

ACÇÃO DE HERBICIDAS SISTÊMICOS NÃO-SELETIVOS SOBRE A PROGÊNIE DE SOJA QUANDO APLICADOS DURANTE A FASE REPRODUTIVA DAS PLANTAS-MÃE

ACTION OF SYSTEMIC NON-SELECTIVE HERBICIDES ON SOYBEAN PROGENY WHEN APPLIED DURING REPRODUCTIVE PERIOD OF MOTHER PLANTS

Rodrigo Neves¹ Nilson Gilberto Fleck² Cristiane Amaro da Silveira³
Emerson Luís Nunes Costa

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a germinação de sementes de soja e o desenvolvimento inicial de plântulas, cujas plantas-mãe foram tratadas com subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos em estádios avançados de desenvolvimento, realizaram-se experimentos a campo, em laboratório e em casa-de-vegetação na Faculdade de Agronomia da UFRGS, em Porto Alegre, RS, durante o período 1995/97. Os tratamentos constaram das aplicações a campo dos herbicidas 2,4-D nas doses de 5 e 10g/ha e.a., imazapyr a 25 e 50g/ha e.a. e sulfosate a 25 e 50g/ha e.a., usados no início do florescimento (estádio R₁) ou no início da formação de legumes (estádio R₃) das plantas de soja. Comprovou-se que a aplicação de imazapyr sobre plantas de soja no início da formação de legumes reduz a germinação das sementes nelas formadas. A aplicação de 2,4-D e de sulfosate não afetam a germinação das sementes de soja, nas doses testadas, independente se aplicados no início do florescimento ou da formação de legumes das plantas-mãe. Os parâmetros altura de plântula, massa seca da parte aérea, da parte radicular e total das plântulas da progênie não são afetados pelos herbicidas aplicados nos estádios R₁ e R₃ das plantas-mãe de soja. No entanto, as aplicações dos herbicidas 2,4-D (a 5 e 10g/ha e.a.), imazapyr (a 25 e 50g/ha e.a.) e sulfosate (a 25 e 50g/ha e.a.), efetuadas no início da formação dos legumes das plantas-mãe, reduzem os comprimentos do hipocótilo e da raiz das plântulas da progênie.

Palavras-chave: 2,4-D, imazapyr, sulfosate, germinação das sementes, desenvolvimento das plântulas.

SUMMARY

The purpose of this research was to evaluate germination of soybean seeds and initial development of seedlings, whose mother plants were treated with sub-rates of systemic non-selective herbicides during late stages of development. Field, laboratory, and greenhouse experiments were carried out at Agronomy School of UFRGS, in Porto Alegre, RS, during the period 1995/97. Treatments consisted of field applications of the herbicides 2,4-D at rates of 5 and 10g/ha a.e., imazapyr at 25 and 50g/ha a.e., and sulfosate at 25 and 50g/ha a.e. These herbicides were sprayed either at beginning of flowering (R₁ stage) or at beginning of pod development (R₃ stage) of soybean plants. It was proved that application of imazapyr on soybean plants at beginning of pod development decreased germination of seeds formed on those plants. The application of 2,4-D and sulfosate did not affect soybean seed germination, at tested rates, independently if applied either at beginning of flowering or pod development of the mother plants. Seedling height, dry matter of shoots, of roots and total dry matter of seedlings of the progeny were not affected by herbicides applied at R₁ and R₃ stages of soybean plants. However, sprays of herbicides 2,4-D (at 5 and 10g/ha a.e.), imazapyr (at 25 and 50g/ha a.e.), and sulfosate (at 25 and 50g/ha a.e.), applied at beginning of pod development of mother plants, in general reduced hypocotyl and root length of soybean seedlings of the progeny.

Key words: 2,4-D, imazapyr, sulfosate, seed germination, seedling development.

¹Engenheiro Agrônomo, Aluno do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

²Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor aposentado do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia da UFRGS, CP 776, 90001-970, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq. Autor para correspondência.

³Aluno de Graduação da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

As plantas daninhas que escapam aos métodos iniciais de controle ou que emergem tardiamente podem produzir quantidades de sementes que assegurem infestações nos anos subsequentes. Trabalhos indicam que é possível não só reduzir a produção de sementes dessas plantas ainda na planta-mãe, como também atingir sua viabilidade (ANDRES & FLECK, 1994).

