

**ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS E  
ANATÔMICOS DO AZEVÉM E CONTROLE DE  
BIÓTIPOS RESISTENTES AO GLIFOSATO**

**JÔNATAS GALVAN**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

**Passo Fundo, junho de 2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS E  
ANATÔMICOS DO AZEVÉM E CONTROLE DE  
BIÓTIPOS RESISTENTES AO GLIFOSATO**

**JÔNATAS GALVAN**

**Orientador: Prof. Dr. Mauro Antonio Rizzardi**  
**Co-orientador: Dr. Leandro Vargas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

**Passo Fundo, junho de 2009**



Aos meus pais Angelo e Maria de  
Lourdes, pela VIDA e educação;  
As minhas irmãs Joicy e Jessica  
pelo apoio e paciência.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida;

Aos meus pais Angelo e Maria de Lourdes, pela educação e valores transmitidos, além do apoio emocional e financeiro;

As minhas irmãs Joicy e Jessica, que dentro de suas capacidades não mediram esforços para me ajudar da maneira que foram capazes;

Aos primos Márcio e Silvana e ao amigo Uilian pela ajuda em algumas ocasiões no desenvolvimento do experimento;

A Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e Instituto de Ciências Biológicas - UPF, pela oportunidade de realizar esse trabalho;

A CAPES pela bolsa de estudos fornecida para a realização desse trabalho;

Ao professor Dr. Mauro Antônio Rizzardi pela orientação, disponibilidade, conhecimentos transmitidos e oportunidade de realizar esse trabalho;

Ao pesquisador da Embrapa – Trigo, Dr. Leandro Vargas pela co-orientação e conhecimentos transmitidos;

A professora Dra. Simone Meredith Scheffer-Basso pela colaboração no desenvolvimento da pesquisa, pelos conhecimentos transmitidos e análises estatísticas;

A professora Dra. Cercí Maria Carneiro pela colaboração no desenvolvimento de parte da pesquisa e pelos conhecimentos transmitidos;

A professora MSc. Dileta Cecchetti pela ajuda na realização de algumas análises estatísticas;

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos conhecimentos transmitidos;

Ao pesquisador da Fundacep, Dr. Mário Bianchi pela doação das sementes de azevém;

Aos funcionários do CEPAGRO, Vanderli, Cláudio e Maximino, e aos estagiários Henrique e Willian, pela colaboração quando da execução do experimento nesse local;

Ao funcionário Clóvis e aos estagiários Ricardo e Douglas, da Embrapa – Trigo, pela colaboração quando da execução do experimento naquele local;

Aos estagiários do laboratório MULTIVEG, em especial ao Edinei pela ajuda na manutenção e coleta das plantas, e a Vanderléia e Adriana pela ajuda na execução das secções histológicas;

Aos todos os colegas e amigos com os quais convivi nesses últimos dois anos, em especial ao Rodrigo de Almeida, Marília Silva e Franciele Mariani, os quais me ajudaram muito nesse período;

A todas as pessoas que por ventura não citei nesses agradecimentos, mas que de alguma forma me ajudaram, deixo aqui meu muito obrigado.



## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
CAPÍTULO 1 – Aspectos morfofisiológicos de biótipos de azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.) com distintas sensibilidades ao glifosato	
Resumo	14
Abstract	15
1. Introdução	17
2. Material e Métodos	19
3. Resultados e Discussão	23
3.1 Experimento I	25
3.2 Experimento II	37
4. Conclusões	42
CAPÍTULO 2 – Caracterização anatômica de órgãos vegetativos de azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.) sensível e resistente ao herbicida glifosato	
Resumo	43
Abstract	44
1. Introdução	46
2. Material e Métodos	48
3. Resultados e Discussão	51
4. Conclusões	63
CAPÍTULO 3 – Suscetibilidade comparativa a herbicidas inibidores de ACCase por biótipos de azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.) resistentes e sensíveis ao herbicida glifosato	
Resumo	65
Abstract	66
1. Introdução	67
2. Material e Métodos	69

3. Resultados e Discussão	72
4. Conclusões	81
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
5 APÊNDICES	89

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1 – Aspectos morfofisiológicos de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) com distintas sensibilidades ao glifosato

Tabela		Página
1	Fenofases das populações de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato considerando-se o número de dias após a emergência (DAE) .....	24
2	Características morfofisiológicas vegetativas de três diferentes biótipos de azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> ) com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, na média das idades (21-189 DAE) .....	26
3	Características morfofisiológicas vegetativas dos biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, na média das idades (126-189 DAE) .....	38
4	Características morfofisiológicas reprodutivas de biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, na média das idades (126-189 DAE) .....	40
5	Alocação de matéria seca em espiga de biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato em função de idade .....	41

### CAPÍTULO 2 – Caracterização anatômica de órgãos vegetativos de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sensível e resistente ao herbicida glifosato

Tabela		Página
1	Índice e densidade estomática na epiderme adaxial e abaxial de folhas dos biótipos testados de <i>Lolium multiflorum</i> .....	54

CAPÍTULO 3 – Suscetibilidade comparativa a herbicidas inibidores de ACCase por biótipos de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) resistentes e sensíveis ao herbicida glifosato

Tabela		Página
1	Discriminação dos coeficientes de dose para cada herbicida utilizado no experimento .....	71
2	Matéria seca acumulada pelos diferentes biótipos na média das doses de herbicidas ....	77
3	Matéria seca acumulada pelos diferentes biótipos na média dos herbicidas para diferentes doses .....	78
4	Matéria seca acumulada em cada experimento com distintos herbicidas na média dos biótipos para diferentes doses .....	80

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1 – Aspectos morfofisiológicos de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) com distintas sensibilidades ao glifosato

Figura		Página
1	Temperaturas médias durante o período de cultivo das plantas no interior da casa-de-vegetação .....	20
2	Locais de coleta dos biótipos de azevém utilizados .....	20
3	Estatura média de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade .....	27
4	Número médio de afilhos de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade .....	27
5	Número médio de folhas verdes de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade .....	28
6	Comprimento médio das folhas de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade da planta .....	29
7	Largura média da folha de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade .....	30
8	Comprimento médio das raízes de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade .....	31
9	Volume médio de raiz de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade .....	31

10	Matéria seca de raiz, parte aérea e total na média de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade ...	33
11	Relação raiz/parte aérea na média de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade .....	33
12	Percentagem de alocação de massa seca radical em relação à massa seca total na média de três biótipos de azevém de distinta tolerância ao glifosato em função da idade ...	34
13	Distribuição percentual de matéria seca nos diferentes órgãos da planta de azevém, biótipo sensível, ao longo de seu ciclo de crescimento .....	35
14	Distribuição percentual de matéria seca nos diferentes órgãos da planta de azevém, biótipo resistente, ao longo de seu ciclo de crescimento .....	35
15	Distribuição percentual de matéria seca nos diferentes órgãos da planta de azevém, biótipo resistente, ao longo de seu ciclo de crescimento .....	36
16	Distribuição percentual de matéria seca nos diferentes órgãos da planta de azevém, biótipo resistente, ao longo de seu ciclo de crescimento .....	36
CAPÍTULO 2 – Caracterização anatômica de órgãos vegetativos de azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.) sensível e resistente ao herbicida glifosato		
Figura		Página
1	Vista frontal da epiderme de <i>Lolium multiflorum</i> .....	52

2	Vista frontal do estômato em forma de alteres .....	52
3	Vista frontal mostrando disposição dos estômatos .....	53
4	Secção transversal da folha de <i>L. multiflorum</i> .....	57
5	Secção transversal da folha de <i>L. multiflorum</i> .....	60
6	Secção longitudinal da raiz de <i>L. multiflorum</i>	61
7	Secção longitudinal da raiz de <i>L. multiflorum</i>	62
CAPÍTULO 3 – Suscetibilidade comparativa a herbicidas inibidores de ACCase por biótipos de azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> Lam.) resistentes e sensíveis ao herbicida glifosato		
Figura		Página
1	Fitotoxicidade de três biótipos de azevém, avaliados aos 15 DAA, quando submetidos à aplicação de Tepraloxym (Aramo <sup>®</sup> ) .....	74
2	Fitotoxicidade de três biótipos de azevém, avaliados aos 15 DAA, quando submetidos à aplicação de Sethoxydim (Poast <sup>®</sup> ) .....	74
3	Fitotoxicidade de três biótipos de azevém, avaliados aos 15 DAA, quando submetidos à aplicação de Clethodim (Select <sup>®</sup> ) .....	75
4	Fitotoxicidade de três biótipos de azevém, avaliados aos 15 DAA, quando submetidos à aplicação de Haloxyfop-r (Verdict <sup>®</sup> ) .....	75

**LISTA DE APÊNDICES**

Apêndice		Página
A	Resumo da análise de variância ciclo completo – fase vegetativa (3 biótipos) .....	90
B	Resumo da análise de variância nas quatro últimas colheitas – fase vegetativa (4 biótipos) .....	92
C	Resumo da análise de variância – fase reprodutiva (4 biótipos) .....	94
D	Resumo da análise de variância – teste de herbicidas	95



## ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS DO AZEVÉM E CONTROLE DE BIÓTIPOS RESISTENTES AO GLIFOSATO

**RESUMO** – O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma poácea anual, amplamente encontrada no Rio Grande do Sul. Seu manejo é necessário para a implantação de uma nova cultura nessa área durante a safra, haja vista que a ocorrência de plantas daninhas concomitantemente com a cultura reduz consideravelmente a quantidade e qualidade da produção. Ocorre que nos últimos anos seu controle químico através do herbicida glifosato tem se tornado difícil, demandando métodos alternativos para o manejo desta planta daninha, que nem sempre surtem resultados satisfatórios. Objetivou-se nesse trabalho submeter plantas originadas de sementes com suspeita de resistência, advindas de muitas regiões do Estado do Rio Grande do Sul, à aplicação de 1920 g e.a./ha de glifosato (Roundup Transorb<sup>®</sup>), a fim de coletar sementes de plantas comprovadamente resistentes para os demais experimentos. A partir das plantas germinadas dessas sementes comprovadamente resistentes, fez-se três experimentos com o intuito de estudar e comparar o desenvolvimento morfofisiológico dos biótipos em questão, assim como a análise anatômica dos mesmos. Por fim testou-se o efeito de herbicidas inibidores de ACCase para o manejo das plantas resistentes ao glifosato. Concluiu-se que as plantas resistentes, ao contrário do que se conhecia, podem ser mais vigorosas que as plantas sensíveis, e assim tornarem-se problemas ainda maiores. Quanto a anatomia observou-se que os

biótipos resistentes apresentaram espaços intercelulares no seu mesofilo foliar, bem como, menor quantidade de floema frente ao xilema na comparação com o biótipo sensível. No que tange aos herbicidas inibidores de ACCase testados como alternativa para o manejo de plantas de azevém resistentes ao glifosato, conclui-se que todos apresentaram resultado satisfatório quando da utilização da dose recomendada.

