

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE BIÓTIPOS DE AZEVÉM COM DISTINTA SUSCEPTIBILIDADE AO GLIFOSATO

GALVAN; J.¹; RIZZARDI; M.A.²; SCHEFFER-BASSO; S.M.³

¹ Universidade de Passo Fundo – RS; (54) 99094353; galvan.j@gmail.com

² Universidade de Passo Fundo – RS; (54) 33168151; rizzardi@upf.br

³ Universidade de Passo Fundo – RS; (54) 33168310; sbasso@upf.br

Resumo

Objetivou-se comparar quatro biótipos de azevém oriundos de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, com intuito de identificar caracteres morfofisiológicos que possam elucidar a resposta ao glifosato. O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação, onde um biótipo suscetível (B1S, Passo Fundo) e três resistentes ao glifosato (B2R, Santa Maria; B3R, Júlio de Castilhos, B4R, Vacaria) foram colhidos aos 126, 147, 168 e 189 dias de idade. A hipótese de que plantas suscetíveis ao herbicida são mais vigorosas não se confirmou, mas foi aceita a hipótese de que a susceptibilidade ao glifosato está associada à precocidade quanto à maturação das espigas e à senescência. O biótipo B1S mostrou 21 dias de antecipação nesses caracteres em relação aos demais biótipos. Nenhuma diferença foi detectada em caracteres morfofisiológicos dos biótipos suscetível e resistentes ao herbicida. Contudo, houve maior desempenho do B4R em relação aos demais quanto à produção de folhas (43/pl), afilhos (14/pl), espigas (14/pl), sementes (3,483/pl) e matéria seca total (raízes + parte aérea= 13,8 g/plant), mostrando a importância da avaliação da resposta ao glifosato em programas de melhoramento do azevém forrageiro, bem como no protocolo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para registro de cultivares.

Palavras-Chave: desenvolvimento morfológico, manejo, programas de melhoramento, resistência a herbicida, variabilidade de germoplasma

Abstract

The objective of the work was to compare four biotypes of ryegrass from different regions of Rio Grande do Sul, Brazil, in order to identify morphophysiological aspects that can elucidate the glyphosate response. The essay was conducted under greenhouse conditions where a susceptible biotype (B1S, Passo Fundo) and three resistant biotypes (B2R, Santa Maria; B3R, Júlio de Castilhos, B4R, Vacaria) were harvested in 126, 147, 168 and 189 days of age. The hypothesis that the glyphosate susceptible plants are more vigorous was not confirmed, but it was accepted that the susceptibility is associated to precocity in relation to spike maturation and senescence. The B1S showed an anticipation of 21 days in these characters in relation to the others. No significant differences were detected in the morphophysiological characters of herbicide-susceptible and –resistant biotypes. However, there were higher performance of the B4R in relation to the other as for leaf (43/plant), tillers (14/plant), spike (14/plant), seed production potential (3,483/plant) and total dry matter production (roots + shoot= 13.8 g/plant), showing the importance of the glyphosate response evaluation in breeding programs of forage ryegrass and its inclusion in the protocol of Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) to cultivar register.

Key Words: breeding programme, germplasm variability, management, morphological development, resistance to herbicide

Introdução

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma importante forrageira hibernal, abundante produtora de forragem e possuidora de grande tolerância ao pastejo (Boldrini et al., 2008), porém sua presença em pomares e lavouras remete ao controle por meio de herbicidas. Em decorrência do uso repetitivo do glifosato para o controle dessa espécie, promoveu-se a seleção de biótipos resistentes a esse herbicida

(Vargas et al., 2004), dificultando o manejo das áreas de lavoura, o que também é relatado por Dinelli et al. (2002) em relação à resistência de *Lolium* spp. ao herbicida diclofop-methyl.

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é a capacidade natural e herdável de alguns biótipos, dentro de determinada população de plantas daninhas, de sobreviver e se reproduzir após a exposição à dose herbicida, que seria letal a população normal, ou suscetível, da mesma espécie (Christoffoleti & López-Ovejero, 2003).

As plantas daninhas freqüentemente levam vantagem competitiva sobre as cultivadas (Ferreira et al., 2008). Dessa forma, torna-se necessário o estudo do comportamento biológico/ecológico das espécies daninhas a fim de traçar estratégias de manejo para elas (Machado et al., 2006), bem como estudar seus aspectos evolutivos.

Dentre os fatores citados por Silva et. al. (2007), que determinam a maior competitividade das plantas daninhas sobre as culturas estão o porte, arquitetura, maior velocidade de germinação e estabelecimento da plântula, maior velocidade de crescimento e extensão do sistema radical. Assim, quanto mais atributos a planta apresentar, que permitam maior habilidade competitiva, maior será a dificuldade para o controle da espécie. Por outro lado, no caso do azevém, que é uma excelente forrageira anual, os programas de melhoramento almejam obter cultivares com caracteres relacionados ao vigor e a rebrota. Assim, torna-se imprescindível avaliar em tais programas, a resposta da planta a aplicação do herbicida glifosato, pois o lançamento de cultivares resistentes ao herbicida implicará em severas conseqüências para as regiões agrícolas.

