

Eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de *Digitaria insularis* na cultura do feijão¹

Herbicides efficacy applied in pre-emergency to control Digitaria insularis in bean

Mário Henrique Drehmer²; Jeferson Zagonel³; Camila Ferreira⁴; Marina Senger⁴

Resumo - Objetivou-se avaliar a eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate na cultura do feijão. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram de sete diferentes manejos de *D. insularis*: testemunha capinada, testemunha sem capina, s-metolachlor (1440 g ha⁻¹ i.a.), clomazone (648 g ha⁻¹ i.a.), imazethapyr (106 g ha⁻¹ i.a.), flumioxazin (50 g ha⁻¹ i.a.), imazethapyr+ flumioxazin (106 + 50 g ha⁻¹ i.a.). As sementes de *D. insularis* foram semeadas a lanço, em área total, na proporção de 300 sementes m⁻². Dois dias após a semeadura da *D. insularis* houve a aplicação dos herbicidas. Uma hora antes da aplicação dos herbicidas de pré-emergência houve a aplicação de 1440 g ha⁻¹ de glyphosate, exceto nas testemunhas devido à reinfestação de plantas daninhas. A cultivar de feijão BRS-Estilo foi semeada quatro dias após a instalação do experimento. Avaliou-se porcentagem de controle e de fitotoxicidade e produtividade da cultura do feijão. Os herbicidas s-metolachlor e imazethapyr + flumioxazin foram eficientes no controle da *D. insularis* e seletivos à cultura do feijão. A produtividade da cultura do feijão foi maior e similar à testemunha capinada nos tratamentos com os herbicidas s-metolachlor, imazethapyr e imazethapyr + flumioxazin.

Palavras-chaves: capim-amargoso; planta daninha; resistência; *Phaseolus vulgaris* L

Abstract - Aimed to evaluate the herbicide efficiency applied pre-emergence for *Digitaria insularis* when glyphosate resistant control in bean crop. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. Treatments consisted of seven different managements of *D. insularis*: weeded witness, witness without weeding, s-metolachlor (1.440 g ha⁻¹ a.i.), clomazone (648 g ha⁻¹ a.i.), imazethapyr (106 g ha⁻¹ a.i.), flumioxazin (50 g ha⁻¹ a.i.), imazethapyr + flumioxazin (106 + 50 g ha⁻¹ a.i.). *D. insularis* were seeds sown a haul in the entire area at the rate of 300 seeds m⁻². Two days after the sowing of *D. insularis* there was an application of herbicides. An hour before the application of pre-emergency herbicides there was an application of 1,440 g ha⁻¹ of glyphosate, except as witnesses due to reinfestation of weeds. The cultivar BRS-Style beans were sown four days after the installation of the experiment. It evaluated Percentage of control and phytotoxicity and productivity of bean culture. The s-metolachlor and imazethapyr + flumioxazin herbicides were efficient control *D. insularis* and selective of the bean crop. The bean crop was increased productivity and similar to witness

¹ Recebido para publicação em 20/07/2015 e aceito em 22/09/2015.

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900, Ponta Grossa, PR. <mario.drehmer@gmail.com> (Autor para correspondência).

³ Professor do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

⁴ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

weeded with treatments s-metolachlor, imazethapyr and imazethapyr + flumioxazin.

Keywords: sourgrass; weed; resistance; *Phaseolus vulgaris* L.

Introdução

As plantas daninhas merecem destaque por serem vegetais que crescem onde não são desejadas e se caracterizam pela grande agressividade competitiva (Lorenzi, 2008). Quando manejadas incorretamente podem interferir negativamente na atividade humana, como reduzir a produtividade de espécies cultivadas. Entre os métodos de controle de plantas daninhas, o químico é o mais utilizado na agricultura, tanto em pré como em pós-emergência (Carvalho et al., 2009).