**Palavras-chave** – anatomia, inibidores de ACCase, morfofisiologia.

**MORPHOPHYSIOLOGICAL AND ANATOMIC ASPECTS TO  
RYEGRASS AND MANAGEMENT TO GLYPHOSATE  
RESISTANCE BIOTYPES**

**ABSTRACT** – Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) is an annual gramineous plant widely found in Rio Grandre do Sul State, Brazil. Its handling is necessary to the implantation of a new agriculture, because of there are harmful plants in the same period growing together with the agriculture, and cutting down considerably the quantity and quality of the agricultural harvest. The chemist control of glyphosate herbicide has been difficult for recent years, demanding alternate methods to handling this harmful plant that it is not always give satisfactory results. It was the aim of this work to submit plants that they came from several regions of the Rio Grande do Sul state, Brazil, mentioned above to the application of 1920 grams e.a./ha of glyphosate (Roundup Transorb<sup>®</sup>) to collect seeds from plants that they are certainly resistant to other experiments. From germinated plants of these seeds that they sure are resistant, it had made three experiments to study and compare the morphophysiological development of biotypes related as well the anatomical analyse of them. Finishing it has checked the effect of ACCase inhibiting herbicides to handling of resistant plants to glyphosate. It follows those resistant plants in opposite of that they were known can be more vigorous that sensitive plants and they become bigger problems. According to anatomy it has noticed that resistant biotypes showed intercellular spaces in their foliar mesophyll as well less quantity of

phloem face to xylem in comparison of sensitive biotype. Referring to ACCase inhibiting herbicides checked as alternative to handling ryegrass resistant plants to glyphosate. It follows that all showed satisfactory result when they were used with the recommended dose.

**Key-words:** anatomy, ACCase inhibiting, morphophysiology.

## 1 INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma espécie poácea hibernal de ciclo anual, amplamente encontrada no Estado do Rio Grande do Sul, utilizada tanto como forrageira para alimentação animal, como servindo de cobertura verde em pomares e no sistema de semeadura direta. São plantas que florescem e frutificam em abundância, apresentando ressemeadura natural após a maturação fisiológica, se estas não forem colhidas.

Embora o azevém seja uma importante planta daninha infestante das lavouras, não se constitui em grande problema para as culturas de ciclo estival de desenvolvimento, haja vista que a época preferencial para desenvolvimento do azevém é no outono-inverno, no entanto pode apresentar-se como importante problema no estabelecimento inicial das mesmas, se estas germinarem em ambiente com presença desta planta daninha. Apresenta maiores problemas e preocupações aos agricultores quando da sua presença em culturas de inverno.

O sistema de semeadura direta amplamente utilizado no Estado do Rio Grande do Sul tem como premissa a dessecação das plantas daninhas para o estabelecimento da lavoura, visto que a emergência destas juntamente com a cultura provocam danos tanto na produtividade quanto na qualidade dos grãos. O controle de azevém vem sendo realizado a muitos anos com o glifosato, no entanto, a

alguns anos esse manejo tem sido afetado negativamente pelo desenvolvimento da resistência a essa molécula herbicida.

A eficácia do glifosato é dependente de processos como a retenção da molécula na superfície foliar, a penetração foliar, a translocação na planta até o sítio de ação e a inibição da enzima-alvo (MONQUERO *et al.* 2004). Pesquisas com o objetivo de esclarecer a causa da resistência ao glifosato apontam a translocação diferenciada desse produto pela planta como responsável por tal fenômeno, visto que segundo Ferreira *et al.* (2006) não ocorrem diferenças de absorção entre biótipos resistentes e sensíveis.

O herbicida glifosato é translocado na planta seguindo a rota dos fotoassimilados via floema. Assim, qualquer impedimento na translocação do herbicida pode resultar em grandes prejuízos na eficiência de controle da espécie alvo.

Este trabalho foi conduzido com o intuito de contribuir para o conhecimento a cerca do fenômeno de resistência do azevém ao herbicida glifosato, analisando aspectos morfofisiológicos, anatômicos, e também, alternativas de controle para os biótipos resistentes. Objetiva-se, no entanto, que esse estudo possa ser usado para a elaboração de estratégias que visem a solução da problemática a cerca da resistência do azevém ao herbicida glifosato.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea anual, cespitosa, de prefoliação convoluta, folhagem verde-brilhante e folhas com aurículas desenvolvidas, espiguetas com mais de 10 antécios e lemas com arista apical (BOLDRINI *et al.*, 2008). A espécie é adaptada a temperaturas mais baixas em climas mesotérmicos, não resistindo ao calor de verão de climas tropicais, desenvolvendo-se somente durante o inverno e na primavera (GALLI *et al.*, 2005).

As plantas florescem e frutificam em abundância no final da primavera (PUPO, 1979; PIANA *et al.*, 1986). Piana *et al.* (1986) afirma que, após a maturação fisiológica ocorre a abscisão das sementes, e, quando não colhidas caem ao solo, aí permanecendo dormentes até o final do verão, quando iniciam a germinação. Esse fenômeno de ressemeadura natural é muito útil para os pecuaristas (PIANA *et al.*, 1986), porém para os agricultores isso pode ocasionar dificuldades de controle, devido a ocorrência de plantas em diferentes estádios de crescimento (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003; GALLI *et al.*, 2005).

Além do pastoreio, o azevém é utilizado com outros propósitos como, por exemplo, no sistema de semeadura direta como cobertura de inverno, como cobertura viva ou morta em pomares e como forrageira (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

É importante ressaltar que, embora o azevém seja uma infestante da região sul do Brasil, a época principal de incidência ocorre durante as estações de outono-inverno, não se constituindo em grandes problemas nas culturas de verão como a soja e o milho (GALLI *et al.*, 2005). No entanto, plantas voluntárias de azevém são fontes de permanência das sementes na lavoura vindo a ocasionar infestações futuras, quando da utilização de práticas de rotação de culturas com cereais de inverno como cevada, centeio, trigo e triticale (ROMAN *et al.*, 2004).

Rigoli *et al.* (2008) relatam que, quando ocorrem na mesma proporção, o azevém apresenta habilidade competitiva inferior ao trigo. Isso é explicado pelo fato de que, nas áreas agrícolas, as plantas daninhas geralmente ocorrem em densidades bem superiores às das espécies cultivadas (BIANCHI *et al.*, 2006).

No sistema semeadura direta ou em pomares, a dessecação ou controle dessa espécie é realizado normalmente com a aplicação de herbicidas não-seletivos, em diferentes estádios fenológicos, sendo o glifosato o herbicida mais utilizado para esse fim (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

O glifosato é um herbicida pós-emergente, sistêmico, não-seletivo e de amplo espectro para o controle de plantas anuais e perenes (PEREZ-JONES, 2007), sendo atualmente considerado o herbicida mais importante e mais amplamente usado no mundo (POWLES & PRESTON, 2006). Nos últimos anos tem sido utilizado também como herbicida seletivo em culturas transgênicas com gene



de resistência ao glifosato, tais como, soja (*Glycine max* (L.) Merrill), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), canola (*Brassica napus* L.) e milho (*Zea mays* L.) (WOODBURN, 2000).

A eficácia do glifosato é dependente de processos como a retenção da molécula na superfície foliar, a penetração foliar, a translocação na planta até o sítio de ação e a inibição da enzima-alvo, a 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintetase (EPSPs), onde o produto vai exercer sua atividade herbicida (KIRKWOOD & MCKAY, 1994 *apud* MONQUERO *et al.* 2004). A translocação representa um processo essencial para a eficácia do herbicida (WANAMARTA & PENNER, 1989), e assim, qualquer impedimento pode resultar em prejuízos à eficiência de controle da espécie alvo.

O glifosato se movimenta no floema seguindo a rota dos produtos da fotossíntese, das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes das plantas em crescimento, para manutenção do metabolismo e/ou formação de produto de reserva, das raízes, dos tubérculos, das folhas jovens e de zonas meristemáticas (HETHERINGTON *et al.*, 1998). Ocorre que, a quantidade de açúcar translocada para cada uma dessas partes muda durante o ciclo de vida da planta e, conseqüentemente, influencia o movimento do herbicida (MONQUERO *et al.*, 2004). Portanto, condições que favoreçam a fotossíntese auxiliam também a translocação do glifosato (DELLACIOPPA *et al.*, 1986). Dessa forma, a absorção, a translocação e o metabolismo do herbicida podem afetar a sensibilidade da planta, pois este precisa atingir o sítio de ação numa concentração adequada (FERREIRA *et al.* 2006).

