação final (quatro semanas após as aplicações) e vice-versa.

Shaw & Arnold (2002) estudaram glyphosate isolado e em mistura com acifluorfen, oxasulfuron, chlorimuron, cloransulam, fomesafen, imazaquin e pyrithiobac. Demonstraram que o controle de *Sorghum halepense* e de *Brachiaria platyphilla* pelo glyphosate não foi afetado pelos herbicidas seletivos aplicados em mistura. Em relação à *Ipomoea lacunosa*, o controle foi de zero (com glyphosate a 280 g i.a. ha⁻¹) para 67% (com glyphosate a 840 g i.a. ha⁻¹). Houve um efeito aditivo quando os herbicidas seletivos foram adicionados a 280 g ha⁻¹ de glyphosate. Quando o acifluorfen foi adicionado a 560 g ha⁻¹ de glyphosate, o controle da *Ipomoea* aumentou de 55% (com glyphosate sozinho) para 100% (na mistura). De forma similar, a adição de fomesafen ou acifluorfen a glyphosate (840 g ha⁻¹) aumentou o controle de 67% (glyphosate sozinho) para 90% (com glyphosate+fomesafen) e para 98% (com glyphosate+acifluorfen). Apenas as misturas em tanque de acifluorfen, oxasulfuron ou fomesafen com 840 g ha⁻¹ de glyphosate reduziram a matéria fresca de *I. lacunosa* comparados à glyphosate sozinho, quatro semanas após a aplicação dos tratamentos. A adição de chlorimuron e pyrithiobac a glyphosate (1120 g ha⁻¹) aumentou o controle de *Sesbania exaltata* para 88 e 99%, respectivamente, comparados a um controle de 45% com glyphosate sozinho, duas semanas

após o tratamento. Oxasulfuron, cloransulam, imazaquin e pyriithiobac foram antagonísticos para a redução do peso da matéria fresca de *Sesbania exaltata*.

Trabalhos conduzidos por três anos com misturas de glyphosate com acifluorfen, oxasulfuron, chlorimuron, fomesafen, oxasulfuron ou lactofen evidenciaram que *Echinochloa crusgalli* foi controlada no mínimo em 95% com glyphosate (840 e 1120 g e.a. ha⁻¹) e o controle não foi antagonizado por nenhuma das misturas. Aos 14 DAA, *Euphorbia heterophylla* e *Sida spinosa* foram controladas em pelo menos 90% com todos os tratamentos com glyphosate. O controle permaneceu maior que 90% aos 28 DAA em um de dois anos, mas em um ano o leiteiro foi controlado em 80% e a *S. spinosa* foi controlada em 43% com a dose alta do glyphosate. Acifluorfen, fomesafen ou lactofen (a 210 e 315 g ha⁻¹) aplicados com glyphosate aumentaram o controle de *E. heterophylla* para 91 a 95% e de *Ipomoea lacunosa* para 60 a 83%. Aos 14 DAA o controle de *I. lacunosa* na maioria dos casos aumentou quando glyphosate foi misturado com acifluorfen, fomesafen, lactofen, chlorimuron e oxasulfuron. O controle de *Sesbania exaltata* foi aumentado quando o glyphosate foi aplicado com os mesmos herbicidas assim como com oxasulfuron (a 39 e 59 g ha⁻¹) e chlorimuron (a 4,5 e 6,7 g ha⁻¹). Mas, aos 28 DAA, a melhora no controle de plantas daninhas com glyphosate e herbicidas para folhas largas foi observada apenas em um dos anos do trabalho, quando a *I. lacunosa* e *Sesbania exaltata* estavam maiores (15 a 18 cm) por ocasião da aplicação dos herbicidas. O glyphosate sozinho em 1998 controlou não mais do que 30% da *S. exaltata* e da *I. lacunosa*, e nas misturas com herbicidas de folhas largas o controle de *S. exaltata* foi consistente e superior a 80% quando na mistura com acifluorfen ou lactofen. A injúria na soja (28 DAA) consistia principalmente em clorose e redução do crescimento, e foi quantificada em 14, 13 e 23% para os tratamentos com acifluorfen, chlorimuron e lactofen, mas em não mais do que 6% para oxasulfuron e fomesafen. Quando o controle de plantas daninhas com glyphosate sozinho foi de pelo menos 85%, a adição de herbicidas para folhas largas não aumentou a produtividade da soja (Ellis & Griffin, 2003).

A mistura em tanque de glyphosate com diversos herbicidas (cloransulam-methyl, chlorimuron, imazamox, acifluorfen, fomesafen, lactofen, flumetsulam, carfentrazone) não aumentou significativamente o controle de *Setaria faberi*, *Amaranthus rudis*, *Chenopodium album* e *Abutilon theophrasti*, comparado com o controle obtido por glyphosate isolado. De forma similar, a adição de qualquer destes herbicidas em mistura em tanque não melhorou o controle de glyphosate sobre *Ipomoea hederacea*, quando as misturas foram aplicadas no estágio de 10 cm de desenvolvimento da planta daninha. No entanto, quando as aplicações foram realizadas com a *I. hederacea* no estágio de 20 cm de desenvolvimento houve melhor controle com as misturas glyphosate+lactofen, glyphosate +acifluorfen e glyphosate

+fomesafen em comparação ao glyphosate isolado (Bradley, 2004). Estes resultados sugerem que uma maior eficiência das misturas de glyphosate com outros herbicidas depende da espécie da planta daninha presente assim como do seu estágio de desenvolvimento no momento da realização das aplicações.

Tao et al. (2007) avaliaram a mistura de glyphosate+bentazon para o controle de canola RR, *Polygonum convolvulus* e trigo e concluíram que a mistura foi sinérgica para a canola RR e para *P. convolvulus*, mas foi antagonística para o controle de trigo. A eficácia de glyphosate+bentazon sobre canola RR foi aumentada pelo sulfato de amônio, por surfactante não iônico e por surfactante siliconado, mas foi levemente reduzida por óleo metilado de sementes ou concentrados oleosos de petróleo. Os ingredientes inertes da formulação de glyphosate (surfactantes catiônicos, NH_4 ou K) contribuíram para o sinérgismo de glyphosate com bentazon. Neste trabalho também avaliaram a mistura de glyphosate+quizalafop para o controle de milho RR e de *Abutilon theophrasti*, concluindo que a mistura foi aditiva para o controle de ambas as espécies.

Misturas de MSMA com glyphosate e glufosinate são muito usadas em algodão RR nos EUA. Contudo, a mistura de MSMA ao glyphosate não melhora o controle de plantas daninhas quando comparado com glyphosate isolado ou MSMA isolado. Inclusive, tem sido demonstrado que o MSMA antagoniza o glyphosate em termos de eficácia de controle para *Brachiaria ramosa*, *Echinochloa crusgalli*, *Sesbania exaltata* e *Amaranthus palmeri*. Concluiu-se que o antagonismo que o MSMA causa ao glyphosate em plantas como *B. ramosa*, *A. palmieri* e outras é causado pela redução na translocação do glyphosate e não por efeitos sobre a absorção do produto (Burke et al., 2007; Koger et al., 2007).