Se os biótipos resistentes ao glifosato mostram caracteres morfofisiológicos distintos dos biótipos sensíveis, podem-se subsidiar tanto os trabalhos de melhoramento genético, identificar com mais facilidade plantas sensíveis e incrementar as práticas de aplicação do herbicida.

Assim, este estudo avaliou biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato, diante da hipótese de que a resistência está vinculada ao vigor e à precocidade. Os resultados podem auxiliar, também, na elucidação da sensibilidade e/ou resistência ao herbicida.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação construída com cobertura plástica transparente e paredes de tela do tipo clarite, na Universidade de Passo Fundo, entre maio e dezembro de 2008. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa).

As sementes dos biótipos de azevém utilizadas no experimento passaram por um teste preliminar (aplicação de 1920 g e.a. ha⁻¹ de glifosato (Roundup Transorb[®])), de modo a comprovar a sua sensibilidade ou resistência ao herbicida glifosato, tendo sido assim classificadas como: B1S = biótipo sensível e B2R, B3R e B4R = biótipos resistentes.

O ensaio caracterizou-se como um bifatorial 4 x 4, em que plantas individuais dos biótipos foram colhidas integralmente aos 126, 147, 168 e 189 dias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições.

As unidades experimentais constaram de vasos plásticos de 5,5 L. Os recipientes foram preenchidos com substrato fértil (argila= 32%; pH= 5,4; pH SMP= 6,9; M.O.= 4,5%; P= 51 mg/dm³; K= 986 mg/dm³) elaborado a partir de um solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico adubado química e organicamente.

A semeadura ocorreu em 20 de maio de 2008 e 15 dias após a emergência foi feito o desbaste deixando duas plantas por vaso. As plantas foram mantidas sem restrição hídrica mediante irrigação automática por aspersão. Em cada colheita, foi feita a avaliação dos seguintes atributos: estatura (da base da planta até a inflexão da folha superior), número de filhinhos, número de folhas verdes, comprimento e largura (parte mediana) da folha mais expandida, comprimento da maior raiz, massa seca de raiz (MSR) e parte aérea (MSPA), diâmetro do filhinho mais largo, volume do sistema radical, número, comprimento (da inserção da primeira até o ápice da última espiguetas) e massa seca de espigas (MSE), comprimento do último entrenó do filhinho reprodutivo mais longo, comprimento e largura da folha bandeira, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiguetas (média de três espiguetas no terço médio da espiga), comprimento da espiguetas basal, comprimento e largura da gluma da espiguetas basal.

Por ocasião das colheitas, as plantas foram retiradas dos vasos após a medição da estatura e lavadas para retirada do substrato aderido as raízes. Posteriormente, após realizadas as avaliações morfológicas, raízes, espigas, folhas + filhinhos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 60°C

durante 72 horas. A partir das variáveis-resposta primitivas foram calculadas a relação raiz/parte aérea (MSR/MSPA) e o potencial de produção de sementes (PPS), de acordo com a seguinte fórmula: $PPS = (n^{\circ}\text{espigas/planta}) \times (n^{\circ}\text{espiguetas/espiga}) \times (n^{\circ}\text{grãos/espiguetas})$.

As informações fenológicas foram obtidas a partir da determinação da idade em que ocorreu o início da antese, da maturação das espigas e senescência das plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância em modelo bifatorial, com comparação de medias por teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os biótipos mostraram diferenças fenológicas quanto ao início da maturação das espigas e senescência das plantas (Tabela 1). O biótipo B1S mostrou-se mais precoce em relação aos demais, evidenciando antecipação de 21 dias no início da antese, maturação das espigas e senescência, fato que também foi verificado por Vargas et al. (2005) quando analisaram as alterações das características biológicas ocasionadas pela resistência ao glifosato.

A antecipação no florescimento das plantas sensíveis é de fundamental importância para a manutenção da sensibilidade dessa planta ao glifosato, uma vez que quando os estigmas dessas plantas estiverem receptivos, somente o pólen de anteras de plantas sensíveis estará disponível. Por outro lado, se numa mesma área ocorrerem plantas de distinta sensibilidade ao herbicida, e estas florescerem na mesma época, o risco de cruzamento entre elas é iminente e, por conseguinte aumentando consideravelmente a disseminação da resistência. Essa assincronia de floração embora seja considerada muito importante, não pode ser considerada como totalmente eficaz, uma vez que o período de floração da espécie é bastante longo.