Os herbicidas inibidores da enzima EPSPs agem inibindo esta enzima na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais fenilalanina, tirosina e triptofano, que são precursores de outros produtos, como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzóicos (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002; VARGAS & ROMAN, 2006a; DELABAYS & BOHREN, 2007; ROMAN *et al.*, 2007). A inibição da enzima leva à desregulação do fluxo de carbono na planta e ao acúmulo de compostos intermediários tóxicos, o shikimato ou shikimato-3-fosfato (ROMAN *et al.*, 2007). Os sintomas das plantas sob efeito destes produtos incluem amarelecimento dos meristemas, necrose e morte das mesmas em dias ou semanas (VARGAS & ROMAN, 2006a, b).

A planta é sensível a um herbicida quando o crescimento e desenvolvimento são alterados pela ação do produto; assim, uma planta sensível pode morrer quando submetida a determinada dose do herbicida (VARGAS & ROMAN, 2006a). Os mesmos autores descrevem a tolerância como a capacidade inata de algumas espécies em sobreviver e se reproduzir após o tratamento herbicida, mesmo sofrendo injúrias. A resistência de plantas daninhas a herbicidas, segundo Christoffoleti & López-Ovejero (2003) é a capacidade natural e herdável de alguns biótipos, dentro de uma determinada população de plantas daninhas, de sobreviver e se reproduzir após a exposição à dose herbicida, que seria letal a uma população normal, ou suscetível, da mesma espécie.

O herbicida glifosato tem sido utilizado a mais de 30 anos na agricultura e até o momento um número limitado de populações de

plantas daninhas sofreu pressão de seleção suficiente para seleção de biótipos resistentes (GALLI *et al.*, 2005). O primeiro caso de resistência de plantas daninhas ao glifosato foi registrado em 1996 na Austrália para a espécie *Lolium rigidum* (POWLES *et al.*, 1998). De acordo com a Weed Science (2009), foi registrada até o momento a ocorrência de biótipos resistentes ao glifosato para quinze espécies, tais sendo: *Amaranthus palmeri*, *Amaranthus rudis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia trifida*, *Echinochloa colona*, *Eleusine indica*, *Lolium rigidum*, *Plantago lanceolata*, *Sorghum halepense* e *Urochloa panicoides*, além das ocorrentes também para o Brasil, *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis*, *Digitaria insularis*, *Euphorbia heterophylla* e *Lolium multiflorum*.

De acordo com Kissmann (1996) a variabilidade genética natural existente em qualquer população de plantas daninhas é a responsável pela fonte inicial de resistência em uma população suscetível de plantas daninhas. O autor afirma ainda que todas as populações de plantas daninhas, independentemente da aplicação de qualquer produto, provavelmente contêm plantas individuais que são resistentes a herbicidas. Desse modo, o surgimento de biótipos resistentes ocorre, com maior frequência, em áreas onde há uso repetido de herbicidas de um mesmo grupo químico ou pertencentes a diferentes grupos, mas com o mesmo mecanismo de ação (GRESSEL & SEGEL, 1990). Também, normalmente a resistência se apresenta em manchas, aumentando a sua proporção com a aplicação repetitiva do herbicida, dominando finalmente a área (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

O uso do glifosato para dessecação de áreas infestadas com azevém é comum no Rio Grande do Sul e vem sendo repetido há longo tempo (TOLEDO *et al.*, 2007), e em várias aplicações anuais, sendo essa a principal causa para o advento da resistência a esse herbicida pelo azevém, devido a forte pressão de seleção imposta.

A primeira suspeita de resistência de *Lolium multiflorum* ao glifosato no Brasil foi observada no Rio Grande do Sul, no município de Tapejara após um produtor ter aplicado 1080 g e.a./ha de glifosato em azevém no estágio inicial de desenvolvimento, observando-se controle total em algumas plantas e ausência de controle na grande maioria das plantas (GALLI, *et al.*, 2005). A nível mundial, o primeiro caso de resistência de *Lolium multiflorum* ao herbicida glifosato foi comprovada em 2002 no Chile (PEREZ & KOOGAN, 2003).

Existem várias formas documentadas como sendo estratégias desenvolvidas pela planta para resistir à ação do herbicida. Vargas & Roman (2006a), escrevem que a planta pode alterar o local de ação, metabolizar o herbicida ou compartimentalizá-lo. Para o azevém, no entanto, de acordo com pesquisas realizadas por Lorraine-Colwill *et al.* (2003) e Ferreira *et al.* (2006), dentre outros, o que tem ocorrido é a translocação diferenciada do herbicida no interior da planta, haja vista que a absorção do herbicida pelas plantas sensíveis e resistentes não tem diferença significativa, enquanto que a quantidade do produto que chega efetivamente as raízes é substancialmente inferior em plantas resistentes.

Para Vargas & Roman (2006a), a resistência de plantas daninhas a herbicidas assume grande importância, principalmente em razão do limitado número de herbicidas alternativos para serem usados no controle dos biótipos resistentes. Citam ainda o fato de que o número de ingredientes ativos disponíveis para controle de algumas espécies daninhas é restrito e o desenvolvimento de novas moléculas é cada vez mais difícil e oneroso. Segundo os mesmos autores, a ocorrência de resistência múltipla agrava ainda mais o problema, já que, neste caso, são dois ou mais os mecanismos que precisam ser substituídos, comprometendo o controle dos biótipos resistentes com o uso de herbicidas, restringindo esta prática a outros métodos menos eficientes.

O que vêm ocorrendo nessas populações de azevém nada mais é do que a teoria da evolução de Darwin, muito embora que, com influência direta e decisiva do homem. Darwin postulava que a espécie vai mudando sua constituição, assim, a população da próxima geração terá frequência elevada dos tipos que tiveram maior sucesso em sobreviver e se multiplicar nas condições ambientais vigentes (VARGAS & ROMAN, 2006a). Dessa forma, as populações de azevém que sobrevivem à ação do herbicida glifosato e conseguem concluir seu ciclo vital, irão deixar como herança para seus descendentes essa característica, e assim, se não forem tomadas decisões alternativas de manejo para essas populações, elas irão dominar a área.

## CAPÍTULO 1

### ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE BIÓTIPOS DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam) COM DISTINTA SENSIBILIDADE AO GLIFOSATO<sup>1</sup>

Jônatas Galvan<sup>2</sup>; Simone Meredith Scheffer-Basso<sup>3</sup> e Mauro Antônio Rizzardi<sup>4</sup>

**RESUMO** – *Lolium multiflorum* Lam. é uma poácea hibernal de ciclo anual amplamente encontrada no Estado de Rio Grande do Sul (RS), sendo utilizada como forrageira ou com o propósito de servir de cobertura morta em pomares ou na lavoura no sistema de semeadura direta. Ocorre que ultimamente seu manejo com o herbicida glifosato não tem surtido o efeito esperado, tornando-se assim grande problema para a implantação da nova cultura na área em que esta ocorre. Desse modo objetivou-se fazer uma análise comparativa de caracteres morfofisiológicos entre biótipos sensíveis e resistentes a ação do

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPG-Agro) – UPF.

<sup>2</sup> Biólogo, mestrando do PPG-Agro – UPF.

<sup>3</sup> Colaboradora, Eng. Agra., Dra., Professora da Faculdade de Agronomia da FAMV – UPF.

<sup>4</sup> Orientador, Eng. Agr., Dr., Professor da Faculdade de Agronomia da FAMV – UPF.

herbicida glifosato, visando definir técnicas para seu manejo. O experimento foi conduzido em ambiente semi-protégido na Universidade de Passo Fundo, comparando-se quatro biótipos de azevém, sendo um sensível e três resistentes, advindos de diferentes regiões do RS, os quais foram semeados em vasos contendo solo característico da região. As plantas foram colhidas a cada 21 dias em nove épocas, avaliando seus caracteres morfofisiológicos. Observou-se que não é possível diferenciar os biótipos apenas pelos caracteres morfofisiológicos. No entanto chama a atenção o elevado potencial de produção de sementes da espécie, assim requerendo maior atenção no seu manejo para não agravar ainda mais essa situação de resistência ao glifosato.

**Palavras-chave:** manejo, produção de sementes, resistência.

**MORPHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF RYEGRASS  
(*Lolium multiflorum* Lam.) POPULATION WITH DISTINCT  
SENSITIVITIES TO GLYPHOSATE**

**ABSTRACT** – Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) is a hibernante species of annual cycle that it is widely found in Rio Grande do Sul State (RS), Brazil, and it is being used as covering or purpose of serving of dead topping in orchards or agriculture in the system of direct sow. Lately the handling with glyphosate herbicide is not having the effect that everybody hopes, then become a big problem to implantation of new agriculture in the area where rye-grass is settled.

So the challenge was to analysis with comparative study of morphophysiological characters between sensitive and resistant biotypes to glyphosate herbicide action, looking for defining techniques to its handling. The experiment was led in half-protected environment at UPF - University of Passo Fundo - comparing from biotypes of ryegrass where one was sensitive e three were resistant that they came from different regions of the state mentioned before, which they were sown in vases with specific soil according to the region. The plants were collected twenty-one days after emergency and occuring more eight samples each twenty-one days availing morphophysiological characters. It was noticed that it wasn't possible distinguished the biotype just by its morphophysiological characters. However there's something that requires attention because of the high potential of species seeds production, requering more attention to its handling if you don't want to make worse this situation according to glyphosate resistance.