Apesar dos herbicidas mostrarem eficiência em interferir na reprodução das plantas daninhas, faz-se necessário, para se atingir manejo ideal, que estes não interfiram sobre características reprodutivas das plantas cultivadas. Neste sentido, AZLIN & MCWHORTER (1981) afirmam que glyphosate aplicado como dessecante nas doses de 1,7 e 3,4 kg/ha 2 a 4 semanas antes da colheita da soja, reduziu a germinação das suas sementes. Segundo CERKAUSKAS *et al.* (1982), sementes de soja provenientes de plantas tratadas com glyphosate nos estádios de crescimento R_{5,5} a R₆ ou R₇, com frequência, apresentaram-se descoloridas e com vigor reduzido. JEFFERY *et al.* (1981) encontraram redução no peso de sementes, percentagem de emergência e no peso das plântulas, quando aplicaram glyphosate à soja cerca de 3 semanas antes da maturação. De igual forma, glyphosate aplicado no estágio R₅ reduziu o peso da parte aérea de plantas de soja com um mês de idade (RATNAYAKE & SHAW, 1992).

Após a aplicação, glyphosate parece ser translocado para os meristemas das sementes em desenvolvimento, mas não para aquelas já desenvolvidas antes da aplicação (WHIGHAM & STOLLER, 1979). Da mesma forma, trabalhos de campo indicam que o herbicida imazapyr, mesmo quando aplicado em baixas doses (20 a 40g/ha) durante os estádios reprodutivos de crescimento do girassol, causaram fitotoxicidade e reduziram drasticamente o rendimento de grãos da cultura (GARCIA-TORRES *et al.*, 1995). Efeitos prejudiciais sobre a progênie, seguindo exposição folhar subletal a herbicidas antes ou durante o início do estágio de florescimento das plantas-mãe, também foram observados com uso de 2,4-D em trigo (MUZIK, 1970).

Por outro lado, existem trabalhos que indicam inexistência de efeitos negativos de herbicidas aplicados nas plantas-mãe sobre a progênie. Este é o caso do trabalho conduzido por BOVEY *et al.* (1975), onde a germinação das sementes de sorgo tratado com glyphosate não foi afetada pelas doses de 0,56 e 1,12 kg/ha. DURIGAN & CARVALHO (1980) relatam que plantas de soja tratadas em diferentes épocas, após o início do florescimento, com o

dessecante paraquat, apresentaram germinação e vigor sempre maiores, ainda que as diferenças não tenham sido significativas, que as sementes de plantas que não receberam o dessecante. Resultados semelhantes foram obtidos por WHIGAM & STOLLER (1979), em que os herbicidas ametryn e paraquat, aplicados 2 a 4 semanas antes da colheita, não afetaram a germinação das sementes ou o vigor das plântulas. Segundo RATNAYAKE & SHAW (1992), nenhum efeito é observado sobre a produtividade da soja, germinação das sementes ou desenvolvimento das plântulas quando os herbicidas glyphosate e paraquat são aplicados no estágio R₈ da cultura.

O presente experimento teve como objetivos avaliar a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas provenientes de plantas de soja tratadas com subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos durante a fase reprodutiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo em 1995/96, na Estação Experimental Agrônômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Eldorado do Sul, RS, e complementado em casa-de-vegetação e em laboratório, em 1996 e 1997, tendo sido desenvolvido no Departamento de Plantas de Lavoura da UFRGS, em Porto Alegre, RS.

Previamente, a campo, foram realizadas aplicações de herbicidas sistêmicos não-seletivos sobre plantas de soja, em estádios avançados de desenvolvimento. Os tratamentos a comparar nestas aplicações foram arrançados no delineamento experimental de blocos completamente casualizados com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial. As épocas de aplicação herbicida, utilizadas como fator A, foram as seguintes: aplicação no início do florescimento (R₁) e no início da formação dos legumes (R₃). Como fator B, utilizou-se subdoses de herbicidas não-seletivos, as quais foram: 5 e 10g/ha e.a. para 2,4-D [ácido (2,4-diclorofenóxi) acético], na forma de sal dimetilamina; 25 e 50g/ha e.a. para imazapyr {ácido (±) -2-[4,5-dihidro-4 metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-ilo]-3-piridino carboxílico}, na forma de sal de amônio e 25 e 50g/ha e.a. para sulfosate [N-(fosfometil) glicina], na forma de sal trimetilsulfônico. Acrescido a estes, utilizou-se um tratamento sem aplicação herbicida (testemunha). A aplicação dos herbicidas foi realizada com auxílio de pulverizador costal de precisão, operado à pressão constante de 150 kPa, munido de bicos de jato leque, série 110.03, os quais propiciaram volume de calda correspondente a 200 l/ha.