Os relatos de trabalhos conduzidos no Brasil com foco no controle em pós-emergência proporcionado por misturas de herbicidas contendo glyphosate são em pequeno número. A maior parte dos trabalhos enfoca, com maior ênfase, aspectos relacionados à seletividade das misturas para culturas.

Destacam-se trabalhos como os de Albert et al. (2004) que verificaram que glyphosate isolado ($0,42 \text{ kg e.a. ha}^{-1}$) aplicado sobre *Spermacoce latifolia* com quatro a seis pares de folhas definitivas proporcionou, no máximo, controle de 30%, ao passo que, quando em mistura com os herbicidas lactofen ($0,15 \text{ kg ha}^{-1}$), carfentrazone ($0,03 \text{ kg ha}^{-1}$) e flumioxazin ($0,05 \text{ kg ha}^{-1}$), passou a apresentar controle satisfatório da mesma. Os herbicidas lactofen e flumioxazin isolados ou em mistura com glyphosate proporcionaram redução de 100% da biomassa da planta daninha.

Valente et al. (2006) verificaram que as misturas de glyphosate+chlorimuron foram mais seletivas a soja geneticamente modificada (variedade CD-214 RR) quando aplicadas em estádios mais avançados da cultura.

Correia et al. (2006) em trabalhos com soja geneticamente modificada, observaram que a mistura de glyphosate com os herbicidas chlorimuron-ethyl e fomesafen resultou em sintomas leves de fitointoxicação, com recuperação das plantas já nos primeiros dias. Contudo, a associação de glyphosate aos herbicidas lactofen e flumioxazin causou severa intoxicação visual às plantas de soja, com necrose e pontos cloróticos nas folhas. Os efeitos fitotóxicos destas misturas foram mais agressivos do que aqueles observados com a aplicação isolada dos herbicidas. Mesmo assim, a altura das plantas e o acúmulo de massa não foram afetados pelos herbicidas, aplicados isolados ou em mistura, mostrando que as plantas, mesmo aquelas com maior fitointoxicação aparente, conseguiram recuperar o crescimento vegetativo.

Em experimento para o controle de diversas espécies de convolvuláceas em pós-emergência, Vidal et al. (2006) avaliaram o antagonismo/sinergismo, segundo o modelo multiplicativo, da associação de glyphosate com herbicidas inibidores da ALS (13 g ha⁻¹ de chlorimuron e 50 g ha⁻¹ de imazethapyr) ou da PROTOX (120 g ha⁻¹ de lactofen), quando da aplicação em plantas daninhas no estágio de quatro a oito folhas. As espécies controladas (>90%) com glyphosate isolado a 720 g ha⁻¹ foram *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea quamoclit* e *Merremia cissoides*. As espécies *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea nil*, *M. aegyptia* e *Ipomoea purpurea* não foram controladas (<70%) por esta dose de glyphosate. Nenhuma das espécies foi controlada (<80%) com os herbicidas inibidores de PROTOX ou de ALS aplicados isoladamente nas doses utilizadas. A associação de glyphosate com chlorimuron ou imazethapyr propiciou sinergismo suficiente para o controle (>90%) de *I. grandifolia*. A associação de glyphosate com chlorimuron propiciou sinergismo suficiente para o controle (>90%) de *M. aegyptia*. Foram verificados antagonismos entre glyphosate e lactofen no controle de *I. grandifolia*; também para glyphosate com chlorimuron ou imazethapyr no controle de *I. nil*, e ainda para glyphosate+imazethapyr no controle de *I. purpurea*.

Penckowski & Podolan (2007a) verificaram que as misturas de glyphosate potássico com lactofen, fomesafen, flumiclorac-pentyl ou flumioxazin tenderam a reduzir o controle de *Spermacoce latifolia* (aplicações no estágio de duas a quatro folhas) em comparação com aplicações de glyphosate potássico isolado. Com relação à fitointoxicação na soja BRS 247 RR, os sintomas de injúria, caracterizados pela necrose de folhas, foram evidentes para todas as misturas, observando-se uma ordem decrescente de magnitude nos tratamentos com flumioxazin, flumiclorac, lactofen e fomesafen.

Com relação à tolerância diferencial de variedades de soja RR a tratamentos contendo glyphosate em misturas com outros herbicidas, informações não publicadas (Adegas & Brighenti, 2007 – comunicação pessoal) destacam a importância de se considerar a variedade utilizada. Em trabalho conduzido em parcelas subdivididas, foram avaliados como fator da

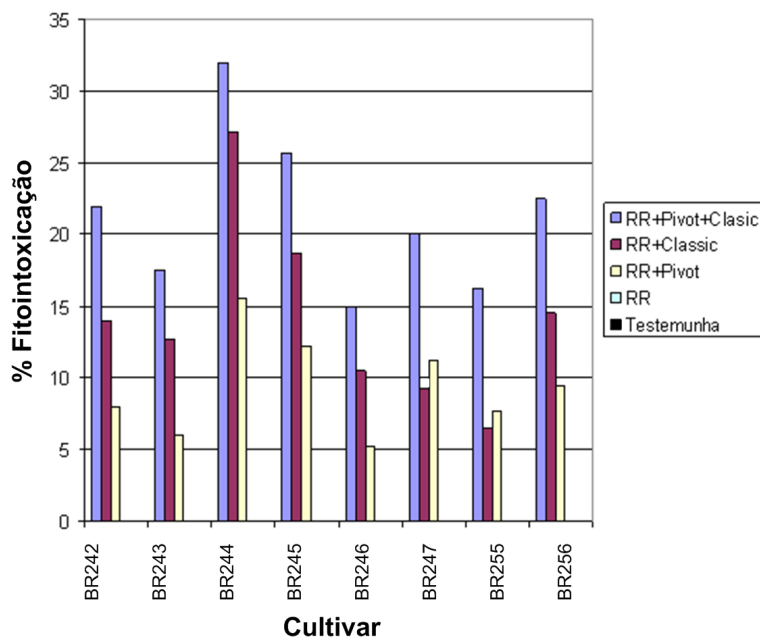


Figura 1. Variabilidade de fitointoxicação em variedades de soja geneticamente modificadas para resistência à glyphosate em resposta a aplicações de misturas de herbicidas em pós-emergência. Fonte: Adegas & Brighenti – Comunicação pessoal.

parcela nove variedades de soja RR, e como fator da subparcela tratamentos herbicidas com glyphosate isolado (Roundup Ready), ou em misturas em tanque com imazethapyr (Pivot), chlorimuron (Classic), e com imazethapyr+chlorimuron, além de uma testemunha capinada. A aplicação dos herbicidas foi realizada quando a soja se encontrava em V3-V4. Seus resultados indicam que as injúrias (Figura 1) e a produtividade (Figura 2) da soja variam em função das variedades e das diferentes misturas utilizadas, reafirmando a necessidade de trabalhos que quantifiquem com precisão a reação das cultivares RR disponíveis no mercado nacional para que possam ser realizadas aplicações seguras do ponto de vista de seletividade.