**Key-words:** handling, resistant, seeds production.



## 1 INTRODUÇÃO

O azevém é uma importante forrageira hibernal, abundante produtora de forragem, possuidora de grande tolerância ao pastejo e ao excesso de umidade (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 em outros países. 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 de um herbicida, que seria letal a população normal, ou suscetível, da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

Nos ecossistemas agrícolas, as plantas daninhas frequentemente 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), haja vista que, a capacidade de acumular matéria seca é indicador importante da capacidade competitiva da espécie (VARGAS *et al.*, 2005). Os fatores que determinam a maior competitividade das plantas daninhas sobre as culturas são a estatura, arquitetura, maior rapidez de germinação e estabelecimento da plântula, maior velocidade do

crescimento e extensão do sistema radical, menor suscetibilidade das espécies daninhas às intempéries climáticas, como veranicos e geadas, e a capacidade de produção e liberação de substâncias químicas com propriedades alelopáticas (SILVA *et al.*, 2007). Dessa forma, quanto mais atributos que permitam maior habilidade competitiva à espécie, maior será a dificuldade para seu controle.

A análise de crescimento de comunidades vegetais é um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se, portanto, como o elo entre o simples registro de produtividade das culturas e a análise por meios fisiológicos (MACHADO *et al.*, 2006). Estudos realizados por Vargas (2005) e por Ferreira (2006) demonstraram que na ausência da pressão de seleção, as plantas de azevém resistentes ao glifosato apresentaram menor capacidade competitiva em relação às plantas sensíveis.

A hipótese que norteou este estudo foi a de que o biótipo de azevém sensível ao glifosato apresenta maior vigor e precocidade em relação ao biótipo resistente.

Objetivou-se nesse trabalho, avaliar o desenvolvimento morfológico de quatro biótipos de azevém, sendo um sensível e três resistentes ao glifosato, a fim de oferecer subsídios para seu controle em áreas agrícolas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma casa-de-vegetação construída com cobertura plástica transparente e com as 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). A Figura 1 mostra as temperaturas médias mensais ocorridas no interior da casa-de-vegetação durante o cultivo das plantas.

O trabalho constou da comparação de quatro biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, oriundos de diferentes municípios do Rio Grande do Sul (Figura 2), que nesse experimento são denominados como: B1S = sensível, coletado em área sem histórico de aplicação de glifosato, Passo Fundo; B2R = resistente, Santa Maria; B3R = resistente, Júlio de Castilhos; e B4R, resistente, Vacaria. A seleção das sementes dos biótipos resistentes foi feita em teste prévio, no qual aproximadamente 700 materiais oriundos de diferentes locais do RS foram expostos a aplicação de 1920 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glifosato (Roundup Transorb<sup>®</sup>).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, no modelo de parcela subdividida no tempo. As plantas foram colhidas integralmente em nove idades, aos 21, 42, 63, 84, 105, 126, 147, 168 e 189 dias após emergência (DAE). O biótipo BR4 apresentou problemas de germinação, sendo então colhido e avaliado somente aos 126, 147, 168 e 189 DAE.

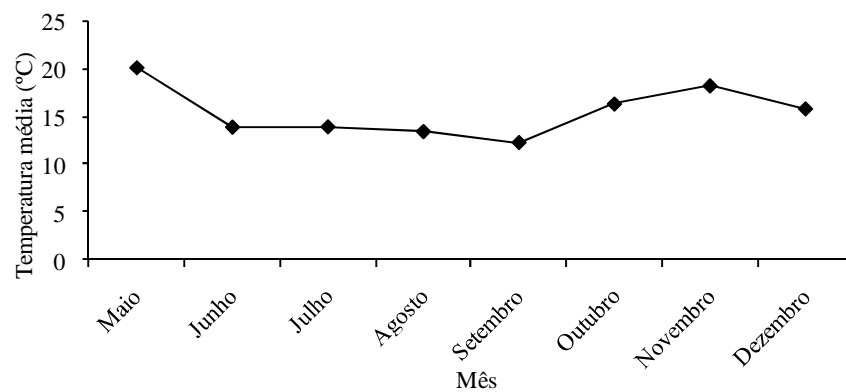


Figura 1 – Temperaturas médias durante o período de cultivo das plantas no interior da casa-de-vegetação. UPF, 2008.

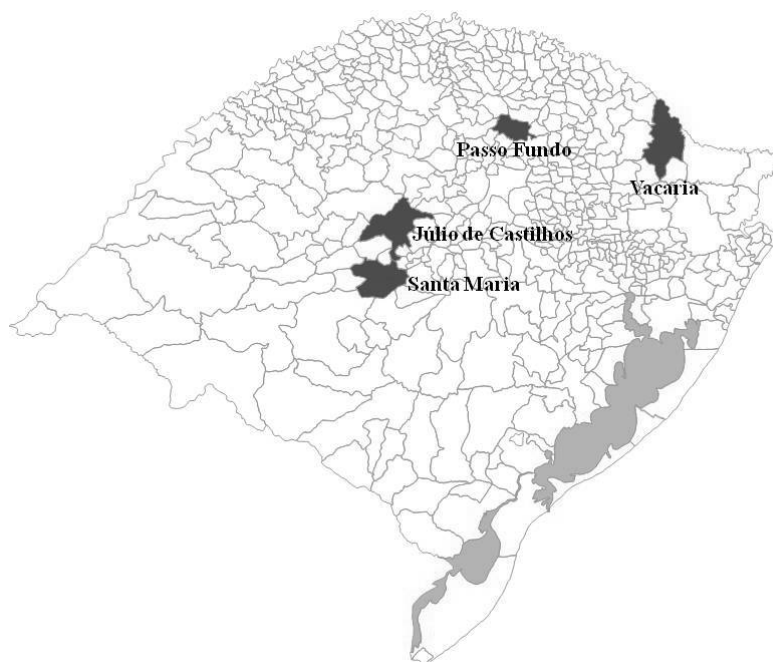


Figura 2 – Locais de coleta dos biótipos de azevém utilizadas. UPF, 2008.

As unidades experimentais constaram de vasos plásticos de tamanhos diferentes, de acordo com a idade em que as plantas foram colhidas: para as colheitas aos 21, 42 e 63 DAE, foram usados copos plásticos de 0,5 L, para a colheita aos 84 DAE, vasos de 1,3 L, para as colheitas aos 105 e 126 DAE, foram vasos de 2,5 L e para as últimas colheitas, aos 147, 168 e 189 DAE, vasos de 5,5 L. Os recipientes foram preenchidos com camada de cerca de 3 cm de brita e complementados com solo fértil do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico, com as seguintes características físico-químicas: argila = 32%; pH = 5,4; Indicador SMP = 6,9; matéria orgânica = 4,5%; saturação de bases = 91, Al = 0 e K = 14,6; P = 51mg/dm<sup>3</sup>, K = 986mg/dm<sup>3</sup>, S = 12mg/dm<sup>3</sup>, B = 0,3mg/dm<sup>3</sup>, Mn = 33 mg/dm<sup>3</sup>, Zn = 2,9mg/dm<sup>3</sup> e Cu = 10,8mg/dm<sup>3</sup>; ainda, Al = 0,0cmol/dm<sup>3</sup>, Ca = 8,5cmol/dm<sup>3</sup>, Mg = 4,6cmol/dm<sup>3</sup>, H+Al = 1,6cmol/dm<sup>3</sup> e CTC = 17,3cmol/dm<sup>3</sup>.

As sementes foram colocadas diretamente no substrato e com 10 DAE foi feito o desbaste, deixando duas plantas por vaso. Aos 21 DAE foi feita a primeira colheita, mediante a retirada das plantas do substrato para as avaliações de parte aérea e subterrânea, o que prosseguiu a cada 21 dias até os 189 DAE. As plantas foram mantidas sem restrição hídrica mediante irrigação automática por aspersão.

As plantas foram avaliadas quanto: estatura (da base da planta até a inflexão da folha superior); número de afilhos; número de folhas verdes; comprimento e largura (parte mediana) da folha mais expandida; comprimento da maior raiz; matéria seca de raiz (MSR) e parte aérea (MSPA); diâmetro do afilho mais espesso; volume do

sistema radical; número, comprimento (da inserção da primeira até o ápice da última espiguetas) e matéria seca de espiga (MSE); comprimento do último entrenó do maior afilho reprodutivo; 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.

Após a medição da estatura, as plantas eram retiradas dos vasos e lavadas para retirada do substrato aderido as raízes. Posteriormente, seguidas as avaliações morfológicas, raízes, espigas, folhas + afilhos 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 de afilhamento, da extrusão das espigas, da antese, da maturação das espigas e senescência das plantas (Tabela 1).

Os dados foram submetidos à análise de variância, com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e, por análise de regressão em função da idade. Devido ao fato da população B4R não ter sido avaliada em todas as idades pré-estabelecidas, foi necessária a realização de duas análises estatísticas,

e desse modo os dados são apresentados subdivididos em dois experimentos distintos. O experimento I objetivou analisar o desenvolvimento morfológico do azevém, avaliando três biótipos (B1S, B2R e B3R) durante todo o ciclo; o experimento II objetivou comparar as características morfofisiológicas entre os quatro biótipos (B1S, B2R, B3R e B4R) nas quatro últimas idades de colheita (126-189 DAE).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os biótipos de azevém mostraram diferença quanto ao tempo de extrusão das espigas, bem como do início da antese, maturação das espigas e senescência das plantas (Tabela 1). O biótipo B2R mostrou-se mais precoce em relação à extrusão das espigas, porém apresentou início de maturação similar aos demais biótipos resistentes. Já, o biótipo B1S apesar de ter iniciado a extrusão mais tardiamente, apresentou um período mais curto até o início de maturação das espigas, em torno de 42 dias, o que representou a metade do tempo decorrido no B2R. Nota-se também que o biótipo sensível apresenta um ciclo mais curto que os biótipos resistentes, fato que também foi verificado por Vargas *et al.* (2005) quando analisaram as alterações das características biológicas ocasionadas pela resistência ao glifosato.

