

Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle¹

Effect of 2,4-D addition to glyphosate for difficult control weeds species

Hudson Kagueyama Takano²; Rubem Silvério de Oliveira Jr.³; Jamil Constantin³; Denis Fernando Biffe³; Luiz Henrique Morais Franchini⁴; Guilherme Braga Pereira Braz⁴; Fabiano Aparecido Rios⁴; Eliezer Antonio Gheno⁴; Alexandre Gemelli⁴

Resumo - O 2,4-D tem sido um dos herbicidas mais utilizados em associação com o glyphosate, principalmente nas aplicações de dessecação em pré-plantio. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate visando o controle de espécies de plantas daninhas consideradas de difícil controle (*Commelina benghalensis*, *Richardia brasiliensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Conyza* spp.). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, e os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por estádios de desenvolvimento das plantas daninhas (2-4, 4-6 e >10 folhas) e o segundo fator por tratamentos com glyphosate (720 g i.a. ha⁻¹), 2,4-D (670 g i.a. ha⁻¹) glyphosate+2,4-D (720+670 g i.a. ha⁻¹) e um tratamento sem herbicida (testemunha). Para a buva em casa-de-vegetação, foram realizados mais três tratamentos herbicidas adicionais variando as doses de glyphosate e 2,4-D. A adição de 2,4-D ao glyphosate foi determinante para acelerar e melhorar o controle de plantas daninhas de difícil controle estudadas.

Palavras-chaves: sinergismo, velocidade de controle, mistura em tanque

Abstract - The 2,4-D has been one of the most widely used herbicide in combination with glyphosate, especially in applications desiccation pre-planting. The objective of this study was to evaluate the effect of adding 2,4-D to glyphosate for the control of weed species considered difficult to control (*Commelina benghalensis*, *Richardia brasiliensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Spermacoce latifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Conyza* spp.). The experimental design was completely randomized, and treatments were arranged in a 3 x 4 factorial design with four replications. The first factor was composed of stages of development of weeds (2-4, 4-6 e >10 leaves) and the second factor by treatment with glyphosate (720 g i.a. ha⁻¹), 2,4-D (670 g i.a. ha⁻¹) glyphosate+2,4-D (720+670 g i.a. ha⁻¹) and a treatment without herbicide (control). For *Conyza* spp. in green house, were performed three additional herbicide treatments varying doses of glyphosate and 2,4-D. The addition of 2,4-D to glyphosate is crucial to accelerate and improve weed control considered unwieldy as those studied in this work.

Keywords: synergism, speed control, tank mixtures

¹ Recebido para publicação em 09/02/2013 e aceito em 10/04/2013.

² Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD), Av. Colombo 5790, 87020-900, Maringá, PR. Email: <hudsontakano@gmail.com>. (Autor para correspondência).

³ Professores do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD).

⁴ Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM/NAPD).

Introdução

Com o advento das culturas geneticamente modificadas para a tolerância a herbicidas, o glyphosate ganhou amplo espaço no manejo de plantas daninhas dentro do ciclo das culturas. Porém, espécies de difícil controle como erva-quente (*Spermacoce latifolia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), poaia (*Richardia brasiliensis*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), corda-de-viola (*Ipomea grandifolia*) e buva (*Conyza* spp.) vêm sendo selecionadas devido a aplicações sucessivas de glyphosate em áreas agrícolas.

Correia et al. (2008) verificaram que mesmo utilizando doses elevadas de glyphosate (1200 g e.a. ha⁻¹) o controle exercido por este herbicida em plantas de *Commelina benghalensis* (4 a 6 folhas) foi baixo (42,5%). Carvalho et al. (2002) também relataram que a aplicação de glyphosate a 760 e a 940 g e.a. ha⁻¹ proporcionou controle insatisfatório de *Euphorbia heterophylla* com 8 a 10 folhas aos 30 DAA, não ultrapassando 72,5 e 77,0% de controle, respectivamente. Segundo Ramires et al. (2010), a aplicação de glyphosate isolado (960 g e.a. ha⁻¹) não exerceu controle satisfatório de plantas de *Ipomoea grandifolia* com 4-6 folhas, sendo que aos 28 DAA a porcentagem de controle foi de 76,2%.

Em relação à *Spermacoce latifolia*, alguns autores têm relatado evidências da tolerância dessa espécie ao glyphosate mesmo em estádios de desenvolvimento mais precoces (Ramires et al. 2011; Monquero et al. 2005).

Com relação à buva (*Conyza* spp.) observa-se que o controle não é satisfatório (54,8%) mesmo em aplicações sequenciais de glyphosate à 720 g e.a. ha⁻¹ (Yamauti et al., 2010). Além disso, autores como Vargas et al. (2007) e Santos et al. (2012) comprovaram a resistência desta planta daninha ao glyphosate.

As falhas no controle de determinadas espécies de plantas daninhas pelo uso do glyphosate têm levado agricultores a utilizar outros herbicidas mesmo em lavouras com a tecnologia RR. O 2,4-D tem sido um dos

herbicidas mais utilizados em associação com o glyphosate, principalmente nas aplicações de dessecação pré-plantio. Apesar disso, não há resultados expressos de forma clara sobre os efeitos da adição do 2,4-D ao glyphosate no controle de plantas daninhas consideradas de difícil controle.

Dentro deste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate no controle de espécies de plantas daninhas consideradas de difícil controle.

Material e Métodos

Foram realizados experimentos em casa de vegetação no Centro de Treinamento em Irrigação (CTI/UEM) localizado no município de Maringá-PR, e a campo no Sítio São Pedro, em Pulinópolis, distrito de Mandaguaçu-PR a 23°14'31.81" de latitude Sul e 52°00'33.05" de longitude Oeste, à 462 metros de altitude. O período de condução dos ensaios foi de 16/08/2012 a 08/12/2012.