D. insularis (capim-amargoso) caracteriza-se como uma planta daninha perene, herbácea, entouceirada, ereta, rizomatosa, de colmos estriados, com 50 a 100 cm de altura (Kissmann e Groth, 1997; Machado et al., 2008). Em áreas onde há uso contínuo de glyphosate, tem-se constatado que plantas originárias de sementes, quando jovens, são controladas pelo herbicida; contudo, quando elas se desenvolvem e formam rizomas, seu controle é ineficiente (Carpejani e Oliveira Júnior, 2013; Machado et al., 2006).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade natural e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos suscetíveis da mesma espécie, tornando-se necessário o uso de mais de um princípio ativo para o controle efetivo (Carvalho et al., 2009; Holt et al., 1993). O surgimento de um biótipo de *D. insularis* resistente ao glyphosate foi relatado primeiramente no Paraguai em 2006, depois no Paraná-BR em 2008 (HEAP, 2011; Melo et al., 2012). Do continente Americano, o Brasil é o país com maior diversidade de espécies do gênero *Digitaria* sp., onde se encontra 26 espécies nativas e 12 espécies exóticas. Entre estas espécies, uma das que apresenta ampla distribuição geográfica é o *D.*

insularis, ocorrendo na maioria dos ambientes favoráveis à agricultura (Correia e Durigan, 2009; Gemelli et al., 2012). O fato de ser uma planta que se pereniza nas áreas agrícolas, produzir alta quantidade de sementes, tendo um rápido desenvolvimento vegetativo inicial (Lorenzi, 2008), associado de elevadas doses do glyphosate tendem a aumentar o risco de resistência da mesma (Duke e Powles, 2008; Powles e Yu, 2010).

Para evitar a resistência tanto de *D. insularis* como de outras espécies, a diversidade de métodos de controle e de culturas é recomendável (Thornby e Walker, 2009). Assim, quando a resistência se instala em uma área ou região, como constatado por vários autores (Carvalho et al., 2009; Nicolai et al., 2010), o estudo sobre as alternativas de controle torna-se vital para garantia do sucesso do manejo de plantas daninhas.

O cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em substituição ao milho e a soja RR é uma técnica que permite o uso de herbicidas alternativos (Timossi, 2009). No entanto, o feijão, por tratar-se de uma planta de ciclo vegetativo curto e de ampla adaptação a variadas condições edafoclimáticas, torna-se bastante sensível a interferência de plantas daninhas, sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento (Lamego et al., 2011), sendo necessário estabelecer ingredientes ativos capazes de controlar a *D. insularis* resistente ao glyphosate no início do desenvolvimento da cultura do feijão.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de *D. insularis* na cultura do feijão.

Material e Métodos

A instalação do experimento foi realizada em 28/11/12 na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O solo

da área do experimento é do tipo Cambissolo Háplico Tb distrófico típico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). De acordo com a análise granulométrica o solo possui 361 g kg^{-1} de areia, 179 g kg^{-1} de silte e 460 g kg^{-1} de argila. A análise química do solo da camada de 0 a 0,2m, feita antes da implantação do experimento, resultou em $2,1 \text{ mg dm}^{-3}$ de P (Mehlich); $28,85 \text{ g dm}^{-3}$ de C; pH 5,2; zero de saturação por Al; $4,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca; $3,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg; $0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K (Mehlich) e saturação por bases de 63%. A adubação de base consistiu de 300 kg ha^{-1} da formulação 11-52-00 e adubação de cobertura realizada aos 20 dias após a emergência da cultura com 200 kg ha^{-1} da fórmula 30-00-20. Aos 20 dias antes da instalação do experimento, a área foi dessecada com glyphosate (1440 g ha^{-1}).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos de sete diferentes manejos de *D. insularis*: testemunha capinada, testemunha sem capina, 1440 g ha^{-1} i.a. de s-metolachlor (Dual Gold, 960 g L^{-1} i.a., EC, Syngenta), 648 g ha^{-1} i.a. de clomazone (Gamit 360 CS, 360 g L^{-1} i.a., CS, FMC), 106 g ha^{-1} i.a. de imazethapyr (Zethapyr 106 SL, 106 g L^{-1} i.a., SL, Nufarm), 50 g ha^{-1} i.a. de flumioxazin (Sumisoya, 500 g L^{-1} i.a., WP, Sumitomo), $106 + 50 \text{ g ha}^{-1}$ i.a. de imazethapyr + flumioxazin (mistura formulada em fase de registro, RET fase III, sem nome comercial definido, Nufarm).