Tabela 1 - Fenofases das populações de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato considerando-se o número de dias após a emergência (DAE). UPF, 2008

População	Início do	Início da	Início	Início da	Início da
	afilhamento	extrusão da espiga	da antese	maturação da espiga	senescência da planta
----- DAE -----					
B1S	21	84	105	126	168
B2R	21	63	126	147	189
B3R	21	84	126	147	189
B4R	*	*	126	147	189

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 suscetível 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.

### **3.1 Experimento I**

A análise de regressão em função da idade para os biótipos de azevém evidenciou efeito para número de folhas verdes, número de afilhos, estatura de planta, comprimento da folha mais expandida, largura da folha mais expandida, comprimento da maior raiz, matéria seca de raiz, matéria seca de parte aérea, matéria seca total, relação raiz/parte aérea, volume do sistema radical, percentagem de raiz em função da matéria seca total. Quanto ao efeito de população, observa-se significância para os caracteres altura de planta e comprimento da folha mais expandida (Tabela 2). Ocorre também interação biótipo x idade para número de afilhos e largura da folha mais expandida. O caráter diâmetro de afilho, no entanto, não apresentou efeito nem de biótipo, nem de idade.

Tabela 2 – Características morfofisiológicas vegetativas de três diferentes biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, na média das idades (21-189 DAE). UPF, 2008

Característica	População		
	B1S	B2R	B3R
Altura da planta (cm)	59,8ab	55,1 b	66,4 a
Comprimento da maior folha (mm)	26,0 ab	24,3 b	26,7 a

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

Em relação à estatura das plantas, fator que muito interfere na competitividade de uma planta frente outra para a obtenção da radiação, as plantas tiveram crescimento linear até os 147 dias, época em que se encontravam na fase vegetativa (Figura 3). Na comparação entre os três biótipos coletadas durante todo o ciclo (Tabela 2), não foi possível diferenciar significativamente o biótipo sensível dos biótipos resistentes, sendo que o biótipo B3R foi 11,0 e 20,5% superior aos biótipos B1S e B2R, respectivamente.

A quantidade de afilhos é um aspecto que indica o poder de rebrota e especialmente importante para a produção de folhas e espigas. Nota-se na Figura 4 que nesse experimento houve aumento constante até o final do ciclo, evidenciando que mesmo com o início da fase reprodutiva as plantas não cessam seu afilhamento, muito embora a produção de folhas tenda a diminuir.

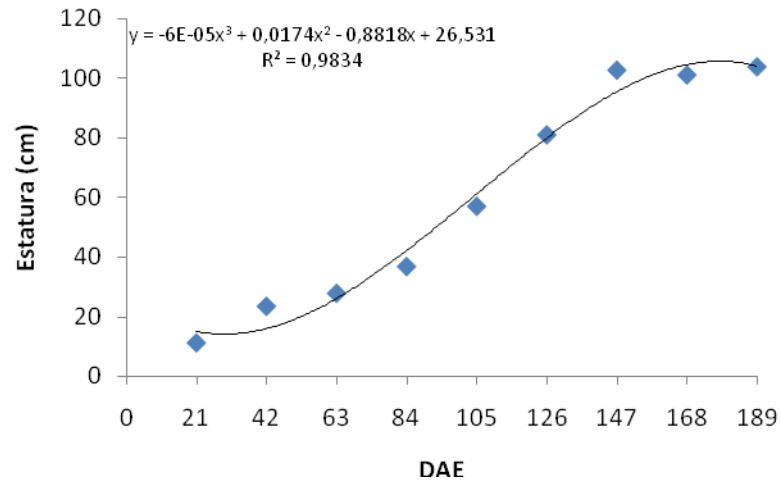


Figura 3 – Estatura média de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

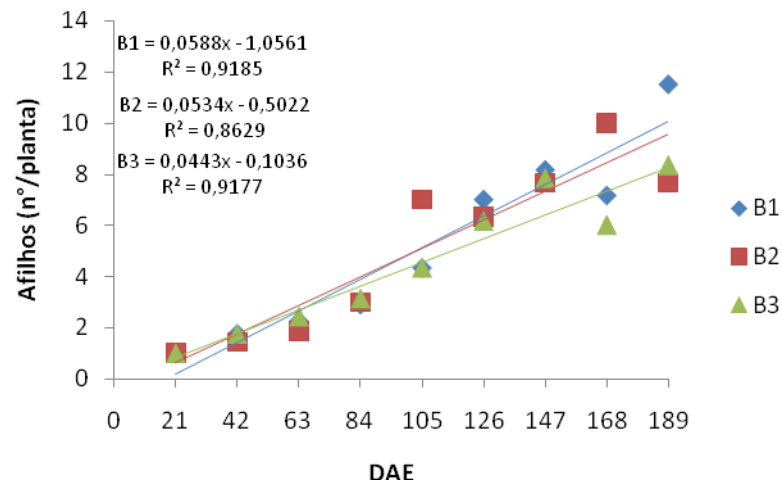


Figura 4 – Número médio de afilhos de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

As folhas verdes, principais responsáveis pelo processo fotossintético da planta, apresentaram aumento lento na fase inicial de desenvolvimento, e incremento intenso no período entre a 4<sup>a</sup> e a 7<sup>a</sup> coletas, e, decréscimo acentuado a partir da 8<sup>a</sup> coleta, por ocasião do processo da maturação da planta (Figura 5).

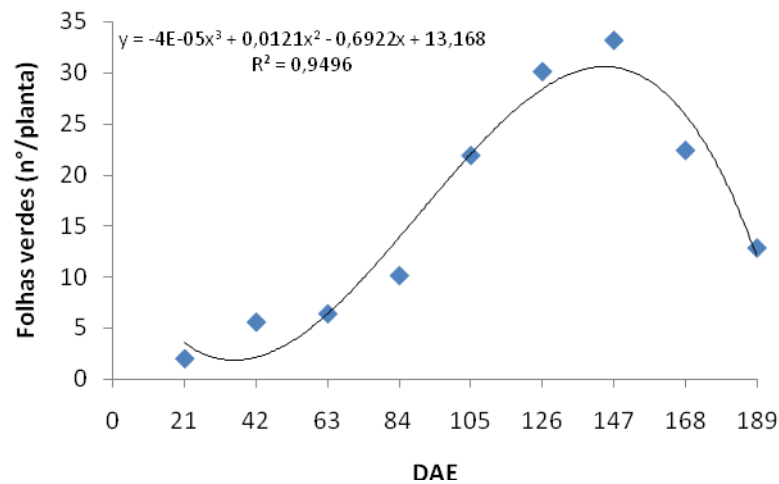


Figura 5 – Número médio de folhas verdes de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

Ainda sobre as folhas, avaliou-se o comprimento e largura da representante mais expandida em cada planta colhida. Houve aumento constante no tamanho das mesmas até a 5<sup>a</sup> coleta, e, após isso, tendeu a estabilização. Posteriormente, a partir da 7<sup>a</sup> colheita, reduziram seu tamanho (Figuras 6 e 7), uma vez que nessa fase as

plantas estavam em processo de senescência, e as folhas verdes restantes na planta eram menores. Quanto ao comprimento da folha mais expandida de cada planta, houve diferença significativa entre os biótipos, porém não sendo diferencial entre a planta sensível e as plantas resistentes, haja vista que o biótipo B3R apresentou suas folhas 2,7 e 9,9% mais longas que B1S e B2R, respectivamente (Tabela 2).

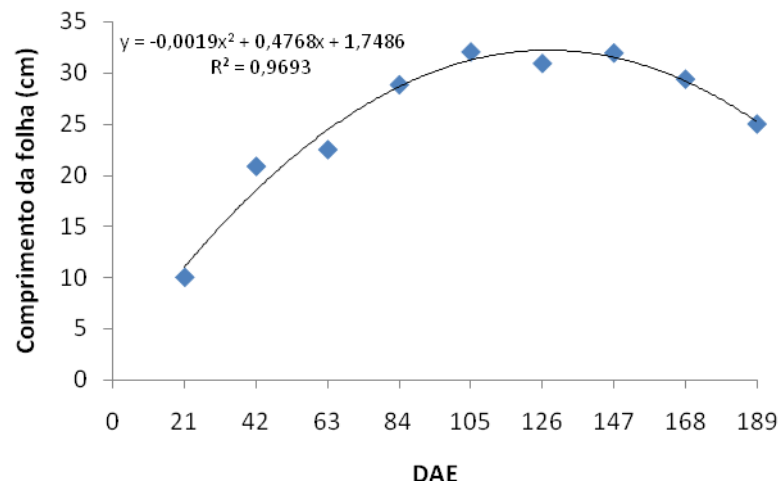


Figura 6 – Comprimento médio das folhas de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade da planta. UPF, 2008.