Vargas et al. (2007) testaram o cruzamento de biótipos de azevém resistente e susceptível ao glifosato no intuito de verificar a herança da resistência, bem como o grau de resistência resultante do cruzamento entre elas. Verificaram, no entanto, que a resistência é transmitida pelos dois genitores, sendo, então, considerada como herança nuclear, o que também foi observado por Lorraine-Colwill et al. (2001), investigando a herança da resistência ao glifosato por *Lolium rigidum*. Ainda, segundo Vargas et al. (2007), a F1 resultante do cruzamento entre os biótipos sensíveis e resistentes apresenta 100% das plantas resistentes. Os autores classificaram essa planta resultante do cruzamento como um híbrido com sensibilidade intermediária, biótipo heterozigoto com dominância incompleta, sendo resistente a doses que controlam o biótipo susceptível, porém manejado com doses menores às necessárias para o controle do biótipo resistente.

Tabela 1- Fenofases de biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato considerando-se o número de dias após a emergência (DAE)

Biótipo	Início da antese	Início da maturação da espiga	Início da senescência
B1S	105	126	168
B2R	126	147	189
B3R	126	147	189
B4R	126	147	189

A senescência mais tardia nos biótipos resistentes é um caractere a ser investigado em nível de fisiologia vegetal, pois indica alterações no metabolismo das plantas. Segundo Roy (2004), as plantas podem apresentar respostas a herbicidas similares ao que ocorre sob herbivoria ou patógenos, atrasando a senescência ou aumentando a concentração de clorofila.

Esses biótipos seriam plantas forrageiras, provavelmente, mais produtivas, o que reforça a importância da análise de resistência ao glifosato no protocolo de avaliação de populações de azevém nos programas de melhoramento da espécie. Do contrário, corre-se o risco de comercializar cultivares com resistência ao herbicida e aumentar a evolução de biótipos com tal característica. Para as regiões produtoras de grãos, onde também ocorre integração do sistema lavoura-pecuária, isso seria um sério problema.

Os biótipos mostraram variação em diversos caracteres (Tabela 2), mas nenhum deles mostrou ser um descritor efetivo para evidenciar diferenças quanto à sensibilidade ao glifosato. Por outro lado,

muitos dos caracteres avaliados não apresentaram diferenças entre os biótipos utilizados e não estão discriminados no presente trabalho.

A estatura de planta é um fator decisivo na capacidade de competição de uma planta frente à outra, de modo que a planta que apresenta maior estatura terá maior área foliar exposta a radiação solar, que, com a disponibilidade dos demais fatores envolvidos poderá apresentar maior produção fotossintética, e por outro lado, interferir negativamente nas plantas que a circundam pelo sombreamento que causará. Nesse caractere, o biótipo susceptível mostrou-se inferior aos biótipos B3R e B4R, mas superou em 9,4% o biótipo resistente B2R. Junior et al. (2004) afirmam que para ocorrer incremento da produção vegetal, é necessário melhor aproveitamento de energia solar e a ação de outros fatores ambientais favoráveis. Para tal, é necessário que a planta tenha uma boa estatura, grande número de folhas, mas especialmente, que essas tenham elevado aproveitamento da radiação solar, para promover alta capacidade fotossintética.

Tabela 2 - Caracteres morfofisiológicos de biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, na média de idades

Caractere	Biótipo			
	B1S	B2R	B3R	B4R
Estatura da planta (cm)	94,8 AB	85,9 B	107,1 A	103,8 A
Folhas verdes (n°/planta)	26,0 B	28,7 AB	22,3 B	43,1 A
Afilhos (n°/planta)	8,7 B	8,6 B	7,1 C	14,0 A
MS parte aérea (g/planta)	8,7 B	7,9 B	9,3 B	12,0 A
MS total (g/planta)	10,5 B	9,7 B	10,9 B	13,8 A
MS raiz/MS total (%)	16,4 AB	18,5 A	14,5 BC	13,1 C
Relação raiz/parte aérea	0,19 B	0,24 A	0,17 BC	0,14 C
MS espiga/MS parte aérea (%)	22,7 B	28,3 A	24,6 AB	20,0 B
Espigas (n°/planta)	8,8 AB	7,6 B	7,2 B	14,3 A
Potencial de produção de sementes (n°/planta)	1888,2 B	1504,3 B	1602,8 B	3484,7 A

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Evidenciou-se que dentre os biótipos resistentes, houve variação quanto ao vigor e alocação de massa seca, destacando-se o B4R quanto à densidade de afilhos, e, por conseguinte, o número de folhas, e produção de matéria seca. Com certeza, esse biótipo seria selecionado em programas de melhoramento de forrageiras, pois elevado afilhamento e produção de MS da parte aérea estão entre os mais importantes atributos nesse grupo de plantas. Tal biótipo mostrou, em conjunto com o B3R, menor relação de alocação de MS em raízes frente a MS de parte aérea, ao contrário do que mostrou o biótipo susceptível.