Após a coleta e separação de sementes de 10 plantas da área útil de cada parcela, foi procedido o seu acondicionamento em sacos de papel e então foram conservadas sob refrigeração à temperatura entre 8 e 10 °C, durante o tempo transcorrido entre a coleta e a instalação dos ensaios.

Nos ensaios realizados em laboratório e em casa-de-vegetação, empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro e oito repetições, respectivamente. Em laboratório, foram postas para germinar quatro repetições de 25 sementes por tratamento, usando-se papel toalha previamente esterilizado com hipoclorito de sódio, sendo as sementes tratadas com captan + thiran. Neste ensaio, foi avaliada a germinação das sementes de soja 8 dias após a instalação.

Em casa-de-vegetação, foram semeadas quatro repetições de 10 sementes de soja por tratamento, em solo peneirado, acondicionado em copos plásticos com capacidade para 300 ml. Quatro dias após a emergência das plântulas, foi procedido desbaste, deixando-se três plantas por copo. Neste ensaio foram avaliados altura, massa seca da parte aérea, da parte radicular e total das plântulas de soja e o comprimento do hipocótilo e da raiz das mesmas. Estas avaliações foram realizadas 13 dias após a emergência das plantas.

As variáveis estudadas nos experimentos conduzidos em laboratório e em casa-de-vegetação foram submetidas a duas análises de variância. A primeira envolveu o delineamento fatorial constituído pelos três herbicidas, duas subdoses e duas épocas de aplicação, sem a inclusão da testemunha. Para tal, após a verificação da significância estatística pelo teste F, efetuou-se a comparação das médias através do teste de Duncan. Posteriormente, após realizada análise de variância, aplicou-se o teste bilateral de Dunnett, para comparar os tratamentos herbicidas com a testemunha. Em ambas as análises utilizou-se o nível de 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento da progênie das plantas de soja variou em relação aos tratamentos herbicidas aplicados sobre as plantas-mãe (Tabela 1). Em relação à germinação das sementes, constatou-se que o herbicida imazapyr reduziu a germinação, quando o produto foi aplicado no início da formação dos legumes das plantas-mãe, sendo que ambas as doses diferenciaram-se da testemunha. No caso das aplicações herbicidas terem ocorrido no início do florescimento, o teste não revelou diferenças entre produtos na germinação das sementes. Tanto 2,4-D como imazapyr, aplicados no início da formação dos le-

gumes, causaram menor germinação das sementes de soja em comparação à aplicação no início da floração.

Os resultados obtidos neste trabalho divergem dos obtidos por CERKAUSKAS *et al.* (1982), AZLIN & MCWHORTER (1981) e JEFFERY *et al.* (1981), os quais relataram reduções acentuadas na germinação de sementes após tratamento com glyphosate, um herbicida estreitamente relacionado ao sulfosate. Contudo, o efeito de dose pode ter sido fundamental, já que esses autores usaram doses recomendadas dos herbicidas, enquanto que, no presente trabalho, foram utilizadas subdoses. Porém, os dados estão de acordo com os trabalhos realizados por RATNAYAKE & SHAW (1992) e BOVEY *et al.* (1975), nos quais não ocorreram efeitos negativos do herbicida glyphosate sobre a germinação de sementes de soja, embora aplicado mais tarde do que as épocas usadas neste experimento.

Já a maior inibição na germinação causada pelo herbicida imazapyr pode ser devida à pronta translocação do herbicida e ao seu acúmulo em tecidos meristemáticos. Este tipo de herbicida, após a antese, é translocado junto com produtos fotoassimilados em vários órgãos para os grãos, com a finalidade de incrementar o peso destes (BEYER *et al.*, 1988; RAY, 1984; SHANER *et al.*, 1984). Segundo ANDRES & FLECK (1994), esta translocação de reservas para órgãos em franco desenvolvimento, além de causar acúmulo de moléculas nas sementes, também pode acelerar a morte ou a maturação das plantas, o que resultaria em menos produtos assimilados nas sementes. Neste trabalho, acredita-se que a causa da redução da germinação das sementes de soja deva-se ao acúmulo do herbicida imazapyr nas mesmas e não a menor quantidade de reservas nestas; visto que o peso médio da semente não foi afetado pelos tratamentos herbicidas aplicados nas plantas-mãe (dados não mostrados).