As sementes de *D. insularis* possuíam resistência ao glifosato confirmada e foram provenientes da AgroCosmos Produção e Serviços Rurais Ltda. As mesmas foram semeadas a lanço, em área total, na proporção de 300 sementes m^{-2} . Dois dias após a semeadura da *D. insularis* houve a aplicação dos herbicidas, por meio de pulverizador costal pressurizado por CO_2 comprimido, à pressão constante de $206,85 \text{ kPa}$, com barra munida de seis bicos com pontas de jato plano "leque" XR 110.02, e volume de calda de 200 L ha^{-1} .

Uma hora antes da aplicação dos herbicidas de pré-emergência houve a aplicação de 1440 g ha^{-1} de glifosato, exceto nas testemunhas devido à reinfestação de plantas daninhas na área do experimento. No dia 01/12/2012 foi realizado o plantio de feijão com semeadora sob espaçamento entre fileiras de 45 cm com 12 sementes viáveis por metro, cultivar BRS-Estilo.

Foi utilizada uma área com baixa população de plantas daninhas para avaliar o efeito de pré-emergência dos herbicidas com o objetivo de isolar este controle sobre *D. insularis*, portanto não foi realizado nenhum controle em pós-emergência.

Foi avaliada visualmente a eficiência de controle dos herbicidas aos 15, 30, 45, 60 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos e na pré-colheita da cultura do feijão que foi realizada dia 05/03/2013 (96 DAA), considerando 100% como controle total e 0% como sem controle; a fitotoxicidade aos 07, 14, 21 e 28 dias após a emergência (DAE) do feijão, visualmente, considerando 0% como sem efeitos e 100% como morte das plantas.

A colheita das plantas de feijão foi realizada em 05/03/2013 e a produtividade determinada na área útil das parcelas ($6,75 \text{ m}^2$) e umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância. Quando significativas, as médias das épocas de aplicação foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os herbicidas que proporcionaram maior controle da *D. insularis* aos 15, 30, 45, 60 DAA e em pré-colheita foram o s-metolachlor e imazethapyr + flumioxazin (Tabela 1). Os herbicidas imazethapyr, clomazone e flumioxazin, promoveram controle entre 60 e 90% do *D. insularis* aos 15 DAA, reduzindo para 18 a 50% de eficiência de controle na pré-colheita. Resultados semelhantes foram observados por Jaremtchuk

et al. (2009) no controle de *D. insularis* por flumioxazin.

Tabela 1. Porcentagem de controle de *D. insularis* após a aplicação dos herbicidas pré-emergentes na cultura do feijão em função das épocas de avaliação. Ponta Grossa – PR, 2012/13.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	96 DAA
Testemunha capinada	-	100 a				
Testemunha sem capina	-	0 e	0 d	0 e	0 e	0 e
S-metolachlor	1440	98 a	98 a	95 b	93 b	65 b
Clomazone	648	73 c	55 c	40 d	35 d	20 d
Imazethapyr	106	90 b	85 b	80 c	75 c	50 c
Flumioxazin	50	60 d	55 c	40 d	34 d	18 d
Imazethapyr+ Flumioxazin ¹	106 + 50	98 a	98 a	95 b	95 b	67 b
C.V.		7,73	6,97	5,08	6,75	11,88

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott (p<5%); C.V.= coeficiente de variação; DAA: dias após aplicação.

De acordo com Machado et al. (2006), o crescimento inicial das plantas de *D. insularis*, principalmente em condições de sombreamento ou de baixas temperaturas, as quais são características climáticas comuns da área do experimento, pode ser suprimido pelo crescimento mais rápido de outras espécies da comunidade infestante, uma vez que seu crescimento inicial é lento, porém no presente trabalho isso não contribuiu para a eficiência de controle da *D. insularis* pelos herbicidas aplicados, devido a permanência somente dessa

espécie daninha na área, portanto, não tendo matocompetição.