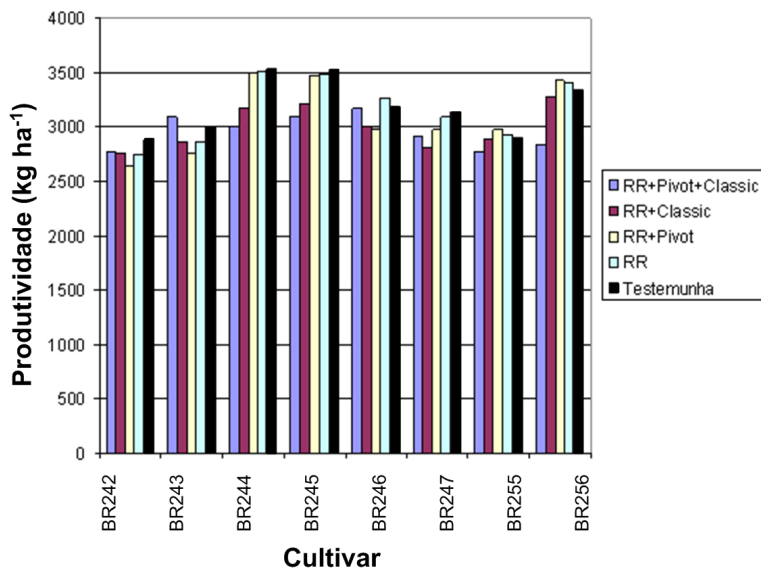


Figura 2. Produtividade de variedades de soja geneticamente modificadas para resistência à glyphosate em resposta a aplicações de misturas de herbicidas em pós-emergência. Fonte: Adegas & Brighenti – Comunicação pessoal.

3.3 Trabalhos abordando a ação residual e de pós-emergência das misturas

Monquero et al. (2001) afirmam que o uso intensivo de glyphosate como herbicida não seletivo tem selecionado espécies de plantas daninhas tolerantes. Desta forma, é importante que sejam estudadas misturas em tanque com herbicidas de mecanismos de ação alternativos e que apresentem efeitos sinérgicos ou aditivos. Por esta razão, instalaram experimento composto por 13 tratamentos, em casa de vegetação em Piracicaba, SP, com as plantas daninhas *Richardia brasiliensis*, *Commelina benghalensis*, *Amaranthus hybridus*, *Galinsoga parviflora* e *Ipomoea grandifolia*. Os tratamentos foram compostos por misturas em tanque dos herbicidas chlorimuron-ethyl, sulfentrazone, carfentrazone, bentazon ou flumioxazin com glyphosate. As interações foram aditivas para as plantas daninhas *I. grandifolia* e *C. benghalensis*, e os herbicidas flumioxazin, sulfentrazone e carfentrazone aplicados isoladamente e em mistura com glyphosate foram os que proporcionaram os melhores níveis de controle. A interação de glyphosate com sulfentrazone foi antagônica em *R. brasiliensis*; a mistura de glyphosate com os demais herbicidas estudados foi aditiva, sendo

os tratamentos com mistura de glyphosate e chlorimuron-ethyl ou flumioxazin os mais eficazes. Em *A. hybridus*, os tratamentos que apresentaram melhores níveis de controle foram o glyphosate e carfentrazone, aplicados isoladamente, e a mistura de glyphosate com flumioxazin, sulfentrazone, chlorimuron-ethyl e bentazon, sendo estas interações aditivas. No caso de *G. parviflora*, os tratamentos com flumioxazin e sulfentrazone apresentaram controle total, o mesmo acontecendo com as misturas de glyphosate com carfentrazone, flumioxazin, sulfentrazone, chlorimuron-ethyl ou bentazon.

Em três trabalhos (Rodrigues et al., 2002a,b,c) visando o controle de plantas daninhas e a seletividade para soja RR de glyphosate isolado ou em misturas com lactofen, imazaquin, imazethapyr, chlorimuron e trifluralin+imazaquin não foram observadas injúrias severas na soja, com total recuperação das plantas de soja RR. Em um dos três experimentos, foram observados índices de toxicidade de 15 a 20% na soja para a mistura glyphosate+lactofen, com posterior recuperação. Em relação ao controle de plantas daninhas de mais difícil controle, observou-se que para *Commelina benghalensis* a associação de glyphosate+lactofen foi semelhante ao controle das maiores doses (960 g ha⁻¹) de glyphosate isolado e melhor do que a menor dose (480 g ha⁻¹) deste herbicida. Para *Euphorbia heterophylla*, os melhores tratamentos foram glyphosate isolado nas maiores doses (960 g ha⁻¹) e também com as misturas de glyphosate+lactofen e glyphosate+imazaquin. Nas misturas, as doses de glyphosate foram a partir de 460 g ha⁻¹.

Gazziero (2006) mostra que a adição de diclosulam incrementou a atividade dos herbicidas dessecantes (glyphosate e 2,4-D). O experimento evidenciou que a aplicação de diclosulam a 30 g ha⁻¹ com glyphosate é uma alternativa para uso em programas de controle de plantas daninhas em soja geneticamente modificada para resistência ao glyphosate. As misturas de chlorimuron, lactofen e clethodim foram antagônicas ao glyphosate, reduzindo drasticamente o nível de controle das plantas infestantes. As plantas presentes nesta área eram *C. benghalensis*, *E. heterophylla*, *B. pilosa*, *A. tenella* e *B. plantaginea*.

Em outro trabalho realizado por Penckowski & Podolan (2007b), foram avaliados tratamentos com glyphosate isolado ou em misturas com cloransulam, chlorimuron e imazethapyr (mistura formulada e mistura em tanque), lactofen ou fomesafen, além de um tratamento-padrão composto por pela mistura tripla de cloransulam+imazethapyr+lactofen, todas aplicadas no estádio V4 da soja CD 214 RR, e com as plantas daninhas de folhas largas no estádio entre duas a oito folhas e as folhas estreitas no estádio entre uma a cinco perfolhos. Foram ainda avaliadas as misturas de glyphosate com imazaquin, diclosulam e flumetsulam aplicadas no estádio V2 da soja, quando as plantas daninhas de folhas largas se encontravam entre duas e seis folhas e as de folha estreita entre uma e três

folhas. Como resultado, observou-se que para *Ipomoea grandifolia* os herbicidas lactofen, fomesafen e flumetsulam apresentaram antagonismo na ação de controle do glyphosate, sendo estas misturas inferiores aos demais tratamentos, os quais foram considerados eficientes. Para esta planta daninha, as duas misturas de glyphosate+imazethapyr, assim como a de glyphosate+cloransulam foram superiores à menor dose (540 g e.a. ha⁻¹) e equivalentes à maior dose (1080 g e.a. ha⁻¹) de glyphosate isolado. Para o controle de *Euphorbia heterophylla*, as misturas de glyphosate com lactofen ou com flumetsulam foram inferiores aos demais tratamentos. Em relação à *Galinsoga parviflora*, *Amaranthus viridis* e *Digitaria horizontalis* todos os tratamentos apresentaram controles eficientes e semelhantes entre si. Para *Brachiaria plantaginea* as misturas de glyphosate com chlorimuron ou com flumetsulam foram inferiores aos demais tratamentos, sugerindo um efeito de antagonismo em relação ao glyphosate isolado, o qual resultou em 100% de controle, em qualquer uma das doses isoladas avaliadas. Os autores concluem que as condições observadas neste experimento não justificariam o uso da mistura de glyphosate com outros herbicidas para o melhor controle das plantas daninhas presentes, pois, além de não se observar melhor eficiência nas misturas, em alguns casos ocorreu ainda antagonismo.