Em casa de vegetação foram realizados seis experimentos, sendo cada experimento constituído por uma espécie de planta daninha, cujas as unidades experimentais foram compostas por vasos com capacidade para 3 dm³, os quais foram preenchidos com solo com as seguintes características: pH em água de 5,90; 3,68 cmol_c de H⁺ + Al³⁺ dm⁻³ de solo; 3,17 cmol_c dm⁻³ de Ca⁺²; 0,67 cmol_c dm⁻³ de Mg⁺²; 0,61 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 47,60 mg dm⁻³ de P; 11,89 g dm⁻³ de C; 640 g kg⁻¹ de areia grossa; 50 g kg⁻¹ de areia fina; 20 g kg⁻¹ de silte e 290 g kg⁻¹ de argila.

As espécies avaliadas foram trapoeraba (*Commelina benghalensis*), poaia (*Richardia brasiliensis*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) e buva (*Conyza* spp.). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições, onde o primeiro fator representou três estádios de desenvolvimento

das espécies de plantas daninhas (Tabela 1) e o segundo fator por quatro tratamentos herbicidas (Tabela 2). Para a buva em casa-de-vegetação, foram realizados mais três tratamentos herbicidas adicionais: glyphosate+2,4-D (720+670), glyphosate+2,4-D (720+1005), glyphosate+2,4-D (900+670) e glyphosate+2,4-D (900+1005). Vale ressaltar que em casa-de-vegetação foi utilizado um biótipo de buva proveniente de uma população suscetível ao glyphosate, ao passo no campo o biótipo era considerado resistente.

Tabela 1. Estádios de desenvolvimento das plantas daninhas nos quais foram realizadas as aplicações de herbicidas. Maringá-PR/2012.

Espécie	Estádios de desenvolvimento		
	E1	E2	E3
Trapoeiraba	2-4 folhas	4-6 folhas	>10 folhas
Poaia	2-4 folhas	4-6 folhas	>10 folhas
Erva-quente	2-4 folhas	4-6 folhas	>10 folhas
Corda de viola	2-4 folhas	4-6 folhas	>10 folhas
Leiteiro	2-4 folhas	4-6 folhas	>10 folhas
Buva	< 6 cm	6-15 cm	>15 cm

Tabela 2. Tratamentos herbicidas utilizados nos seis experimentos. Maringá-PR/2012.

Tratamentos	Produto comercial	Doses	
		(g e.a. ha ⁻¹)	(L p.c. ha ⁻¹)
1. Testemunha	-	-	-
2. Glyphosate	Roundup Original	720	2,0
3. 2,4-D	DMA 806 BR	670	1,0
4. Glyphosate + 2,4-D	Roundup Original + DMA 806 BR	720+670	2,0 + 1,0

Para cada espécie foram distribuídas aproximadamente 30 sementes por vaso, a uma profundidade de 1 a 3 cm em relação ao nível do solo. Após a emergência das plantas daninhas, efetuou-se o desbaste nas unidades experimentais deixando de duas a quatro plantas por vaso. Até a avaliação final de controle, as unidades experimentais foram submetidas a irrigação diária, sendo mantidas próximos à capacidade de campo.

No experimento a campo, as unidades experimentais foram compostas por parcelas de 4 x 4 m (16 m²), nas quais o solo apresentou valores de pH em água de 6,10; 3,56 cmol_c de H⁺ + Al³⁺ dm⁻³ de solo; 4,02 cmol_c dm⁻³ de Ca⁺²; 0,71 cmol_c dm⁻³ de Mg⁺²; 0,63 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 43,80 mg dm⁻³ de P; 13,99 g dm⁻³ de C; 140 g kg⁻¹ de areia grossa; 280 g kg⁻¹ de areia fina; 20 g kg⁻¹ de silte e 540 g kg⁻¹ de argila. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, e as espécies presentes na área foram *Conyza* spp.

(E1, E2 e E3) e *Commelina benghalensis* (E3), em densidades de 48 e de 3 plantas m⁻², respectivamente.

Para as aplicações dos tratamentos em ambos os locais foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂, equipado com barra munida de três pontas tipo jato leque XR-110.02, espaçadas a 50 cm entre si, sob pressão de 2 kgf cm⁻². Estas condições de aplicação proporcionaram o equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda. No momento da aplicação, as condições climáticas foram constituídas por: Temperatura de 27,0°C e 28,5°C; umidade relativa 65 e 60% e velocidade dos ventos de 2,0 e 1,1 km h⁻¹ na casa-de-vegetação e no campo, respectivamente.

Foram realizadas avaliações de controle aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), usando escala em que 0% representa ausência de efeito do herbicida sobre as plantas, e 100% representa morte das plantas. Em casa-de-vegetação as plantas daninhas trapoeiraba, poaia

e buva no estádio E3 foram avaliadas até 56, 42 e 42 DAA, respectivamente. No campo, as avaliações foram realizadas até 42 DAA.

Os dados da última avaliação de controle de cada espécie foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Efeitos significativos foram submetidos à comparação das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR. Os dados de controle ao longo das avaliações foram representados por meio de figuras, visando avaliar comparativamente a velocidade de controle dos tratamentos.

Os dados de controle foram submetidos ainda à análise pelo modelo proposto por Colby (1967), utilizando a equação descrita por Monquero et al. (2001), para a avaliação dos efeitos sinérgicos e antagonísticos entre as associações herbicidas testadas.