O herbicida que causou maior fitotoxicidade para a cultura do feijão foi o clomazone, sendo 20% a porcentagem mais elevada de plantas com sintomas de fitotoxicidade aos 7 DAE (Tabela 2). Takano et al. (2012), assim como no presente trabalho, também observaram sintomas de fitotoxicidade em plantas de feijão devido a aplicação de clomazone.

Tabela 2. Fitotoxicidade (%) da cultura do feijão após a aplicação de herbicidas pré-emergentes em função das épocas de avaliação. Ponta Grossa – PR, 2012/13.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Testemunha capinada	-	0 d	0 c	0 c	0 c
Testemunha sem capina	-	0 d	0 c	0 c	0 c
S-metolachlor	1440	6 c	5 b	2 b	1 b
Clomazone	648	20 a	15 a	12 a	8 a
Imazethapyr	106	12 b	5 b	3 b	1 b
Flumioxazin	50	6 c	5 b	1 c	0 c
Imazethapyr + Flumioxazin ¹	106 + 50	13 b	5 b	3 b	2 b
C.V.		61,96	61,95	56,23	67,06

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott (p<5%); C.V.= coeficiente de variação; DAE: dias após emergência.

Soltani (2008), testando aplicações de injúrias de no mínimo 7%, as quais são s-metolachlor em feijão carioca, observou provavelmente causadas pelo contato das

moléculas do herbicida com a zona de absorção das raízes das plantas de feijão. No presente trabalho, a aplicação do s-metolachlor causou injúrias de no máximo 6% aos 7 DAE, sendo então resultado diferente do observado pelo autor citado acima, atestando dessa forma que a seletividade do s-metolachlor à cultura do feijão deve ser analisada em outras condições climáticas e cultivares.

Entre os tratamentos com a aplicação de herbicidas, os que proporcionaram maiores produtividades para a cultura do feijão foram s-metolachlor, imazethapyr e imazethapyr +

flumioxazin, com valores similares aos da testemunha capinada (Tabela 3), indicando que a fitotoxicidade inicial não afetou a produção, portanto sendo seletivo à cultura do feijão. Ma et al. (2006) relatam que embora o metolachlor apresente alto potencial para uso na cultura do feijão, têm ocorrido relatos esporádicos, por parte de agricultores e técnicos, de problemas de toxicidade em plantas causados pelo herbicida em condições de campo, o que não foi observado no presente trabalho, sendo essa divergência talvez ocorrida por diferença na cultivar, solo ou condições climáticas.

Tabela 3. Produtividade da cultura do feijão em função da aplicação de herbicidas pré-emergentes. Ponta Grossa – PR, 2012.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Produtividade
Testemunha capinada	-	2.771 a
Testemunha sem capina	-	2.139 b
S-metolachlor	1440	2.586 a
Clomazone	648	2.385 b
Imazethapyr	106	2.639 a
Flumioxazin	50	2.352 b
Imazethapyr + Flumioxazin ¹	106 + 50	2.781 a
C.V.		7,78

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

A reduzida produtividade da cultura do feijão com a aplicação de flumioxazin foi causada pelo controle ineficiente de *D. insularis* (Tabelas 1 e 3), aumentando, dessa forma, a competição interespecífica entre a planta daninha e a cultura. Já a aplicação da combinação de imazethapyr + flumioxazin controlou de maneira efetiva a população de *D. insularis*, refletindo em elevada produtividade da cultura do feijão, uma vez que não houve injúrias nas plantas, demonstrando que o imazethapyr + flumioxazin tem maior eficiência de controle comparando-se com a aplicação de flumioxazin somente (Tabela 3). Durigan et al. (2006) também não observaram controle eficiente de *D. insularis* com a aplicação de flumioxazin isolado, porém a aplicação desse ingrediente ativo em mistura com glyphosate controlou eficientemente além

de *D. insularis*, também *Bidens pilosa*, *Cenchrus echinatus* entre outras.

Os resultados do presente trabalho contribuem para o estabelecimento de ingredientes ativos alternativos ao glyphosate para o controle de *D. insularis* na cultura do feijão, sendo ainda necessário estabelecer se os resultados observados serão similares em outras condições edafoclimáticas.