Além dos caracteres vegetativos, o B4R mostrou superioridade na produção de espigas, bem como na capacidade de produção de propágulos (Tabela 2), e conseqüentemente, do maior potencial disseminação da resistência pela lavoura, requerendo dessa forma especial atenção para seu manejo, uma vez que se estas plantas forem mantidas na área tenderão a dominar o ambiente.

Apenas para a alocação de MS em espiga houve interação biótipo x idade (Tabela 3), com diferença entre os biótipos apenas aos 189 dias de idade. Os biótipos B1S e B4R foram similares quanto a esse caractere, havendo maior alocação em MS de espiga nos dois outros biótipos. O biótipo B2R, em especial, apresentou a MS de espiga respondendo por mais da metade da MS na parte aérea da planta, aos 189 DAE.

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por Vargas et al. (2005) no que se refere à duração da planta, porém diferem quanto a produção de matéria seca, número de afilhos, número de sementes por inflorescência e número de sementes produzidas. Os autores observaram que em tais características o biótipo resistente de azevém mostrou-se inferior ao susceptível. No presente trabalho isso não ocorreu, sendo que o biótipo susceptível não apresentou nenhum caractere que o diferenciasse dos biótipos resistentes, haja vista que se mostrou ora superior ora inferior a um biótipo resistente. As divergências podem se dever ao fato de que esses autores trabalharam com apenas um biótipo susceptível e um biótipo resistente ao herbicida glifosato. Neste trabalho, caso fosse excluído o biótipo B4R, os dados dos dois estudos seriam similares, reforçando a importância de se comparar vários biótipos, a fim de evitarem-se conclusões equivocadas a respeito do assunto.

Tabela 3 - Alocação de matéria seca em espiga de biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato em função de idade

Idade (DAE)	Biótipo			
	B1S	B2R	B3R	B4R
	%			
126	4,7 bA	9,3 cA	6,3 bA	9,6 bA
147	26,2 aA	21,1 bA	18,6 bA	21,4 aA
168	28,2 aA	31,9 bA	33,8 aA	23,3 aA
189	31,6 aC	50,8 aA	39,6 aAB	31,6 aBC

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

O elevado desempenho do biótipo resistente B4R, que respondeu pela maior produção de afilhos, folhas verdes e espigas, produção de MS e produção de propágulos, conferem a esse biótipo alto poder competitivo, representando maior risco de infestação e permanência nas regiões produtoras de grãos. Assim, os biótipos de azevém que apresentam resistência ao herbicida glifosato não podem ser diferidos dos biótipos sensíveis através de aspectos morfofisiológicos, com exceção a fenologia, em que o biótipo susceptível apresentou-se mais precoce que os biótipos resistentes. Esse biótipo exige, portanto, especial atenção quanto ao seu controle nas fases iniciais de desenvolvimento, evitando que atinja a fase reprodutiva.

Literatura Citada

- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1988. 41p.
- BOLDRINI, I.I.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT, S.C. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2008.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.507-515, 2003.
- DINELLI, G.; BONETTI, A.; LUCHESE, C. et al. Taxonomic evaluation of Italian populations of *Lolium* spp. resistant and susceptible to diclofop-methyl. **European Weed Research Society**, v.42, p.156-165, 2002.
- FERREIRA, E.A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A. et al. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.261-269, 2008.
- JUNIOR, J.D.G.S.; MONTEIRO, F.A.; JUNIOR, J.L. Análise de Crescimento do Capim-Marandu Submetido a Doses de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1985-1991, 2004 (Suplemento 2).
- LORRAINE-COLWILL, D.F.; POWLES, S.B.; HAWKES, T.R. et al. Inheritance of evolved glyphosate resistance in *Lolium rigidum* (Gaud.). **Theoric and Applied Genetics**, v.102, p. 545-550, 2001.
- MACHADO, A.F.L.; FERREIRA, R.L.; FERREIRA, F.A. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.641-647, 2006.
- ROY, B.A. Rounding up the costs and benefits of herbicide use. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.101, n.39, p.13974-13975, 2004.
- SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. et al. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A.A. & SILVA, J.F. (Ed.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.
- VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A. et al. Identificação de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.617-622, 2004.
- VARGAS, L.; ROMAN, E.S.; RIZZARDI, M.A. et al. Alteração das características biológicas de azevém (*Lolium multiflorum*) ocasionada pela resistência ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.153-160, 2005.
- VARGAS, L.; MORAES, R.M.A.; BERTO, C.M. Herança da resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 567-571, 2007.