Resultados e Discussão

Na última avaliação realizada em casa-de-vegetação (28 DAA), observou-se que para *C. benghalensis*, quanto maior o estádio de desenvolvimento, mais difícil é o seu controle (Tabela 3). Aplicações realizadas no estádio E1 não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos com herbicidas, sendo todos eles eficazes no controle da trapoeraba. Já nos estádios E2 e E3, a associação entre o glyphosate e 2,4-D exerceu controle final superior aos herbicidas aplicados de forma isolada. Observa-se que para plantas com mais de 10 folhas, nem mesmo a associação entre os dois herbicidas foi capaz de apresentar níveis de controle satisfatórios aos 28 DAA, sendo necessário maior período para se visualizar os resultados finais (Tabela 4). No entanto, mesmo neste caso a associação entre os dois herbicidas apresentou controle final superior aos herbicidas aplicados isoladamente.

O controle final de *C. benghalensis* foi semelhante nas avaliações de campo (Tabela 4) e casa-de-vegetação. Constatou-se que a associação entre o glyphosate e o 2,4-D foi

superior ao 2,4-D isolado, que por sua vez exerceu controle melhor que o glyphosate também aplicado de forma isolada. Nestas avaliações, somente a associação entre os herbicidas foi capaz de proporcionar controle aceitável de trapoeraba, evidenciando a eficácia desta mistura em espécies que o glyphosate tem dificuldade em controlar quando aplicado isoladamente. Estes resultados estão de acordo com Ramos & Durigan (1996), os quais relatam que a mistura de glyphosate + 2,4-D apresentou controle superior da trapoeraba (*Commelina virginica* L.), em relação aos produtos aplicados isoladamente. Os resultados de campo e de casa-de-vegetação foram semelhantes, mas o controle final atingido em plantas bem desenvolvidas foi maior em casa-de-vegetação, provavelmente em função do menor nível de estresse fisiológico que as plantas sofreram em relação as desenvolvidas em condição de campo.

Tomando como base o controle da espécie proporcionado por cada herbicida aplicado isoladamente, o método de Colby estima um valor de controle teórico que deveria ser alcançado pela mistura entre dois herbicidas. Na Tabela 3 observa-se que o controle estimado da mistura glyphosate+2,4-D para as plantas do estádio E1 seria de 99,8%, e como o controle obtido foi maior (100,0%), conclui-se que a mistura apresentou efeito sinérgico. Analisando as interações para a mistura de glyphosate com o 2,4-D pelo modelo de Colby (1967) nas Tabelas 3 e 4, observaram-se efeitos sinérgicos proporcionados por esta mistura nas avaliações realizadas em campo e casa-de-vegetação (28, 42 e 56 DAA).

Com relação à velocidade de controle (Figura 1), observou-se que para todos os estádios de desenvolvimento (E1, E2 e E3) o tratamento com a associação de glyphosate e 2,4-D proporcionou controle mais rápido quando comparado a aplicação dos herbicidas de forma isolada. Quando os tratamentos foram aplicados em estádio precoces (E1), a diferença

de velocidade de controle foi pequena. Porém, a mistura, a diferença entre a velocidade de em aplicações mais tardias (E2 e E3), além do controle da mistura em relação aos produtos controle inicial ser evidentemente superior com isolados tende a ser mais evidente.

Tabela 3. Controle de *Commelina benghalensis* proporcionado pelos tratamentos herbicidas aos 28 DAA (experimento em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	Estádio da planta daninha no momento das aplicações*					
	2-4 folhas (E1)		4-6 folhas (E2)		>10 folhas (E3)	
1. Testemunha sem herbicida	0,00	bA	0,00	cA	0,00	cA
2. Glyphosate (720)	98,70	aA	82,00	bB	6,20	cC
3. 2,4-D (670)	97,50	aA	74,20	bB	27,50	bC
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	100,00	aA	100,00	aA	62,50	aB
Estimativa de Colby	99,87		95,34		32,12	
DMS linha = 10,07						
DMS coluna = 9,41						
CV% = 11,03						

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 4. Comparativo dos níveis de eficácia de controle de *Commelina benghalensis* (apenas para plantas que receberam aplicação no estágio E3) proporcionados pelos tratamentos herbicidas aplicados a campo e em casa-de-vegetação. Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	% Controle			
	42 DAA (campo)		56 DAA (casa-de-vegetação)	
1. Testemunha sem herbicida	0,0	d	0,00	D
2. Glyphosate (720)	37,50	c	46,20	C
3. 2,4-D (670)	50,00	b	57,50	B
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	85,00	a	98,20	A
Estimativa de Colby	68,75		77,06	
CV%	6,77		5,20	
DMS	7,48		6,92	

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

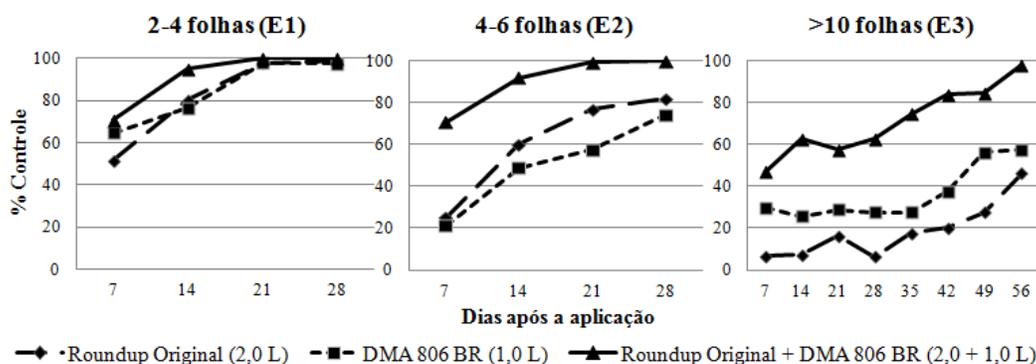


Figura 1. Controle de *Commelina benghalensis* após a aplicação de tratamentos herbicidas em três estádios de desenvolvimento ao longo do período de avaliação (Ensaio em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Poaia (*Richardia brasiliensis*)