Com relação à seletividade para a variedade CD 214 RR, a ordem decrescente de fitotoxicidade das misturas foi lactofen, fomesafen, chlorimuron, imazethapyr, flumetsulam, diclosulam e cloransulam. Os sintomas para lactofen foram os mesmos observados costumeiramente na soja convencional. Já para as misturas de glyphosate com chlorimuron, imazethapyr, fomesafen, e principalmente com flumetsulam e diclosulam os sintomas foram superiores aos comumente observados em soja convencional.

4. Misturas em Tanque com Nutrientes

Há vários relatos na literatura de cátions divalentes, trivalentes e alguns monovalentes que podem ser encontrados em águas “duras” antagonizando a eficiência de glyphosate. Isto ocorre, de modo geral, porque o glyphosate, como muitos outros ácidos fosfônicos, age como um agente quelante, e forma complexos estáveis com cátions metálicos divalentes e trivalentes. A eficiência do glyphosate é reduzida porque os complexos metal-glyphosate reduzem a absorção ou a translocação para os tecidos tratados (Bernards et al., 2005c).

Os efeitos das águas “duras” são variáveis, entre outros fatores, em função do tipo de cátion presente, o pH da solução, o volume de aplicação, a relação entre a quantidade de glyphosate e o cátion, pela presença de adjuvantes, surfactantes e quelantes.

4.1 Manganês

Nos Estados Unidos, é relatada a ocorrência de deficiência de Mn em soja quando ela é cultivada em solos de pH alto ou de pouco crescimento da raiz, o que pode ocorrer durante períodos mais frios (Thelen & Bernardts, 2006). Uma vez que os sintomas de deficiência de Mn aparecem com frequência próximos da época de aplicação do herbicida em pós-emergência, em soja RR, produtores tendem a preferir misturas em tanque de glyphosate e fertilizantes à base de Mn.

As aplicações foliares de Mn têm apresentado antagonismo na eficiência do glyphosate sobre algumas espécies de plantas daninhas (Bernardts et al., 2005c,a) como *Abutilon theophrasti*, embora para algumas outras plantas avaliadas não tenham sido observados efeitos antagonísticos, como *Setaria faberi* e *Chenopodium album* (Bernardts et al., 2005a). O antagonismo com Mn é intensificado à medida que a dose de Mn é aumentada e que a dose de glyphosate é diminuída (Bernardts et al., 2005c).

O antagonismo do Mn varia em função da fonte do nutriente: por exemplo Mn-EDTA não interfere com o glyphosate; já sulfato de Mn reduz a absorção, a translocação e a eficácia. São mencionados ainda outros trabalhos nos quais há antagonismo de glyphosate com Ca, Fe, Mg e Zn (Bernardts et al., 2005c).

As sugestões para contornar o problema do antagonismo do Mn em mistura com glyphosate apresentadas por Thelen & Bernardts (2006) são: se a pressão de plantas daninhas for baixa, usar Mn na forma de quelatos, junto com sulfato de amônio; se for alta, usar em aplicações separadas.

Reduções no controle causadas pelo Mn puderam também ser superadas para algumas espécies de plantas daninhas com o aumento da dose de glyphosate, mas o controle de *Chenopodium album* foi efetivo com qualquer dose de glyphosate (Bailey et al., 2002).

Staton (2007) argumenta que para evitar o antagonismo do glyphosate com sulfato de manganês, o método mais seguro é fazer aplicações separadas, aplicando sempre o manganês antes do glyphosate. Se houver necessidade de fazer mistura em tanque, usar o manganês na forma quelatada (EDTA-Mn). Recomendam também observar a formulação de glyphosate: caso não contiver surfactante, adicionar surfactante não iônico a 0,25% v/v. Mesmo para as formulações que contém surfactante, adicionar 0,25% v/v de surfactante não iônico pode melhorar a performance sob condições adversas. Ao testar diversos condicionadores de água, concluíram que a melhor opção foi o sulfato de amônio puro.

4.2 Nitrogênio

Pedrinho Junior et al. (2002) desenvolveram trabalho com o objetivo de estudar a influência do momento da chuva após a aplicação do herbicida glyphosate isolado e em mistura com adjuvantes (uréia, óleo vegetal ou sulfato de amônio), na dessecação de plantas daninhas, em duas épocas do

ano: inverno de 2000 (junho – agosto) e verão de 2001 (janeiro – março). Concluíram que os resultados podem variar de acordo com a época de utilização do glyphosate, isto é, a utilização de adjuvantes na calda de pulverização não beneficiou o desempenho do glyphosate no controle das plantas daninhas no inverno. Por outro lado, a adição de uréia é uma boa alternativa para o controle de plantas daninhas no verão, em situações sujeitas à chuva até duas horas após a aplicação.

O sulfato de amônio aumenta a toxicidade do glyphosate por neutralizar o antagonismo decorrente do sódio e do cálcio. A adição de sulfato de amônio na calda previne o antagonismo ocasionado ao glyphosate pelos íons presentes na água, evitando formação de sais de cálcio e de magnésio de glyphosate, os quais são pouco absorvidos pelas plantas. O efeito do sulfato de amônio é superior ao do nitrato de amônio (Vargas & Roman, 2006).

O acréscimo de sulfato de amônio à calda aumentou a eficácia, absorção e a translocação de glyphosate nas misturas com Mn (Bernards et al., 2005a).

Bradley et al. (2000) concluíram que a aplicação de glyphosate ($0,43 \text{ kg ha}^{-1}$) + sulfato de amônio resultou em maior controle do sorgo do que o glyphosate isolado. No entanto, quando o glyphosate foi aplicado a $0,86 \text{ kg ha}^{-1}$, adição de sulfato de amônio não aumentou o controle do sorgo. A reduzida atividade do glyphosate a $0,43 \text{ kg ha}^{-1}$ na ausência de sulfato de amônio ocorreu provavelmente devido à abundância de cátions na água, que associados às moléculas de glyphosate acabaram reduzindo a absorção pelas plantas.

Tao et al. (2007) também relatam que os ingredientes inertes da formulação de glyphosate (surfactantes catiônicos, NH_4 ou K) contribuíram para o sinergismo deste herbicida quando em mistura com bentazon.

4.3 Outras misturas com nutrientes

Não se observou nenhuma interação entre boro, diflubenzuron e glyphosate, em termos de injúria e de produtividade de soja RR (Prostko et al., 2003).

Brighenti et al. (2006) realizaram dois experimentos com o objetivo de avaliar o controle de plantas daninhas na dessecação em pré-semeadura da soja e do girassol, por meio de aplicações de herbicidas dessecantes, isolados ou em combinação com boro, bem como a resposta destas culturas à aplicação deste micronutriente. Nas parcelas foram testados os tratamentos herbicidas para dessecação, e as subparcelas dos dois experimentos foram constituídas pela ausência ou presença de B, junto à calda de pulverização, utilizando como fonte o ácido bórico [H_3BO_3 - 17% B]. A adição de ácido bórico à calda de pulverização não prejudicou o controle das plantas daninhas pelos tratamentos dessecantes que continham glyphosate, mas prejudicou o tratamento com a mistura formulada de paraquat + diuron.