Os herbicidas imazapyr e sulfosate, quando aplicados no início da formação dos legumes, diminuíram o comprimento de raiz das plântulas de soja, em comparação à aplicação no início da floração. Contudo, eles não afetaram a variável de forma que diferissem da testemunha não-tratada (Tabela 1). Para comprimento do hipocótilo das plântulas de soja ocorreu redução significativa da variável, quando as subdoses herbicidas foram aplicadas no início da formação de legumes, em relação à aplicação no início do florescimento (Tabela 1). No entanto, esta redução não chegou a diferir da testemunha. O fato de ocorrer maior inibição no comprimento de raiz e de hipocótilo da progênie das plantas de soja trata-

Tabela 1 - Porcentagem de germinação de sementes, comprimentos de raiz e do hipocótilo de plantas de soja, oriundas de plantas-mãe tratadas com subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos na fase reprodutiva, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1996

Herbicidas	Épocas de aplicação	
	Início do florescimento	Início da formação de legumes
----- Porcentagem de germinação -----		
Sulfosate	A 96 a ¹	A 92 a
2,4-D	A 92 a	B 84 a
Imazapyr	A 92 a	B 64 b (*)
Testemunha	92	
CV (%)	12,6	
----- Comprimento de raiz -----		
	(cm)	(cm)
Sulfosate	A 14,5 a ¹	B 12,3 a
2,4-D	A 12,8 a	A 13,2 a
Imazapyr	A 14,6 a	B 11,3 a
Testemunha	13,2	
CV (%)	22,9	
----- Comprimento do hipocótilo -----		
Média dos herbicidas	(cm)	(cm)
	A 5,3	B 4,7
	5,4	
CV (%)	17,8	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

* Média seguida por asterisco difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. (Para ambas as doses aplicadas).

das com os herbicidas no início da formação de legumes das plantas-mãe, pode ser devido ao menor tempo que estas tiveram para metabolizar e inativar tais compostos. Além disso, durante esta época, ao menos parte dos herbicidas pode ter-se acumulado nas sementes, sendo liberado posteriormente no processo de germinação.

Por outro lado, para altura, massa seca da parte aérea, da parte radicular e total das plântulas de soja, avaliadas 13 dias após a emergência, não ocorreram variações devidas aos tratamentos herbicidas aspergidos sobre as plantas-mãe durante a fase reprodutiva (Tabela 2). Não se detectaram diferenças para estes parâmetros nem entre os tratamentos herbicidas e nem desses para com a testemunha que não recebeu aplicação herbicida. A ausência de variações na massa seca da parte radicular das plantas pode ser devido a um espessamento das raízes em decorrência de decréscimo no seu comprimento. Este comportamento compensaria as diferenças encontradas para comprimento de raiz com aplicações dos herbicidas imazapyr e sulfosate (Tabela 1).

CONCLUSÕES

Os herbicidas 2,4-D e sulfosate aplicados em subdoses sobre plantas de soja durante os estádios R₁ e R₃ da fase reprodutiva, não afetam a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas da progênie.

O herbicida imazapyr, aplicado a 25 e 50g/ha e.a., reduz a germinação das sementes quando usado no início da formação dos legumes das plantas-mãe, mas não quando utilizado no início da floração.

O herbicida imazapyr não afeta as variáveis relacionadas ao crescimento das plântulas da progênie oriunda de plantas de soja que recebem o produto durante os estádios R₁ e R₃ da fase reprodutiva.

Comprimentos de hipocótilo e de raiz de plântulas de soja diminuem quando os herbicidas 2,4-D (a 5 e 10g/ha e.a.), imazapyr (a 25 e 50g/ha e.a.) e sulfosate (a 25 e 50g/ha e.a.) são aplicados durante o início da formação de legumes das plantas-mãe, mas não quando usados no início da floração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRES, A., FLECK, N.G. Efeitos de imidazolinonas e sulfoniluréias sobre a produção de sementes e emergência de plântulas de quinquilho. *Planta Daninha*, Brasília, v. 12, n. 2, p. 63-69, 1994.
- AZLIN, W.R., MCWHORTER, C.G. Preharvest effects of applying glyphosate to soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, Champaign, v. 29, n. 1, p. 123-127, 1981.
- BEYER, E.M., DUFFY, M.J., HAY, J.V., *et al.* Sulfonilureas. In: KEARNEY, P.C., KAUFMAN, D.D. *Herbicides: chemistry, degradation, and mode of action*. New York: M. Dekker, 1988. v. 3. p. 117-189.
- BOVEY, R.W., MILLER, F.R., BAUR, J.R. Preharvest desiccation of grain sorghum with glyphosate. *Agronomy Journal*, Madison, v. 67, n. 5, p. 618-621, 1975.