O controle exercido pelos herbicidas sobre a espécie *R. brasiliensis* aos 28 DAA

(Tabela 5) foi semelhante nos menores estádios de desenvolvimento (E1 e E2). Já no estágio E3 observou-se que houve diferença entre a

eficácia dos tratamentos testados, obedecendo a seguinte ordem crescente: 2,4-D, glyphosate, glyphosate+2,4-D. A aplicação de 2,4-D isolado em plantas de *R. brasiliensis* com mais de 10 folhas não proporcionou controle satisfatório aos 28 DAA. Nesta avaliação também foi constatado que quando os produtos foram aplicados isoladamente, houve maior dificuldade de controle à medida que se aumentou o estágio de desenvolvimento da planta daninha. Por outro lado, o controle proporcionado pelo glyphosate+2,4-D não diferiu entre os estádios de desenvolvimento de *R. brasiliensis*. Esses dados estão de acordo com Sharma & Singh (2001), os quais obtiveram 100% de controle dessa espécie com 10 a 15 cm, por meio da aplicação de

glyphosate+2,4-D. Foram observados efeitos sinérgicos entre a mistura de glyphosate e 2,4-D, uma vez que o controle exercido foi superior ao valor estimado pelo modelo de Colby (Tabela 5).

Com relação ao controle de *Richardia brasiliensis* (Tabela 6) em estádios de desenvolvimento avançados (E3) a aplicação de glyphosate e 2,4-D de forma isolada não proporcionou resultados satisfatórios ($\geq 80\%$). No entanto, a sua mistura provocou a morte total desta espécie aos 42 DAA. Comparando a porcentagem de controle proporcionada pela mistura em tanque de glyphosate+2,4-D e o valor estimado pelo modelo de Colby, observa-se que a mistura foi sinérgica.

Tabela 5. Controle de *Richardia brasiliensis* proporcionado pelos tratamentos herbicidas aos 28 DAA (experimento em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	Estádio*					
	2-4 folhas (E1)		4-6 folhas (E2)		>10 folhas (E3)	
1. Testemunha sem herbicida	0,00	bA	0,00	bA	0,00	dA
2. Glyphosate (720)	100,00	aA	97,50	aA	82,50	bB
3. 2,4-D (670)	100,00	aA	89,00	aB	53,70	cC
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	100,00	aA	99,70	aA	100,00	aA
<i>Estimativa de Colby</i>	<i>100,00</i>		<i>99,57</i>		<i>99,90</i>	
DMS linha = 9,41						
DMS coluna = 10,37						
CV% = 8,02						

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 6. Controle final (42 DAA) de *Richardia brasiliensis* (E3) proporcionado pelos tratamentos herbicidas (experimento em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	% Controle	
1. Testemunha sem herbicida	0,00	C
2. Glyphosate (720)	75,00	B
3. 2,4-D (670)	68,70	B
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	100,00	A
<i>Estimativa de Colby</i>	<i>93,80</i>	
DMS = 9,37		
CV% = 10,07		

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O tratamento com glyphosate isolado proporcionou o controle de *R. brasiliensis* mais rápido que a mistura em tanque de glyphosate+2,4-D e 2,4-D isolado em estádios menores (Figura 2). Segundo Monquero et al. (2001), existe uma

suscetibilidade desta espécie, quando o glyphosate é aplicado em condições de pós-emergência inicial da planta daninha. Por outro lado, em estádios mais tardios a mistura em tanque de glyphosate+2,4-D proporcionou

controle muito mais rápido que os produtos aplicados de forma isolada.

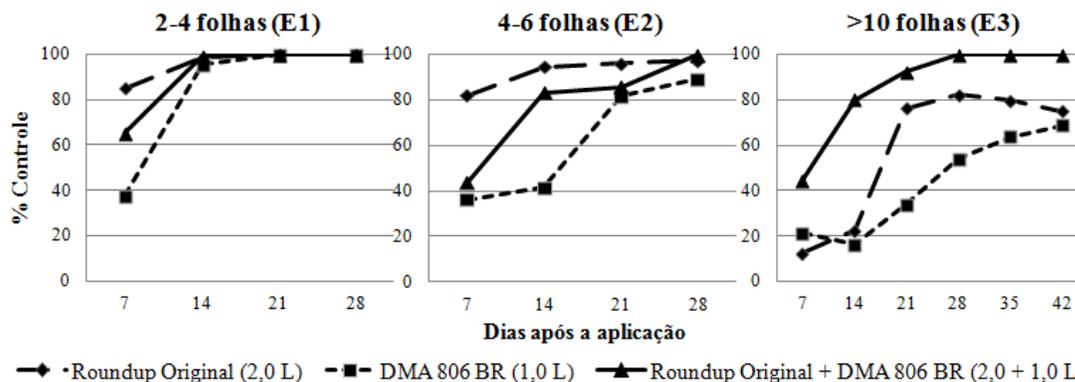


Figura 2. Controle de *Richardia brasiliensis* após a aplicação de tratamentos herbicidas em três estádios de desenvolvimento ao longo do período de avaliação (Ensaio em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*)

Aos 28 DAA (Tabela 7) foi observado que para E1 e E2 não houve diferença no controle do leiteiro entre os tratamentos herbicidas. Porém, em E3 a aplicação de 2,4-D isolado proporcionou controle inferior, não sendo considerado como satisfatório. Além disso, o controle exercido por todos os herbicidas avaliados foi inferior quando aplicado em plantas de estágio mais avançado (E3). Carvalho et al. (2002) relataram que a aplicação de glyphosate+2,4-D (960+868) proporcionou controle semelhante à aplicação de glyphosate isolado (960), sendo as notas de eficiência foram 91,3 e 90% respectivamente, o

que se assemelha ao observado no presente trabalho.