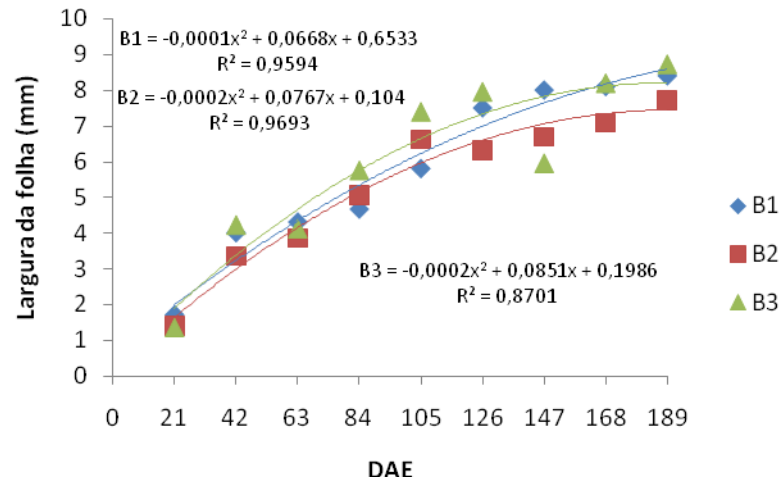


Figura 7 – Largura média da folha de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

Em relação às raízes, foi considerado o desenvolvimento das mesmas pela análise de comprimento e volume. Essas são variáveis de alta significância para a competitividade da planta na comunidade vegetal, pois representam a capacidade de ocupação de espaço e, por conseguinte o poder de absorção dos nutrientes e água disponíveis no solo. Tanto para os valores de comprimento (Figura 8) como de volume (Figura 9), a resposta das plantas foi semelhante, ou seja, aumentaram gradativamente ao longo do ciclo de desenvolvimento, e ao final do mesmo ocorreu estabilização de seu crescimento. Machado *et al.* (2006) obtiveram resultados semelhantes e atribuíram a estabilização do crescimento radical principalmente em função da redução de área foliar e à senescência da parte aérea.

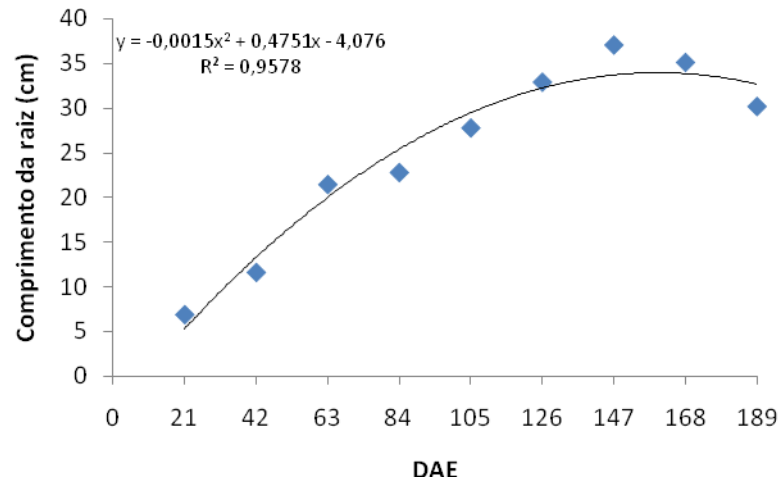


Figura 8 – Comprimento médio das raízes de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

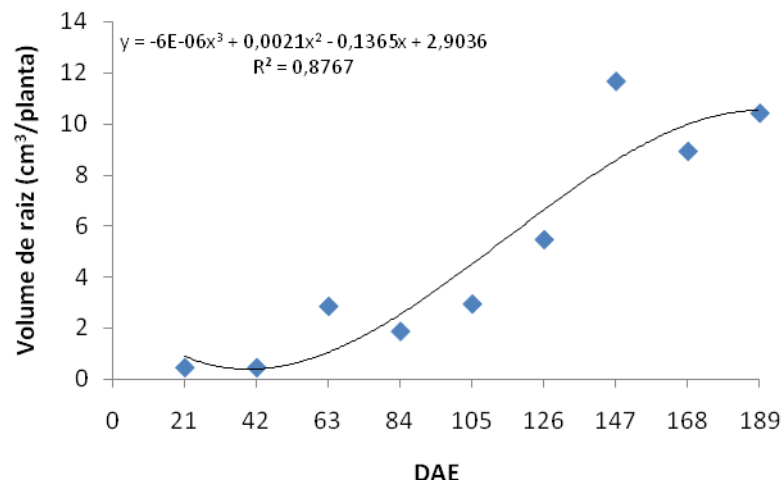


Figura 9 – Volume médio de raiz de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

A emissão das inflorescências iniciou-se no período entre a 5ª e 6ª coleta, para o biótipo sensível, porém no período entre a 6ª e a 7ª coleta todos os biótipos apresentavam alguma planta com inflorescência. Nesse mesmo período, o biótipo sensível já apresentava algumas espigas maduras, o que vai de encontro com Vargas *et al.* (2005), que também verificaram que as plantas sensíveis florescem mais precocemente. Nessas espigas maduras, as sementes se desprendem naturalmente da planta, por ocasião da ressemeadura natural, que é característica marcante da espécie.

A matéria seca é o resultado da produção de fotoassimilados que não são consumidos pelas demais atividades metabólicas da planta. O acúmulo de matéria seca acompanhou o crescimento da planta, ou seja, pequeno incremento no início de desenvolvimento, aumentando significativamente entre as colheitas de 84 a 168 DAE, e decrescendo ao final do seu ciclo (Figura 10).

A matéria seca de parte aérea, assim como a matéria seca total mostraram pequeno acúmulo nas idades iniciais, aumentando expressivamente a partir da 4ª colheita (84 DAE), e chegando ao ápice na 8ª colheita (168 DAE). A Figura 11 apresenta a importante contribuição da matéria seca de raiz nas primeiras colheitas, especialmente na 3ª (63 DAE). Valor semelhante foi observado quanto a porcentagem de alocação de matéria seca radical em relação à matéria seca total da planta (Figura 12).



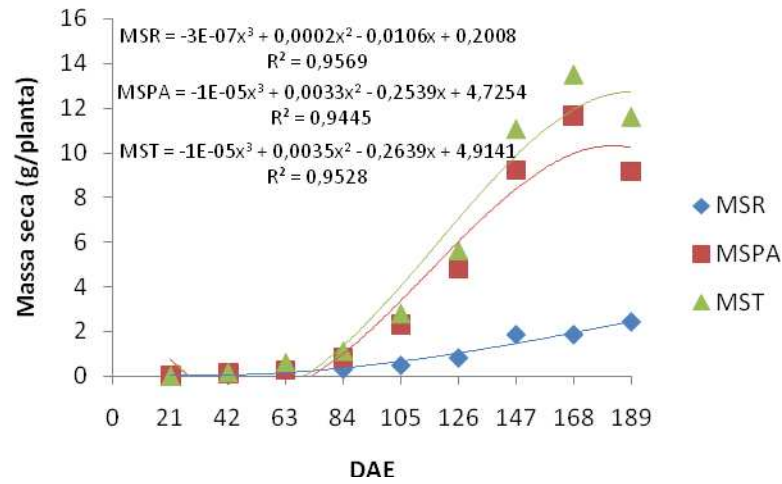


Figura 10 – Matéria seca de raiz, parte aérea e total na média de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

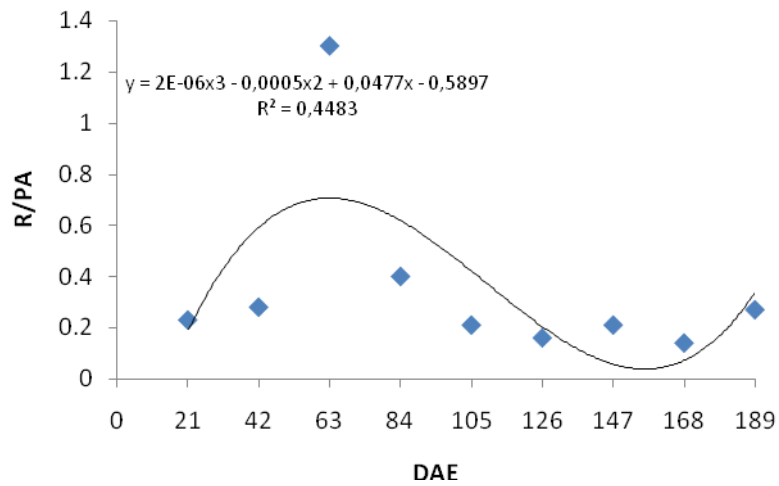


Figura 11 – Relação raiz/parte aérea na média de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

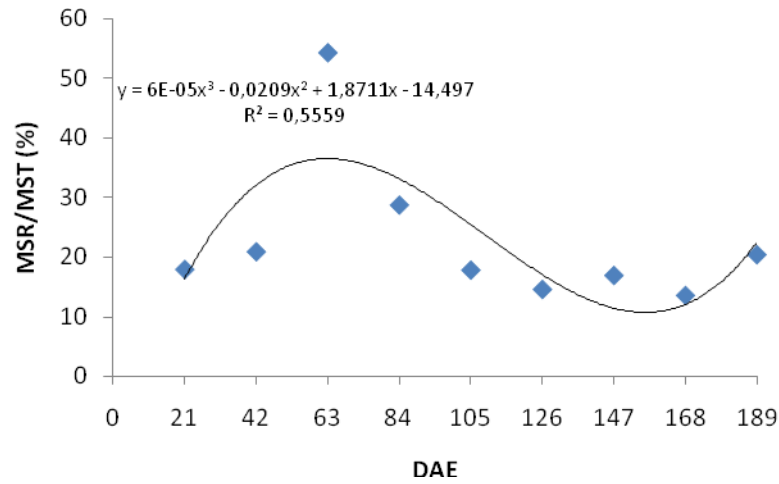


Figura 12 – Percentagem de alocação de matéria seca radical em relação à matéria seca total na média de três biótipos de azevém de distinta sensibilidade ao glifosato em função da idade. UPF, 2008.