Concluíram que é viável a aplicação de herbicidas dessecantes e ácido bórico, controlando as plantas daninhas em pré semeadura e aumentando o teor de B no solo e nas plantas de soja e de girassol.

Sódio e cálcio antagonizam o glyphosate pela formação de sais. A formação de sais, embora não afete a retenção do produto pelas folhas, reduz a absorção, independente do surfactante utilizado (Nalewaja et al., 1996).

De forma geral, a mistura de fontes de nutrientes para aplicação via foliar só deve ser efetuada mediante resultados de pesquisa que comprovem a não ocorrência de antagonismo da atividade de glyphosate no controle de plantas daninhas.

5. Considerações Finais

Não há, à priori, ainda, uma forma de antever a resposta de misturas em tanque de glyphosate com outros herbicidas. Este fato se deve ao fato das respostas variarem em função da formulação de glyphosate empregada, do tipo e formulação dos outros herbicidas agregados à mistura, da época de aplicação em relação ao estágio de desenvolvimento da planta daninha, das doses empregadas e do grau de dificuldade de controle da espécie em questão pelo glyphosate.

O fato de uma mistura antagonizar a eficácia do glyphosate para uma determinada espécie de planta daninha não significa que o mesmo comportamento será observado para outras espécies, podendo, inclusive, ocorrer o contrário, isto é, um efeito sinérgico. Desta forma, passam a ser necessárias informações precisas dos efeitos das misturas sobre cada espécie de importância do complexo de plantas daninhas de uma determinada área para se fazer a análise da relação custo/benefício. Tais informações só podem ser obtidas pela condução de experimentos em condições que devem ser as mais próximas possíveis daquela condição que necessita ser manejada no campo.

Contudo, a grande maioria dos trabalhos descritos nesta revisão aponta no sentido de que há maior estabilidade em relação ao controle quando são utilizadas doses mais elevadas de glyphosate nas misturas. Neste caso, existe uma tendência de que sejam minimizados os efeitos negativos causados pelo antagonismo de algumas misturas em tanque. Além disto, várias espécies de plantas daninhas podem não ser convenientemente controladas com a utilização de glyphosate isolado. Nestes casos, as misturas realmente representam um benefício em termos de controle, ficando as possíveis questões de antagonismo de outros herbicidas ao glyphosate restritas àquelas espécies onde o produto tem maior eficácia.

A compilação das informações indica que a utilização de glyphosate em mistura com outros herbicidas em aplicações para dessecação antecedendo

o plantio das culturas na maioria dos casos é benéfica. Nesta situação, normalmente ocorrem plantas de difícil controle pelo glyphosate em avançado estágio de desenvolvimento. Como as doses de glyphosate nestas situações são mais elevadas, a probabilidade de ocorrência de antagonismo é menor e no cômputo líquido o benefício acaba sendo maior.

Já nas aplicações em pós-emergência da soja RR, o uso de misturas representa uma importante opção para o controle das plantas daninhas mais tolerantes ao glyphosate, para os casos comprovados de biótipos resistentes e para os casos de áreas com diversos fluxos de emergência de plantas daninhas. Nestes casos, uma possibilidade viável é a realização de aplicações sequenciais. Por outro lado, a ocorrência do antagonismo para o controle das demais plantas daninhas pode ser mais frequente, visto que normalmente as doses de glyphosate empregadas são mais baixas. Além disto, a fitointoxicação provocada pelas misturas, que é usualmente maior do que aquela provocada pelo glyphosate isolado, pode levar à redução do controle cultural, imposto pela cultura, resultando em menores eficiências, mesmo que inicialmente o controle tenha sido superior nas misturas em comparação com glyphosate isolado.

Também é fato que o controle de plantas daninhas (principalmente espécies de folhas largas mais problemáticas) pelo glyphosate isolado em aplicações após a emergência das lavouras transgênicas é mais eficiente quando é realizado com as plantas em estádios iniciais de desenvolvimento (duas a quatro folhas). Em alguns casos, mesmo o glyphosate sendo eficiente para o controle de plantas daninhas em estádios mais avançados, a interferência precoce pode já ter provocado reduções do potencial de produtividade da cultura. Assim, quando da realização da dessecação que antecede o plantio direto das culturas, a utilização de herbicidas com efeito residual pode representar uma excelente opção para prevenir a interferência precoce e permitir a aplicação do glyphosate em épocas mais tardias do ciclo da cultura. As aplicações de glyphosate realizadas mais próximas ao fechamento reduzem as injúrias para a cultura, maximizando o efeito de controle cultural, o que pode resultar em menor número de aplicações durante o ciclo da cultura. Neste caso, ainda existe o benefício adicional de, levando-se em conta o efeito residual no início do ciclo, postergar-se a emergência dos fluxos seguintes de plantas daninhas, o que resulta no fato de que as aplicações de glyphosate acabam sendo realizadas com as plantas daninhas ainda em um estágio precoce de desenvolvimento, potencializando a ação do produto. Finalmente, a utilização de misturas de herbicidas na dessecação, tendo ação residual ou não, é uma importante ferramenta para o controle de plantas daninhas tolerantes e resistentes ao glyphosate nas culturas RR.

Apesar dos riscos de antagonismo nas misturas de glyphosate com outros herbicidas, as misturas se justificam em diversas situações, tais como quando existe a necessidade de uma dessecação mais veloz antecedendo o

plântio direto, para controlar e prevenir a seleção de espécies tolerantes e resistentes, pelo desejo de obter-se atividade residual no início do ciclo suficiente para reduzir a interferência precoce e a emergência de novos fluxos de infestação e também por representarem uma economia nos custos operacionais, pela menor número de aplicações.

Por enquanto, a utilização de misturas em tanque de herbicidas contendo glyphosate em pós-emergência da soja RR só deve ser feita em áreas onde comprovadamente a eficiência do glyphosate não é satisfatória. Portanto, sua utilização em larga escala ainda carece da geração de dados que permitam o seu uso com segurança. Porém, como visto, nas misturas onde o glyphosate tem sido utilizado em doses mais altas, os benefícios são mais evidentes. Isto demonstra que as misturas de herbicidas com glyphosate apresentam uma maior segurança para utilização em áreas de dessecação pré-plantio das culturas ou em jato dirigido em culturas perenes e anuais cultivadas com maior espaçamento entre linhas.

Referências

- Albert, L.H.B.; Nicolai, M.; Carvalho, S.J.P.; Christoffoleti, P.J. & Karam, D., Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de *Spermacoce latifolia* AUBL. *Boletim Informativo Ciência das Plantas Daninhas*, 10:224, 2004.
- Alcântara, E.N. & Silva, F.M.A., Controle de plantas daninhas em cafeeiros com metsulfuron e em mistura com glyphosate. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 477.
- Alves, L.W.R. & Guimarães, R.C., Eficácia dos herbicidas sulfentrazone, carfentrazone e flumioxazin associados ao glyphosate para controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 471.
- Bailey, W.A.; Poston, D.H.; Wilson, H.P. & Hines, T.E., Glyphosate interactions with manganese. *Weed Technol*, 16:792-799, 2002.
- Bernards, M.L.; Thelen, K.D. & Penner, D., Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. *Weed Technol*, 19:27-34, 2005a.
- Bernards, M.L.; Thelen, K.D.; Penner, D.; Muthukumar, R.B. & McCracken, J.L., Glyphosate interaction with manganese in tank mixtures and its effect on glyphosate absorption and translocation. *Weed Sci*, 53:787-794, 2005c.
- Bizzi, A.F. & Andres, A., Eficiência do herbicida chlorimuron-ethyl aplicado no sistema desseque e plante na cultura da soja. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 444.