De acordo com o modelo proposto por Colby (1967), a associação entre o glyphosate e o 2,4-D foi aditiva para os estádios E1 e E2, enquanto que no estágio E3 a mistura foi sinérgica (Tabela 7).

Nos estádios de desenvolvimento mais precoces (E1 e E2), a associação de glyphosate+2,4-D proporcionou maior velocidade inicial de controle em relação a aplicação dos produtos isolados (Figura 3). Já no estágio E3 a velocidade de controle foi semelhante com a aplicação de glyphosate isolado ou em associação com o 2,4-D.

Tabela 7. Controle de *Euphorbia heterophylla* proporcionado pelos tratamentos herbicidas aos 28 DAA (experimento em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	Estádio*		
	2-4 folhas (E1)	4-6 folhas (E2)	>10 folhas (E3)
1. Testemunha sem herbicida	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA
2. Glyphosate (720)	100,00 aA	99,50 aA	87,50 aB
3. 2,4-D (670)	100,00 aA	99,20 aA	47,00 bB
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	100,00 aA	100,00 aA	90,00 aB
Estimativa de Colby	100,00	100,00	87,43

DMS linha = 4,44

DMS coluna = 4,89

CV% = 3,81

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

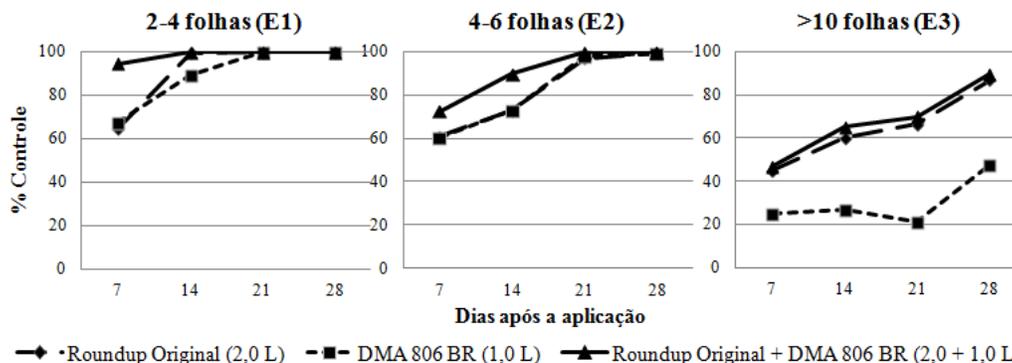


Figura 3. Controle de *Euphorbia heterophylla* após a aplicação de tratamentos herbicidas em três estádios de desenvolvimento ao longo do período de avaliação (Ensaio em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Erva-quente (*Spermacoce latifolia*)

Aos 28 DAA, os tratamentos herbicidas não diferiram entre si quando aplicados nos estádios E1 e E2, sendo que todos provocaram a morte das plantas (Tabela 8). Já no estágio E3, a aplicação de 2,4-D isolado proporcionou controle inferior ao glyphosate isolado e a mistura glyphosate+2,4-D, não sendo considerado como satisfatório.

Foram observados efeitos aditivos entre a associação de glyphosate e 2,4-D em plantas com até 4-6 folhas (Tabela 8). Para o estágio E3 foi observado efeito sinérgico, pois o controle proporcionado pela mistura foi superior ao valor determinado pelo modelo de Colby (1967). Quanto maior o estágio no

momento da aplicação, menor foi o controle exercido pelo 2,4-D.

A mistura em tanque de glyphosate+2,4-D proporcionou um controle inicial melhor do que os produtos aplicados isoladamente no estágio E1 (Figura 6). Por outro lado, apesar do controle aos 28 DAA ter sido semelhante para E2 e E3, a aplicação de glyphosate isolado controlou as plantas de *S. latifolia* mais rapidamente do que a associação de glyphosate+2,4-D. Ramires et al. (2011) também constataram excelentes níveis de controle exercidos pela aplicação de 960 g e.a ha⁻¹ de glyphosate logo aos 7 DAA, em plantas de erva-quente constituídas 4 a 6 folhas.

Tabela 8. Controle de *Spermacoce latifolia* proporcionado pelos tratamentos herbicidas aos 28 DAA (experimento em casa-de-vegetação) Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	Estádio*		
	2-4 folhas (E1)	4-6 folhas (E2)	>10 folhas (E3)
1. Testemunha sem herbicida	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA
2. Glyphosate (720)	100,00 aA	100,00 aA	99,50 aA
3. 2,4-D (670)	100,00 aA	100,00 aA	79,00 bB
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA
<i>Estimativa de Colby</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>99,90</i>
DMS linha = 8,99			
DMS coluna = 9,91			
CV% = 7,11			