As figuras 13 a 16 ilustram a porcentagem de alocação de matéria seca de cada órgão da planta em cada época de colheita. Nota-se, por meio dessas, a grande contribuição da matéria seca radical entre o período da 2ª e 4ª colheita, e, que a partir da 6ª colheita já é possível observar a participação das espigas na produção de matéria seca da planta.

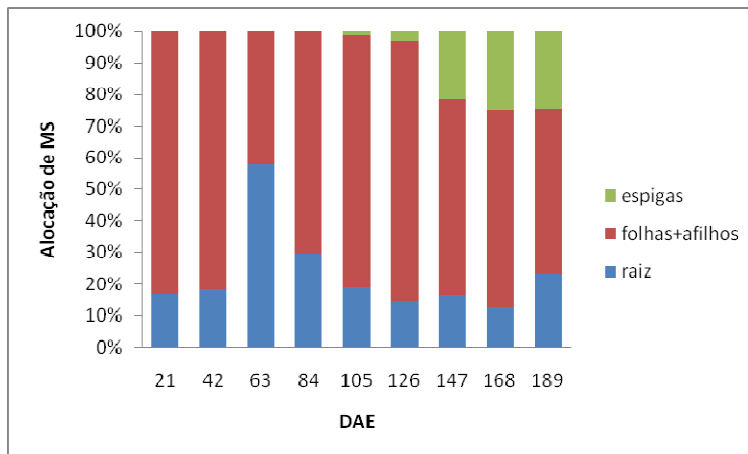


Figura 13 - Distribuição percentual de matéria seca nos diferentes órgãos da planta de azevém, biótipo sensível, ao longo de seu ciclo de crescimento. UPF, 2008.

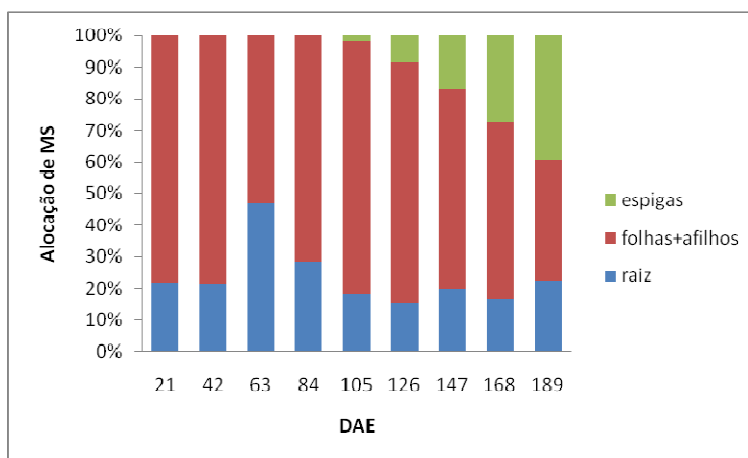


Figura 14 - Distribuição percentual de matéria seca nos diferentes órgãos da planta de azevém, biótipo resistente, ao longo de seu ciclo de crescimento. UPF, 2008.

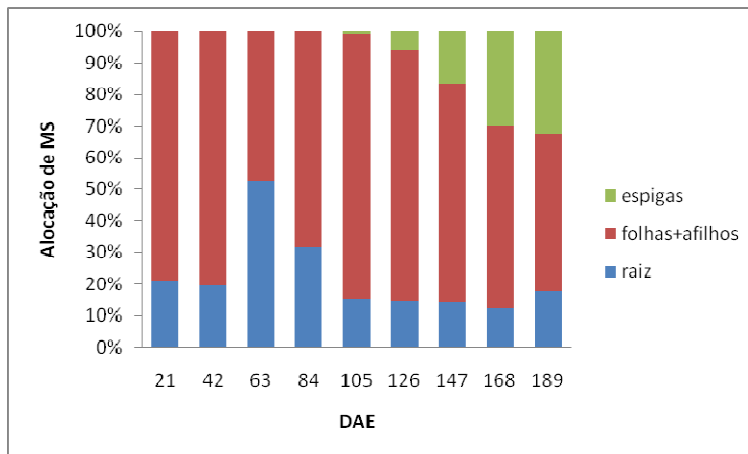


Figura 15 - Distribuição percentual de matéria seca nos diferentes órgãos da planta de azevém, biótipo resistente, ao longo de seu ciclo de crescimento. UPF, 2008.

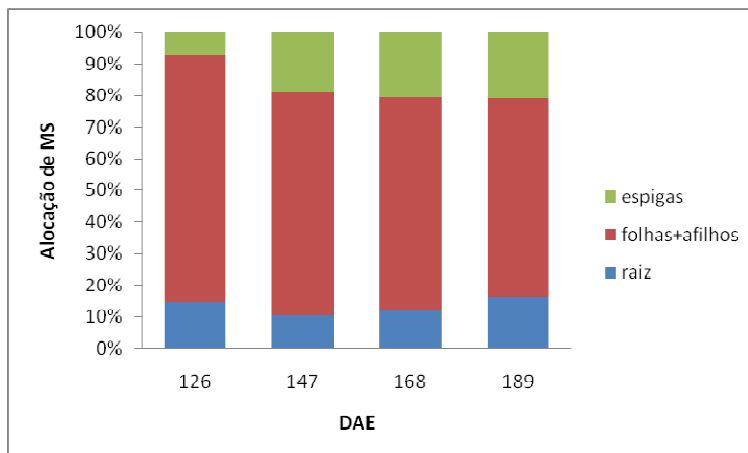


Figura 16 - Distribuição percentual de matéria seca nos diferentes órgãos da planta de azevém, biótipo resistente, ao longo de seu ciclo de crescimento. UPF, 2008.

### 3.2 Experimento II

A análise da variância evidenciou diferença significativa entre os biótipos quanto ao número de folhas verdes, número de afilhos, estatura da planta, matéria seca de parte aérea, matéria seca total, percentagem de matéria seca de raiz em relação a matéria seca total, relação raiz/parte aérea, alocação de matéria seca de espiga em relação a matéria seca de parte aérea (Tabela 3), número de espigas e potencial de produção de sementes (Tabela 4), havendo interação biótipo x idade apenas para alocação de matéria seca de espiga em relação a matéria seca de parte aérea (Tabela 5).

Em relação à estatura da planta, fator que muito interfere na competitividade, houve diferença significativa entre os biótipos usados, no entanto não a ponto de diferir o biótipo sensível dos biótipos resistentes, visto que B1S foi 11,5% inferior ao B3R e 9,4% superior ao B2R.

As folhas verdes, também denominadas fotossinteticamente ativas, apresentaram-se bastante distintas quanto a sua ocorrência nas plantas, uma vez que o biótipo B4R apresentou-se 65,7 e 93,2% superior aos biótipos B1S e B3R, respectivamente.

Tabela 3 - Características morfofisiológicas vegetativas dos biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, na média das idades (126-189 DAE). UPF, 2008

Característica	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
Diâmetro do maior afilho (mm)	2,5 ns	2,6 ns	2,7 ns	2,8 ns
Comprimento da maior folha (cm)	29,3 ns	26,4 ns	30,2 ns	29,5 ns
Largura da maior folha (mm)	7,7 ns	6,8 ns	7,7 ns	7,6 ns
Comprimento da maior raiz (cm)	35,0 ns	32,1 ns	34,6 ns	34,8 ns
Volume de raiz (cm <sup>3</sup> /planta)	10,2 ns	9,5 ns	7,6 ns	9,1 ns
MS raiz (g/planta)	1,8 ns	1,8 ns	1,6 ns	1,8 ns
MS espiga (g/planta)	2,2 ns	2,4 ns	2,6 ns	2,6 ns

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

Quanto à ocorrência de afilhos, aspecto que indica o poder de rebrota e principalmente produção de folhas e espigas, nota-se uma estreita relação com a produção de folhas verdes, onde biótipo B4R produziu aproximadamente 61% a mais de afilhos que o biótipo B1S, porém o biótipo B3R foi significativamente inferior que o biótipo B1S.

A matéria seca é o resultado da produção de fotoassimilados que não são consumidos pelas demais atividades metabólicas da planta, e considerado um importante caractere determinante da competitividade da planta. Nesse sentido, o biótipo B4R apresentou-se com produção superior tanto de matéria seca de parte aérea como total e, nas duas situações o biótipo B2R significativamente inferior. Como conseqüência da maior produção na parte aérea, obteve-se menor alocação de raiz em relação a matéria seca total, bem como menor relação raiz/parte aérea para o B4R.

Quando separado as espigas das folhas+afilhos, notou-se que, devido à elevada produção aérea de B4R, esse biótipo teve menor contribuição das espigas na produção total de matéria seca.

Em virtude da maior ocorrência de afilhos no biótipo B4R frente aos demais, houve maior produção de espigas (Tabela 4). A quantidade de sementes por espiga não diferiu entre os biótipos, mas o maior potencial de produção de sementes desse biótipo foi em decorrência do seu elevado afilhamento. Dessa forma, torna-se especialmente mais importante em função do risco potencial de disseminação da resistência pela lavoura.