- Bizzi, A.F.; Roman, E.S. & Andres, A., Sistema desseque e plante na cultura da soja. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 443.
- Boerboom, C.M.; Doll, J.D.; Flashinski, C.R.; Grau, C.R. & Wedberg, J.L., Pest Management in Wisconsin Crop Fields. Bulletin, Cooperative Extension Services, Madison, USA, 1999. 196 p.
- Bradley, K., Evaluation of the utility of glyphosate tank-mix partners in Roundup Ready soybean. Field Report Day, Greenley Memorial Research Center, 2004. Disponível em <http://aes.missouri.edu/greenley/fieldday/2004/page13.stm>. Consultado em 13/06/2007.
- Bradley, P.R.; Johnson, W.G. & Smeda, R.J., Response of sorghum (*Sorghum bicolor*) to atrazine, ammonium sulphate, and glyphosate. *Weed Technol*, 14:15-18, 2000.
- Brighenti, A.M.; Castro, C.; Menezes, C.C. & Oliveira F. A.; Fernandes, P.B., Aplicação simultânea de dessecantes e boro no manejo de plantas daninhas e na nutrição mineral das culturas de soja e girassol. *Planta Daninha*, 24:797-804, 2006.
- Brighenti, A.M.; Da Silva, J.F.; Lopes, N.F.; Cardoso, A.A. & Ferreira, L.R., Controle químico da losna em plantio direto de trigo. *Planta Daninha*, 12:3-8, 1994.
- Bueno, A.F.; Carvalho, J.C.; Nonino, H.L.; Camillo, M.F. & Guimarães, J.R., Combinação de diclosulam e glyphosate + 2,4-d-amina na dessecação de plantas daninhas em soja resistente à glyphosate. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 392.
- Burke, I.C.; Koger, C.H.; Reddy, K.N. & Wilcut, J.W., Reduced translocation is the cause of antagonism of glyphosate by MSMA in browntop millet (*Brachiaria ramosa*) and palmer amaranth (*Amaranthus palmerii*). *Weed Technol*, 21:166-170, 2007.
- Buzatti, W.J.S. & Gazziero, D.P., Manejo com glyphosate + 2,4-D em diferentes épocas no plantio da soja RR. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 416.
- Carreira, S.A.M.; Constantin, J.; Marchiori Jr., O.; Oliveira Jr., R.S. & Pagliari, P.H., Misturas para a operação de aplique-plante para a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill). In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 446.

- Carvalho, F.T.; Mendonça, M.R.; Peruchi, M. & Palazzo, R.R.B., Eficácia de herbicidas no manejo de *Euphorbia heterophylla* para o plantio direto de soja. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 1:159-165, 2000.
- Carvalho, F.T.; Mendonça, M.R.; Peruchi, M. & Palazzo, R.R.B., Eficácia de herbicidas no manejo de *Euphorbia heterophylla* para o plantio direto de milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 2:65-71, 2001.
- Carvalho, J.A.; Ribeiro, F.F.; Brito, C.H. & Cunha, J.R., Eficácia e seletividade da mistura tripla de flumioxazin, diclosulam e glyphosate na dessecação para semeadura da soja. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 445.
- Cavenaghi, A.L.; Castro, R.D.; Guimarães, S.C.; Silva, H.J. & Ribeiro, P.C., Avaliação de programas de manejo de plantas daninhas em soja transgênica. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 399.
- Christoffoleti, P.J.; Montezuma, M.C.; Galli, A.J.; Sperandio, P.H.; Moreira, M.S. & Nicolai, M., Herbicidas alternativos para o controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* supostamente resistentes ao herbicida glyphosate. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 553.
- Cobucci, T.; Portela, C.M.O.; Silva, W. & Neto Monteiro, A., Efeito residual de herbicidas em pré-plantio do feijoeiro, em dois sistemas de aplicação em plantio direto e sua viabilidade econômica. *Planta Daninha*, 22:583-590, 2004.
- Colby, S.R., Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. *Weeds*, 15:20-22, 1967.
- Constantin, J.; Oliveira Jr., R.S.; Martins, M.C.; Lopes, P.V. & Barroso, A.L.L., Dessecação em áreas com grande cobertura vegetal: alternativas de manejo. *Informações Agronômicas Potafós*, 111:7-9, 2005.
- Correia, N.M.; Tambelini, M.V. & Leite, G.J., Seletividade de soja tolerante a glyphosate a diferentes herbicidas aplicados isolados e em misturas. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 181.
- Corrigan, K.A. & Harvey, R.G., Glyphosate with and without residual herbicides in no-till glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technol*, 14:569-577, 2000.

- Costa, E.A.D.; Burga, C.A. & Matallo, M.B., Eficácia de flumioxazin aplicado em associação com glyphosate no controle de plantas daninhas. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 625.
- Culpepper, A.S., Glyphosate-induced weed shifts. *Weed Technol*, 20:277–281, 2006.
- Dirks, J.T.; Johnson, W.G.; Smeda, R.J.; Wiebold, W.J. & Massey, R.E., Reduced rates of sulfentrazone plus chlorimuron and glyphosate in no-till, narrow-row, glyphosate-resistant *Glycine max*. *Weed Sci*, 48:618–627, 2000.
- Ellis, J.M. & Griffin, J.L., Glyphosate and broadleaf herbicide mixtures for soybean (*Glycine max*). *Weed Technol*, 17:21–27, 2003.
- Fernandes, M.F.; Paula, J.M.; Silva, O.A.B. & Vieira, S.S., Eficiência da mistura de 2,4-D e glyphosate na dessecação sequencial na cultura da soja RR. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 413.
- Ferri, M.V.W. & Eltz, F.L.F., Semeadura direta da cultura de aveia-preta em campo nativo dessecado com herbicidas. *Planta Daninha*, 16:127–136, 1998.
- Flint, J.L.; Cornelius, P.L. & Barret, M., Analyzing herbicide interactions: a statistical treatment of Colby's method. *Weed Technol*, 2:304–309, 1988.
- Galli, A.J.B. & Carvalho, J.E.B., Misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas anuais na cultura de citrus (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Planta Daninha*, 8:45–51, 1985.
- Gazziero, D.L.P., Utilização de diclosulam no programa de controle de plantas daninhas em soja resistente ao glyphosate. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 417.
- Gazziero, D.P., *Manejo de plantas daninhas em áreas cultivadas com soja geneticamente modificada para resistência ao glyphosate*. Tese de doutorado, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2003. 143 p.
- Grey, T., Utility of residual herbicides in no-till double-crop glyphosate-resistant soybean production. *Crop Management (Online)*, 2007. Disponível em <http://199.86.26.72/sub/cm/research/2007/residual/table.asp>.
- Heatherly L. G. Reddy, K.N. & Spurlock, S.R., Weed management in glyphosate-resistant and non-glyphosate-resistant soybean grown continuously and in rotation. *Agron J*, 97:568–577, 2005.