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

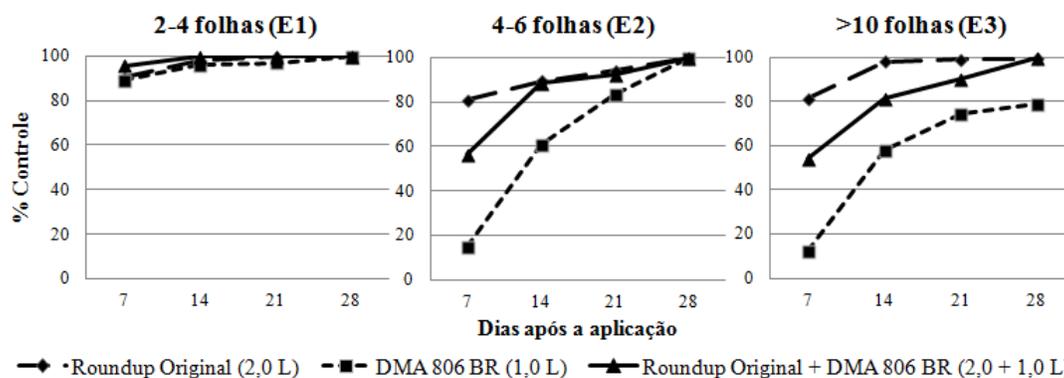


Figura 4. Controle de *Spermocoe latifolia* após a aplicação de tratamentos herbicidas em três estádios de desenvolvimento ao longo do período de avaliação (Ensaio em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*)

Observou-se aos 28 DAA que somente no estágio E2 a associação entre o glyphosate e o 2,4-D foi superior a aplicação dos herbicidas isoladamente (Tabela 9). Nos demais estádios não houve diferença significativa entre os tratamentos herbicidas. As aplicações isoladas de glyphosate e 2,4-D realizadas quando as plantas encontravam-se no estágio E2 proporcionaram menor controle quando aplicados em estágio E1 e E3.

Nos estádios E1 e E3, a mistura glyphosate+2,4-D apresentou efeito aditivo,

visto que o controle foi igual aos valores estimados pelo modelo proposto por Colby (1967). No entanto, para E2 a mistura entre os herbicidas caracterizou-se como sinérgica.

No estágio E1, o controle inicial com glyphosate e glyphosate+2,4-D foi semelhante, sendo mais rápido do que o tratamento apenas com 2,4-D. Já no estágio E2 e E3, a velocidade de controle da mistura glyphosate+2,4-D foi superior aos produtos isolados, evidenciando assim o benefício da aplicação dos mesmos em mistura.

Tabela 9. Controle de *Ipomoea grandifolia* proporcionado pelos tratamentos herbicidas aos 28 DAA (experimento em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	Estádio*					
	2-4 folhas (E1)		4-6 folhas (E2)		>10 folhas (E3)	
1. Testemunha sem herbicida	0,00	bA	0,00	cA	0,00	bA
2. Glyphosate (720)	100,00	aA	92,20	bB	96,20	aAB
3. 2,4-D (670)	100,00	aA	91,70	bB	100,00	aA
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	100,00	aA	100,00	aA	100,00	aA
<i>Estimativa de Colby</i>	<i>100,00</i>		<i>99,34</i>		<i>100,00</i>	

DMS linha = 4,66
DMS coluna = 5,14
CV% = 3,68

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

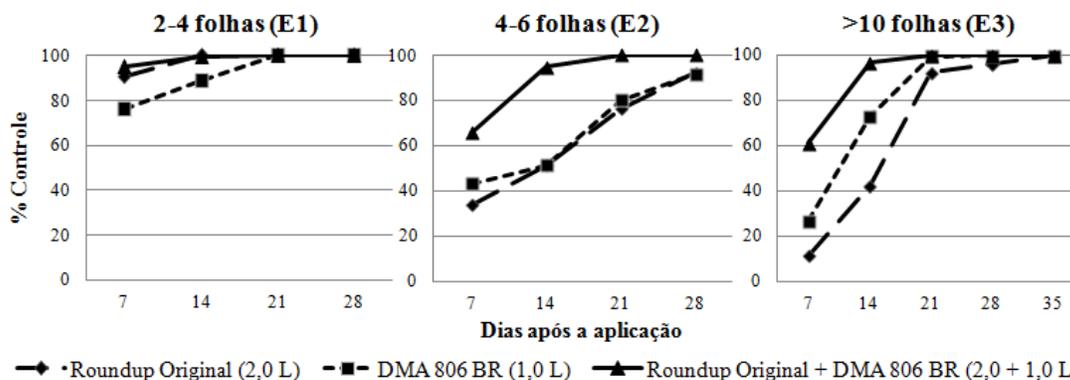


Figura 5. Controle de *Ipomoea grandifolia* após a aplicação de tratamentos herbicidas em três estádios de desenvolvimento ao longo do período de avaliação (Ensaio em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Buva (*Conyza* spp.)

No experimento realizado em casa-de-vegetação (Tabela 10), todos os tratamentos controlaram de forma semelhante a buva com menos de 6 cm, com eficiência próxima a 100%. Nesta mesma avaliação, a aplicação de 2,4-D isolado em plantas de *Conyza* spp. com 6 a 15 cm proporcionou controle satisfatório (85%), porém inferior aos demais tratamentos com herbicidas, os quais provocaram a morte total das plantas. Para o estágio E3 (>15 cm), nenhum tratamento controlou a buva de forma satisfatória, demonstrando a alta tolerância desta aos herbicidas quando aplicados em estádios mais avançados, mesmo em biótipos considerados suscetíveis.

O elevado controle de buva nos estádios E1 e E2 obtido em casa-de-vegetação, ocorreu possivelmente porque as plantas utilizadas neste experimento eram oriundas de uma população suscetível ao glyphosate.

A associação do glyphosate e 2,4-D foi sinérgica para o estágio E3 da buva, enquanto que nos demais estádios (E1 e E2) a associação dos herbicidas apresentou efeito aditivo de controle.