Conclusões

Os herbicidas s-metolachlor e imazethapyr + flumioxazin foram eficientes no controle da *D. insularis* e seletivos à cultura do feijão.

A produtividade da cultura do feijão foi maior e similar à testemunha capinada nos

tratamentos com os herbicidas s-metolachlor, imazethapyr e imazethapyr + flumioxazin.

Referências

- Carpejani, M.S.; Oliveira Júnior, R.S. Manejo químico de capim-amargoso resistente a glyphosate na pré-semeadura da soja. **Revista Campo Digital**, v.8, n.1, p.26-33, 2013.
- Carvalho, S.J.P.; Nicolai, M.; Ferreira, R.R.; Figueira, A.V.O.; Christoffoleti, P.J. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Scientia Agricola**, v.66, n.1, p.136-142, 2009.
- Correia, N.M.; Durigan, J.C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuron-ethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. **Bragantia**, v.68, n.3, p.689-697, 2009.
- Duke, S.O.; Powles, S.B. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. **Pest Management Science**, v.64, n.4, p.319-325, 2008.
- Durigan, J.C.; Correia, N.M.; Bellotte, J.A.M.; Revoredo, M.D. Eficácia do flumioxazin, aplicado isolado e em mistura com glyphosate, para o controle de plantas daninhas em citros. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.2, p.45-56, 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2006.
- Gemelli, A.; Oliveira Junior, R.S.; Constantin, J.; Braz, G.B.P.; Jumes, T.M.C.; Oliveira Neto, A.M. et al. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.231-240, 2012.
- Heap, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. 2011. Disponível em: <www.weedscience.com>. Acesso em: 14 de abril 2015.
- Holt, J.S.; Powles, S.B.; Holtum, J.A.M. Mechanisms and agronomic aspects of herbicide resistance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.44, n.1, p. 203-291, 1993.
- Jaremtchuk, C.C.; Constantin, J.; Oliveira Júnior, R.S.; Alonso, D.G.; Arantes, J.G.Z.; Biffe, D.F.; Roso, A.C.; Cavalieri, S.D. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.191-196, 2009.
- Lamego, F.P.; Basso, C.J.; Vidal, R.A.; Trezzi, M.M.; Santi, A.L.; Ruchel, Q. et al. Seletividade dos herbicidas s-metolachlor e alachlor para o feijão-carioca. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.877-883, 2011.
- Lorenzi, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4 ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2008. 672p.
- Ma, Y.; Liu, W.P.; Wen, Y.Z. Enantioselective degradation of rac-metolachlor and S-metolachlor in soil. **Pedosphere**, v.16, n.4, p.489-494, 2006.
- Machado, A.F.L.; Ferreira, L.R.; Ferreira, F.A.; Fialho, C.M.T.; Tuffi Santos, L.D.; Machado, M.S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.641-647, 2006.
- Machado, A.F.L.; Meira, R.M.S.; Ferreira, L.R.; Ferreira, F.A.; Tuffi Santos, L.D.; Fialho, C.M.T. et al. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.1-8, 2008.
- Melo, M.S.C.; Rosa, L.E.; Brunharo, C.A.C.G.; Nicolai, M.; Christoffoleti, P.J. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.195-203, 2012.
- Powles, S.B; Yu, Q. Evolution in Action: Plants Resistant to Herbicides. **Annual Review of Plant Biology**, v. 61, p. 317-347, 2010.

Soltani, N.; Nurse, R.E.; Robinson, D.E.; Sikkema, P.H. Response of pinto and small red mexican bean to postemergence herbicides. **Weed Technology**, v.22, n.1, p.195-199, 2008.

Takano, H.K.; Oliveira Junior, R.S.; Constantin, J.; Braz, G.B.P.; Oliveira Neto, A.M.; Dan, H.A. et al. Potencial de utilização do clomazone em cultivares de feijoeiro comum. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.187-195, 2012.

Thornby, D.F.; Walker, S.R. Simulating the evolution of glyphosate resistance in grains farming in northern Australia. **Annals of Botany**, v.104, n.4, p.747-756, 2009.

Timossi, P.C. Manejos de rebrotes de *Digitaria insularis* no plantio direto de milho. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.175-179, 2009.