- Hutchinson, P.J.S.; Tonks, D.J. & Beutler, B.R., Efficacy and economics of weed control programs in glyphosate-resistant potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technol*, 17:854–865, 2003.
- Hydrick, D.E. & Shaw, D.R., Effects of tank-mixture combinations of non-selective foliar and selective foliar-applied herbicides on three weed species. *Weed Technol*, 8:129–133, 1994.
- Jarentchuck, C.C.; Constantin, J.; Oliveira Jr., R.S.; Biffe, D.F.; Alonso, D.G. & Arantes, J.G.Z., Efeito de sistemas e manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da cultura da soja. *Acta Sci Agron*, 30:449–455, 2008.
- Koger, C.H.; Burke, I.C.; Donnie, K.M.; Kendig, J.A.; Reddy, K.N. & Wilcut, J.W., MSMA antagonizes glyphosate and glufosinate efficacy on broadleaf and grass weeds. *Weed Technol*, 21:159–165, 2007.
- Kudsk, P. & Mathiassen, S.K., Joint action of amino acid biosynthesis-inhibiting herbicides. *Weed Res*, 44:313–322, 2003.
- Matallo, M.B.; Costa, E.A.D. & Burga, C.A., Eficiência do herbicida flumioxazin aplicado em associação com glyphosate no controle de plantas daninhas sob diferentes simulações de molhamento. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 626.
- Menezes, C.C.; Procópio, S.O.; Pires, F.R.; Barroso, A.L.L.; Cargnelluti Filho, A.; Carmo, E.L. & Caetano, J.O., Eficácia de imazethapyr e chlorimuron-ethyl em aplicações de pré-semeadura da cultura da soja. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 379.
- Meschede, D.K.; Oliveira Jr., R.S.; Constantin, J. & Scapim, C.A., Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura. *Planta Daninha*, 20:381–387, 2002.
- Meschede, D.K.; Oliveira Jr., R.S.; Constantin, J. & Scapim, C.A., Período anterior à interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. *Planta Daninha*, 22:239–246, 2004.
- Monquero, P.A.; Christoffoleti, P.J.; Osuna, M.D. & De Prado, R.A., Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. *Planta Daninha*, 22:445–451, 2004.
- Monquero, P.A.; Christoffoleti, P.J. & Santos, C.T.D., Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. *Planta Daninha*, 19:375–380, 2001.
- Moreira, M.S.; Nicolai, M.; Carvalho, S.J.P. & Christoffoleti, P.J., Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, 25:157–164, 2007.

- Nalewaja, J.D.; Devilliers, B. & Matysiak, R., Surfactant and salt affect glyphosate retention and absorption. *Weed Res*, 36:241–247, 1996.
- Nonino, H.L.; Carvalho, J.C. & Damico, J.C., Programas de manejo com glyphosate e 2,4-D amina em combinações com diclosulam na dessecação de plantas daninhas na cultura da soja resistente à glyphosate. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 394.
- Norris, J.L.; Shaw, D.R. & Snipes, C.E., Weed control from herbicide combinations with three formulations of glyphosate. *Weed Technol*, 15:552–558, 2001.
- Oliveira, A.R.; Freitas, S.P. & Vieira, H.D., Controle químico de trapoeiras na região norte do estado do Rio de Janeiro. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 629.
- Osipe, R.; Sanches, W.; Zandonade, D.; Licorini, L.R. & Bueno, A.R., Comportamento do herbicida Alteza aplicado no manejo da cultura da soja. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 412.
- O'Sullivan, P.A. & O'Donovan, J.T., Interaction between glyphosate and various herbicides for broadleaved weed control. *Weed Res*, 20:255–260, 1980.
- Pedrinho Junior, A.F.F.; Piva, F.M.; Martini, G.; Felici, G.V. & Durigan, J.C., Influência da chuva na eficácia do glyphosate em mistura com adjuvantes na dessecação de plantas daninhas. *Planta Daninha*, 20:263–271, 2002.
- Penckowski, L.H. & Podolan, M.J., Mistura de tanque de herbicidas latifolicidas com glyphosate no controle de erva-quente em soja Roundup Ready. Relatório Interno de Pesquisa, Fundação ABC, Setor de Herbologia, 2007a. 4 p.
- Penckowski, L.H. & Podolan, M.J., Misturas de tanque de herbicidas latifolicidas com glyphosate no controle de plantas daninhas em soja Roundup Ready. Relatório Interno de Pesquisa, Fundação ABC, Setor de Herbologia, 2007b. 8 p.
- Penckowski, L.H. & Rocha, D.C., *Guia ilustrativo de identificação e controle de espécies de trapoeiras*. Castro, PR: Fundação ABC, 2006.
- Pereira, E.S.; Velini, E.D.; Carvalho, L.R. & Maimoni-Rodella, R.C.S., Avaliações qualitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. *Planta Daninha*, 18:207–216, 2000.

- Price, A.J.; Wilcut, J.W. & Cranmer, J.R., Flumioxazin preplant burn-down weed management in strip-tillage cotton (*Gossypium hirsutum*) planted into wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technol*, 16:762-767, 2002.
- Prostko, E.P.; Norworthy, J.K. & Raymer, P.A., Soybean (*Glycine max*) response to glyphosate, diflufenzuron, and boron combinations. *Weed Technol*, 17:186-189, 2003.
- Ramos, H.H. & Durigan, J.C., Avaliação da eficiência da mistura pronta de glyphosate + 2,4-D no controle da *Commelina virginica* L. em citros. *Planta Daninha*, 14:22-41, 1996.
- Ramos, H.H. & Durigan, J.C., Efeito do armazenamento da calda na eficácia de herbicidas aplicados em: I. pós-emergência. *Planta Daninha*, 16:175-185, 1998.
- Rezende, P.M. & Alcântara, E.N., Aplicação de flumioxazin isolado ou em mistura na dessecação de plantas daninhas no plantio direto da soja. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 431.
- Ribeiro, P.C.; Carvalho, J.C. & Nonino, H.L., Benefício da dessecação sequencial e da adição de 2,4-D amina no controle de trapoeiraba e erva-quente em soja resistente ao glyphosate. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 403.
- Rizzardi, M.A.; Vargas, L.; Roman, E.S.; Lamb, T.D.; Johann, L.B. & Toledo, R.E.B., Controle de azevém resistente ao herbicida glyphosate em pré-secagem da cultura da soja. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006b. p. 551.
- Rizzardi, M.A.; Vargas, L.; Toledo, R.E.B.; Lamb, T.D. & Johann, L.B., Controle de azevém resistente ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006a. p. 550.
- Rodrigues, B.N.; Lima, J.; Yada, I.F.U. & Fornarolli, D.A., Utilização de acetochlor e atrazine aplicados em mistura de tanque com dessecantes no sistema de plantio direto. *Planta Daninha*, 18:293-299, 2000.
- Rodrigues, B.N.; Moda-Cirino, V.; Fornarolli, D.A.; Moraes, V.J. & Caetano, E., Controle de plantas daninhas em soja geneticamente modificada resistente ao glyphosate, no sistema de plantio direto, em cobertura morta de milho. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002a. p. 229.