O controle das plantas aos 56 DAA, no experimento conduzido em casa-de-vegetação, também não foi satisfatório em nenhum tratamento testado (Tabela 11). As maiores notas de controle foram obtidas pelos tratamentos 5, 6 e 7, variando em torno de

65%. Os tratamentos 4, 3 e 2 obedeceram uma ordem decrescente de eficiência, em que a aplicação de glyphosate isolado novamente proporcionou um nível de controle muito baixo (6,25%). De acordo com a equação proposta por Colby (1967), o valor estimado foi de 21,5, sendo assim todos os tratamentos contendo a mistura de glyphosate+2,4-D foram consideradas como sinérgicas para a buva

No ensaio a campo (Tabela 11), o controle exercido pelos tratamentos com herbicidas não foi satisfatório para buva, sendo que o melhor a maior eficiência obtida pela associação de glyphosate+2,4-D (60%), seguido de 2,4-D (16%) e glyphosate (6%). Vale ressaltar que o controle exercido pelo glyphosate foi muito baixo (10%), evidenciando a resistência dessa planta daninha ao mesmo. Tomando como base o modelo proposto por Colby (1967), a associação de glyphosate+2,4-D foi sinérgica para o experimento realizado a campo.

Em todos os estádios de desenvolvimento testados no ensaio a campo, o tratamento com glyphosate+2,4-D proporcionou níveis de controle superiores os produtos aplicados isoladamente (Tabela 12). É importante ressaltar que somente no estágio de até 6 cm de altura a mistura glyphosate+2,4-D foi eficaz no controle de *Conyza* spp. (85%). Nos demais estádios nenhum tratamento obteve controle satisfatório da espécie. Estes

resultados estão de acordo com Oliveira Neto et al. (2010), os quais relataram excelentes níveis de controle de *C. bonariensis* com glyphosate+2,4-D, realizando em plantas com altura inferior a 6 cm, caracterizando ser o estágio de menor suscetibilidade.

Tomando como base o valor estimado de Colby (1967), a mistura em tanque contendo glyphosate e 2,4-D apresentou efeito sinérgico no controle de buva em todos os estágios de desenvolvimento avaliados.

Com relação à velocidade de controle no experimento em casa-de-vegetação (Figura 6), a associação de glyphosate+2,4-D, independente da dose utilizada proporcionou controle mais rápido em todos os estágios de desenvolvimento avaliados. Vale destacar que em aplicações precoces (estádios E1 e E2) essa diferença na velocidade de controle é menor do que quando aplicados em estágios mais tardios (E3).

No experimento a campo, para todos os estágios de desenvolvimento, a velocidade de controle obedeceu a seguinte ordem decrescente: glyphosate+2,4-D, 2,4-D e glyphosate. Considerando que no campo predominava um biótipo resistente ao glyphosate, nem mesmo plantas pequenas (< 6 cm) foram eficientemente controladas pelo glyphosate aplicado isoladamente.

Para a buva, o uso da mistura em tanque de glyphosate+2,4-D proporciona um controle mais rápido e mais eficiente em relação aos herbicidas aplicados isoladamente em qualquer estágio de desenvolvimento. Quanto maior o estágio das plantas no momento da aplicação, menor é o controle exercido pelos herbicidas. À campo, para plantas resistentes ao glyphosate nem mesmo a mistura de glyphosate+2,4-D foi eficiente no controle de plantas com mais de 4 folhas.

Tabela 10. Controle de *Conyza* spp. proporcionado pelos tratamentos herbicidas aos 28 DAA (experimento em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	Estádio*		
	< 6 cm (E1)	6-15 cm (E2)	>15 cm (E3)
1. Testemunha sem herbicida	0,00 bA	0,00 cA	0,00 cA
2. Glyphosate (720)	100,00 aA	100,00 aA	23,50 bB
3. 2,4-D (670)	99,00 aA	85,00 bB	30,00 bC
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	100,00 aA	100,00 aA	50,00 aB
Estimativa de Colby	100,00	100,00	45,00
DMS linha = 8,83			
DMS coluna = 9,73			
CV% = 8,93			

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 11. Controle final (56 DAA) de *Conyza* spp. (E3) proporcionado pelos tratamentos herbicidas em casa-de-vegetação. Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	% Controle aos 56 DAA
1. Testemunha sem herbicida	0,00 D
2. Glyphosate (720)	6,25 D
3. 2,4-D (670)	16,25 C
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	48,75 B
5. Glyphosate+2,4-D (720+1005)	64,25 A
6. Glyphosate+2,4-D (900+670)	65,00 A
7. Glyphosate+2,4-D (900+1005)	68,50 A
Estimativa de Colby	21,50
DMS	
9,48	
CV%	
11,12	

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



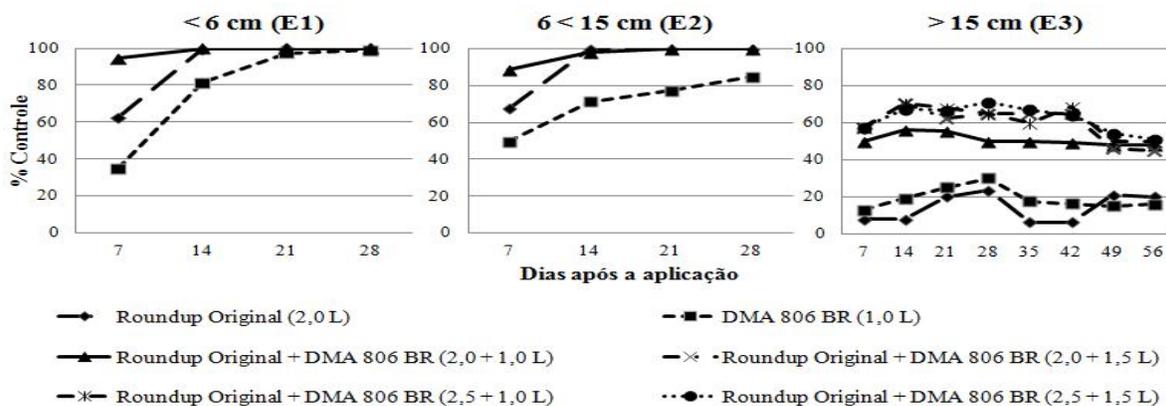


Figura 6. Controle de *Conyza spp.* após a aplicação de tratamentos herbicidas em três estádios de desenvolvimento ao longo do período de avaliação (Ensaio em casa-de-vegetação). Maringá (PR), 2012.