Tabela 2 - Altura de plântula e massa seca da parte aérea, da parte radicular e total de plântulas de soja oriundas de plantas-mãe tratadas com subdoses de herbicidas sistêmicos não-seletivos na fase reprodutiva, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1997.

Tratamentos	Características			
	Herbicida/dose(g/ha)/ época	Altura de planta (cm)	Massa seca da parte aérea (mg/planta)	Massa seca radicular (mg/planta)
2,4-D / 5 / Flor. ¹	13 ^{NS}	193 ^{NS}	50 ^{NS}	243 ^{NS}
2,4-D / 10 / Flor.	15 ^{NS}	210 ^{NS}	60 ^{NS}	270 ^{NS}
2,4-D / 5 / Leg. ²	15 ^{NS}	206 ^{NS}	57 ^{NS}	263 ^{NS}
2,4-D / 10 / Leg.	14 ^{NS}	186 ^{NS}	55 ^{NS}	241 ^{NS}
Imazapyr / 25 / Flor.	14 ^{NS}	220 ^{NS}	72 ^{NS}	292 ^{NS}
Imazapyr / 50 / Flor.	14 ^{NS}	202 ^{NS}	59 ^{NS}	261 ^{NS}
Imazapyr / 25 / Leg.	13 ^{NS}	231 ^{NS}	53 ^{NS}	284 ^{NS}
Imazapyr / 50 / Leg.	11 ^{NS}	179 ^{NS}	43 ^{NS}	222 ^{NS}
Sulfosate / 25 / Flor.	14 ^{NS}	199 ^{NS}	62 ^{NS}	261 ^{NS}
Sulfosate / 50 / Flor.	14 ^{NS}	210 ^{NS}	67 ^{NS}	277 ^{NS}
Sulfosate / 25 / Leg.	13 ^{NS}	193 ^{NS}	58 ^{NS}	251 ^{NS}
Sulfosate / 50 / Leg.	14 ^{NS}	175 ^{NS}	62 ^{NS}	237 ^{NS}
Testemunha	14	202	50	252
CV (%)	16,1	22,3	28,4	20,8

¹ Aplicado no início do florescimento (estádio R₁).

² Aplicado no início da formação de legumes (estádio R₃).

^{NS} Médias comparadas com a testemunha, nas respectivas colunas, não diferem significativamente pelo teste bilateral de Dunnett, ao nível de 5 % de probabilidade.

CERKAUSKAS, R.F., DHINGRA, O.D., SINCLAIR, J.B., FOOR, S.R. Effect of three desiccant herbicides on soybean (*Glycine max*) seed quality. **Weed Science**, Champaign,

v.30, n. 5, p. 484-490, 1982.

DURIGAN, J.C., CARVALHO, N.M. Aplicação, em pré-colheita, de dessecante em duas cultivares de soja (*Glycine max* L.)Merrill). I. Efeitos imediatos sobre a germinação e produção de sementes. **Planta Daninha**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 108-115, 1980.

GARCIA-TORRES, L., CASTEJON-MUÑOZ, M., LOPEZ-GRANADOS, F. *et al.* Imazapyr applied postemergence in sunflower (*Helianthus annuus*) for broomrape (*Orobanche cernua*) control. **Weed Technology**, Champaign, v. 9, n. 4, p. 819-824, 1995.

JEFFERY, L.S., ENGLISH, J.R., CONNELL, J. The effects of fall application of glyphosate on corn (*Zea mays*), soybeans (*Glycine max*), and johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Science**, Champaign, v. 29, n. 2, p. 190-195, 1981.

MUZIK, T.J. **Weed biology and control**. New York: McGraw-Hill Book, 1970, p. 32-82.

RATNAYAKE, S., SHAW, D.R. Effects of harvest-aid herbicides on sicklepod (*Cassia obtusifolia*) seed yield and quality. **Weed Technology**, Champaign, v. 6, n. 4, p. 985-989, 1992.

RAY, T.B. Site of action of chlorsulfuron. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 75, n. 3, p. 827-831, 1984.

SHANER, D.L., ANDERSON, P.C., STIDHAM, M.A. Imidazolinones: potent inhibitors of acetohydroxyacid synthase. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 76, n. 3, p. 545-546, 1984.

WHIGHAM, D.K., STOLLER, E.W. Soybean Desiccation by paraquat, glyphosate, and ametryn to accelerate harvest. **Agronomy Journal**, Madison, v. 71, n. 4, p. 630-633, 1979