- Rodrigues, B.N.; Moda-Cirino, V.; Fornarolli, D.A.; Moraes, V.J. & Caetano, E., Controle de plantas daninhas em soja geneticamente modificada resistente ao glyphosate, no sistema de plantio direto, em cobertura morta de pousio. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002b. p. 230.
- Rodrigues, B.N.; Moda-Cirino, V.; Fornarolli, D.A.; Moraes, V.J. & Caetano, E., Controle de plantas daninhas em soja Roundup Ready, no sistema de plantio direto em cobertura morta de trigo. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002c. p. 231.
- Roman, E.S., Eficácia de herbicidas na dessecação e no controle residual de plantas daninhas no sistema desseque e plante. *Planta Daninha*, 3:45-49, 2002.
- Ronchi, C.P.; A., S.A.; Ferreira, L.R.; Miranda, G.V. & Terra, A.A., Carfentrazone-ethyl, isolado e associado a duas formulações de glyphosate no controle de duas espécies de trapoeraba. *Planta Daninha*, 20:103-113, 2002a.
- Ronchi, C.P.; Silva, A.A.; Miranda, G.V.; Ferreira, L.R. & Terra, A.A., Misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas do gênero *Commelina*. *Planta Daninha*, 20:311-318, 2002b.
- Rossin, R.; Martins, B.A.B.; Carvalho, S.J.P.; Ribeiro, D.N.; Moreira, M.S. & Christoffoleti, P.J., Influência do momento da aplicação do glyphosate e do uso do clomazone na dessecação no controle de plantas daninhas em soja geneticamente modificada. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 378.
- Santos, I.C.; Ferreira, F.A.; Silva, A.A.; Miranda, G.V. & Santos, L.D.T., Eficiência do 2,4-D aplicado isoladamente e em mistura com glyphosate no controle da trapoeraba. *Planta Daninha*, 20:299-309, 2002.
- Scott, R.; Shaw, D.R. & Barrentine, W.L., Glyphosate tank mixtures with SAN 582 for burndown or postemergence applications in glyphosate-tolerant soybean (*Glycine max*). *Weed Technol*, 12:23-26, 1998.
- Shaw, D.R. & Arnold, J.C., Weed control from herbicide combinations with glyphosate. *Weed Technol*, 16:1-6, 2002.
- Souza, L.S.; Correa, T.M.; Mauri, F.D. & Losasso, P.H.L., Eficiência do glifosato potássico em mistura com CGA 276854 no controle da trapoeraba na cultura do café. In: *Resumos do 23º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002. p. 465.

- Starke, R.J. & Oliver, L.R., Postemergence weed control with glyphosate in combination with chlorimuron, fomesafen, and sulfentrazone. *Proc South Weed Sci Soc*, 49:55, 1996.
- Starke, R.J. & Oliver, L.R., Interaction of glyphosate with chlorimuron, fomesafen, imazethapyr, and sulfentrazone. *Weed Sci*, 46:652-660, 1998.
- Staton, M., Maximizing glyphosate performance. Soybean Facts, Michigan State University Extension, 2007. Disponível em http://www.msue.msu.edu/workspaces/one.cfm?object_id=413628. Consultado em: 11/06/2007.
- Stone, A.E.; Peeper, T.F. & Kelley, J.P., Efficacy and acceptance of herbicides applied for field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control. *Weed Technol*, 19:148-153, 2005.
- Suwunnamek, U. & Parker, C., Control of *Cyperus rotundus* with glyphosate: the influence of ammonium sulfate and other additives. *Weed Res*, 15:13-19, 1975.
- Tao, B.; Zhou, J.; Messersmith, C.G. & Nalewaja, J.D., Efficacy of glyphosate plus bentazone or quizalofop on glyphosate-resistant canola or corn. *Weed Technol*, 21:97-101, 2007.
- Taylor-Lovell, S.; Wax, L.M. & Bollero, G., Preemergence flumioxazin and pendimethalin and postemergence herbicide systems for soybean (*Glycine max*). *Weed Technol*, 16:502-511, 2002.
- Tharp, B.E. & Kells, J.J., Residual herbicides used in combination with glyphosate and glufosinate in corn (*Zea mays*). *Weed Technol*, 16:274-281, 2002.
- Thelen, K. & Bernards, M., Tips to avoid weed control antagonism when applying Mn fertilizer with glyphosate. *Field Crop Advisory Team Alert Newsletter*, 21, 2006.
- Timossi, P.C. & Durigan, J.C., Manejo de convolvuláceas em dois cultivares de soja semeada diretamente sob palha residual de cana crua. *Planta Daninha*, 24:91-98, 2006.
- Tofoli, G.R.; Nonino, H.L. & Carvalho, J.C., Utilização de diclosulam em associação com glyphosate + 2,4-D amina na dessecação de plantas daninhas em soja resistente ao glyphosate. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBPCD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 402.
- Valente, T.O. & Cavazzana, M.A., Efeito residual de chlorimuron-ethyl aplicado em mistura com glyphosate na dessecação de plantas daninhas. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 1:173-178, 2000.
- Valente, T.O.; Sousa, F. & Stradiotto, A., Tolerância da soja geneticamente modificada à mistura de herbicidas. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBPCD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 180.

- Vangessel, M.J.; Ayeni, A.O. & Majek, B.A., Glyphosate in double-crop no-till glyphosate-resistant soybean: role of preplant applications and residual herbicides. *Weed Technol*, 15:703-713, 2001.
- Vanlieshout, L.A. & Loux, M.M., Interactions of glyphosate with residual herbicides in no-till soybean (*Glycine max*) production. *Weed Technol*, 14:480-487, 2000.
- Vargas, L. & Roman, E.S., Herbicidas e a qualidade química da água usada como diluente. Documentos Online, EM-BRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, 2006. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do57.htm.
- Vidal, R.A.; Lamego, F.P.; Kalsing, A. & Goulart, I., Associação de herbicidas com glyphosate para controle de convulváceas em pós-emergência. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBPCD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 472.
- Vidal, R.A.; Machry, M.; Hernandez, G.C. & Fleck, N.G., Antagonismo na associação de glyphosate e triazinas. *Planta Daninha*, 21:301-306, 2003.
- Vidrine, P.R.; Griffin, J.L.; Jordan, D.L. & Miller, D.K., Postemergence weed control in soybeans utilizing glyphosate and chlorimuron. *Proc South Weed Sci Soc*, 50:175, 1997.
- Werlang, R.C., Manejo de plantas daninhas com o herbicida sulfentrazone na dessecação em sistemas de produção utilizando soja transgênica em semeadura direta. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBPCD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006a. p. 408.
- Werlang, R.C., Manejo de plantas daninhas com o herbicida sulfentrazone na dessecação em sistemas de produção de soja transgênica. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBPCD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006b. p. 409.
- Werlang, R.C. & Silva, A.A., Interação de glyphosate com carfentrazone-ethyl. *Planta Daninha*, 20:93-102, 2002.
- Wiese, A.F.; Salisbury, C.D. & Bean, B.W., Downy brome (*Bromus tectorum*), jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*), and horseweed (*Conyza canadensis*) control in fallow. *Weed Technol*, 9:249-254, 1995.
- Zagonel, J., Épocas e modos de manejo de plantas daninhas em pré-semeadura da cultura da soja. In: *Resumos do 25º Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Brasília, DF: SBPCD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 388.