Tabela 12. Controle de *Conyza spp.* proporcionado pelos tratamentos herbicidas aos 42 DAA (Ensaio realizado a campo). Maringá (PR), 2012.

Herbicidas e doses (g e.a. ha ⁻¹)	Estádio*		
	< 6 cm (E1)	6-15 cm (E2)	>15 cm (E3)
1. Testemunha sem herbicida	0,00 dA	0,00 dA	0,00 dA
2. Glyphosate (720)	40,00 cA	30,00 cB	10,00 cC
3. 2,4-D (670)	50,00 bA	40,00 bB	40,00 bB
4. Glyphosate+2,4-D (720+670)	85,00 aA	72,00 aB	60,00 aC
<i>Estimativa de Colby</i>	<i>69,93</i>	<i>57,93</i>	<i>44,93</i>

DMS linha = 7,07
 DMS coluna = 6,41
 CV% = 5,03

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

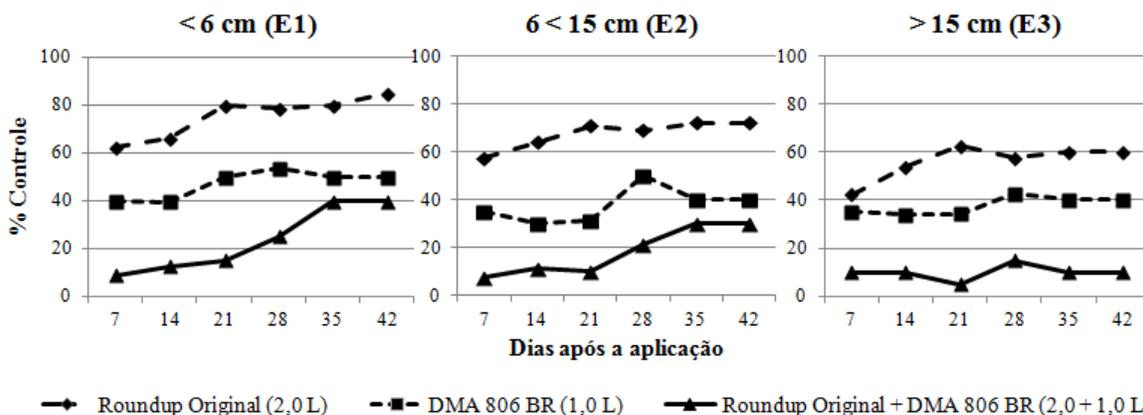


Figura 7. Controle de *Conyza spp.* após a aplicação de tratamentos herbicidas em três estádios de desenvolvimento ao longo do período de avaliação (Ensaio em campo). Distrito de Pulinópolis, Mandaguaçu (PR), 2012.

Conclusões

A adição de 2,4-D ao glyphosate é determinante para acelerar e melhorar o

controle de plantas daninhas consideradas de difícil controle como as estudadas neste trabalho.



Referências

- CARVALHO, F.T. et al. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.145-150, 2002.
- COLBY, S.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combinations. **Weeds**, v.15, n.1, p.20-22, 1967.
- CORREIA, N.M. et al. Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isolados e em misturas. **Bragantia**, v.67, n.3, p.663-671, 2008.
- MONQUERO, P.A. et al. Glifosato em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n.3, p. 375-380, 2001.
- MONQUERO, P.A.; CURY, J.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Controle pelo glyphosate e caracterização geral da superfície foliar de *Commelina benghalensis*, *Ipomoea hederifolia*, *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora*. **Planta Daninha**, v. 23, n.1, p. 123-132, 2005.
- OLIVEIRA NETO, A.M. et al. Manejo de *Conyza bonariensis* com glyphosate + 2,4-D e amônio-glufosinate em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.9, n.3, p.73-80, 2010.
- RAMIRES A.C. et al. Glyphosate associado a outros herbicidas no controle de *Commelina benghalensis* e *Spermacoce latifolia*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.883-896, 2011.
- RAMIRES, A.C. et al. Controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* com a utilização de glyphosate isolado ou em associação com latifolicidas. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.621-629, 2010.
- RAMOS, H.H.; DURIGAN, J.C. Avaliação da eficácia da mistura pronta de glyphosate + 2,4-D no controle da *Commelina virginica* L. em citros. **Planta Daninha**, v.14, n.1, p.33-41, 1996.
- SANTOS, et al. Buva com resistência múltipla a herbicidas é identificada como *Conyza sumatrensis* no Paraná. **Informe Técnico PGA-Universidade Estadual de Maringá**. Maringá, PR, v.1, p.1-3, 2012.
- SHARMA, S.D.; SINGH, M. Surfactants increase toxicity of glyphosate and 2,4-D to Brazil pusley. **Hortscience**, v.36, n.4, p.726-728, 2001.
- YAMAUTI, M.; BARROSO, A.A.M.; SOUZA, M.C. Controle químico de biótipos de buva (*Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis*) resistentes ao glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p. 495-500, 2010.