Tabela 4 - Características morfofisiológicas reprodutivas de biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, na média das idades (126-189 DAE). UPF, 2008

Característica	Biótipo			
	B1S	B2R	B3R	B4R
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
Comprimento da espiga (cm)	24,2 ns	24,7 ns	24,8 ns	28,3 ns
Comprimento do entre-nó superior (cm)	27,6 ns	24,4 ns	28,9 ns	26,7 ns
Comprimento da folha bandeira (cm)	20,3 ns	21,2 ns	25,1 ns	22,1 ns
Largura da folha bandeira (mm)	7,0 ns	6,4 ns	7,0 ns	6,8 ns
Espiguetas (n°/espiga)	24,9 ns	22,9 ns	25,4 ns	27,7 ns
Sementes (n°/espiguetas)	8,8 ns	8,8 ns	8,8 ns	8,9 ns
Comprimento da espiguetas basal (cm)	1,4 ns	1,4 ns	1,4 ns	1,3 ns
Comprimento da gluma (mm)	8,6 ns	9,0 ns	8,3 ns	7,1 ns
Largura da gluma (mm)	1,3 ns	1,3 ns	1,4 ns	1,4 ns

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

A matéria seca de espiga é considerada como matéria seca de parte aérea, mas para efeito de comparação quanto a participação desse caractere em cada biótipo as espigas foram também pesadas separadamente (Tabela 5). Nota-se que os valores são bastante variáveis nesse período, tanto entre os biótipos, como em função do tempo. Explica-se isso pelo processo de senescência da planta, em que



as folhas se tornam menos importantes na constituição da matéria seca da parte aérea.

Tabela 5 - Alocação de matéria seca em espiga de biótipos de azevém com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato em função de idade. UPF, 2008

Idade (DAE)	Biótipo			
	B1S	B2R	B3R	B4R
	----- % -----			
126	4,72 A b	9,3 A c	6,3 A b	9,6 A b
147	26,2 A a	21,1 A b	18,6 A b	21,4 A a
168	28,2 A a	31,9 A b	33,8 A a	23,3 A a
189	31,6 C a	50,8 A a	39,6 AB a	31,6 BC a

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.

Deve-se atribuir as diferenças dos resultados obtidos nesse trabalho frente aos de Vargas *et al.* (2005) pelo fato de que os autores citados utilizaram em seu trabalho somente um biótipo sensível e um biótipo resistente ao herbicida glifosato, de modo que, se excluída a população B4R desse trabalho seriam observados resultados semelhantes aos do trabalho citado. Desse modo, torna-se importante a utilização de mais de uma população para se estabelecer comparações entre elas.

Outro aspecto que chama a atenção nesse experimento é o alto desempenho do biótipo resistente B4R, que respondeu pela maior produção de afilhos, folhas verdes e espigas, matéria seca, e esforço

reprodutivo, caracteres que conferem a esse biótipo alto poder competitivo frente aos demais.

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 sensível apresentou-se mais precoce que os biótipos resistentes.

Entre os biótipos resistentes, o biótipo B4R apresentou-se superior em praticamente todos os aspectos que lhe permitem ser mais vigorosa, necessitando dessa forma, especial atenção quanto ao seu controle nas fases iniciais de desenvolvimento, evitando que esse atinja a fase reprodutiva.

#### **4 CONCLUSÕES**

Conclui-se nesse experimento que, a hipótese de que plantas de azevém mais vigorosas tenham maior sensibilidade ao glifosato não se confirma, no entanto é confirmada a hipótese de que a precocidade na maturação das espigas e da senescência são presentes no biótipo sensível. Ainda, a resistência ou sensibilidade de biótipos de azevém ao glifosato não são explicadas mediante diferenças de caracteres morfofisiológicos, o que sugere haver implicações no metabolismo da planta.

## CAPÍTULO 2

### CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) SENSÍVEL E RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO<sup>1</sup>

Jônatas Galvan<sup>2</sup>; Cercí Maria Carneiro<sup>3</sup> e Mauro Antônio Rizzardi<sup>4</sup>

**RESUMO** – Objetivou-se caracterizar anatomicamente a espécie *Lolium multiflorum*, bem como a comparação da mesma entre quatro biótipos dessa espécie com distinta sensibilidade ao herbicida glifosato, sendo um bótipo sensível (B1S) e três biótipos resistentes (B2R, B3R e B4R), a fim de colaborar para o entendimento do mecanismo que confere resistência do azevém a esse herbicida. Anatomicamente, o azevém caracterizou-se por apresentar grande quantidade de estômatos, assim como de células buliformes. O mesófilo apresentou parênquima paliçádico uniestratificado e parênquima clorofiliano com células bastante compactadas, e feixes vasculares de grande, médio e pequeno porte, tendo a endoderme bastante lignificada. As raízes apresentaram grande quantidade de

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPG-Agro) – UPF.

<sup>2</sup> Biólogo, mestrando do PPG-Agro – UPF.

<sup>3</sup> Colaboradora, Bióloga, Dra., Professora da Faculdade de Agronomia da FAMV - UPF.

<sup>4</sup> Orientador, Eng. Agr., Dr., Professor da Faculdade de Agronomia da FAMV - UPF.

pêlos absorventes e sua anatomia com padrão poliarca. Comparativamente, nota-se que biótipos resistentes, especialmente B3R e B4R, apresentaram maior densidade estomática frente às demais. Ainda, os biótipos resistentes apresentaram seu mesófilo com maior espaço intercelular, assim como, menor quantidade de floema em relação ao xilema.

**Palavras-chave:** anatomia, estômatos, floema.

**ANATOMICAL CHARACTERIZATION OF  
VEGETATIVE ORGANS OF SENSITIVE AND RESISTANT  
RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam) TO GLYPHOSATE  
HERBICIDE**

**ABSTRACT** – The aim of the experiment was to characterize anatomically the species ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) and to compare it among four biotypes of this species with distinct sensitivity to glyphosate herbicide where one biotype was sensitive (B1S) and three were biotypes were resistant (B2R, B3R and B4R) helping to understand the mechanism that checks the ryegrass resistant to this herbicide. Anatomically, the ryegrass was characterized by showing big quantity of stomas as well buliform cells. The mesophyll showed a pale unistratified parenchyma and chlorophyllaceous parenchyma with cells so solid and vascular cluster with large, medium and small size, and they had the endoderm a lot of lignified. The roots showed a big quantity of absorbing hair and their anatomy with polyarchy standard.

In comparison, it's possible to notice that resistant biotypes specially B3R and B4R showed higher stomatic density facing to the others. Resistant biotypes still showed their mesophylls with large intercellular space as well less quantity of phloem relating to xylem.

**Key-words:** anatomy, stomas, phloem.

## 1 INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma poácea anual hiberna, amplamente encontrada no Rio Grande do Sul, sendo principalmente utilizada como forrageira para alimentação do rebanho no inverno e como cobertura do solo em lavouras no sistema de semeadura direta e em pomares. O manejo dessa espécie vem sendo feito há muitos anos, quase que exclusivamente, com a utilização de produtos químicos, principalmente o herbicida glifosato.

O uso repetido de glifosato deve-se, principalmente, ao fato de que esse produto apresenta alta eficiência e custo relativamente baixo (VARGAS *et al.*, 2005). Nos últimos anos, os produtores observaram dificuldade para controlar o azevém com o herbicida glifosato (ROMAN *et al.*, 2004). O uso indiscriminado de herbicidas propiciou o desenvolvimento de muitos casos de resistência a tais compostos por diversas espécies daninhas (BURNSIDE, 1992), incluindo para o estado do Rio Grande do Sul o azevém.

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

A eficácia do glifosato é dependente de processos como a retenção da molécula na superfície foliar, a penetração foliar, a

translocação na planta até o sítio de ação e a inibição da enzima-alvo, a 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintetase (EPSPs), onde o produto vai exercer sua atividade herbicida (KIRKWOOD & McKAY, 1994; SATICHIVI *et al.*, 2000). A translocação representa processo essencial para a eficácia do herbicida (WANAMARTA & PENNER, 1989; SATICHIVI *et al.*, 2000), e assim, qualquer impedimento pode resultar em grandes prejuízos na eficiência de controle da espécie alvo.

O glifosato se movimenta no floema seguindo a rota dos produtos da fotossíntese, das folhas fotossinteticamente ativas em direção às partes das plantas em crescimento, para manutenção do metabolismo e/ou formação de produto de reserva, das raízes, dos tubérculos, das folhas jovens e de zonas meristemáticas (HETHERINGTON *et al.*, 1998). Dessa forma, a absorção, a translocação e o metabolismo do herbicida podem afetar a sensibilidade da planta, pois este precisa atingir o sítio de ação numa concentração adequada (FERREIRA *et al.* 2006).

Ferreira *et al.* (2006) constataram que não ocorre diferença significativa entre plantas de azevém de biótipos resistentes e sensíveis quanto a absorção de glifosato. Segundo os mesmos autores, o que tem ocorrido é maior retenção do herbicida nas folhas em biótipos resistentes, enquanto que nos biótipos sensíveis, grande parte do herbicida aplicado na parte aérea é translocado para as raízes.

Considerando os aspectos mencionados, realizou-se a descrição anatômica dos órgãos vegetativos da espécie com o objetivo

de identificar características diferenciais entre biótipos sensíveis e resistentes à ação do herbicida glifosato, a fim de verificar uma possível alteração com efeito na translocação e, conseqüentemente na sensibilidade ao herbicida.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

As análises anatômicas foram realizadas no Laboratório Multidisciplinar Vegetal (MULTIVEG) do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Passo Fundo (ICB/UPF), no período de setembro a dezembro de 2008.

O material vegetal utilizado nesse trabalho foi cultivado em casa-de-vegetação construída com cobertura plástica transparente e com as paredes de tela do tipo clarite, na Universidade de Passo Fundo, na mesma época e nas mesmas condições daquele usado para a análise de crescimento (Capítulo 1). Sementes de azevém com distinta resistência ao herbicida glifosato (B1S = biótipo sensível, coletado em área sem histórico de aplicação de glifosato no município de Passo Fundo; B2R = biótipo resistente, coletado no município de Santa Maria; B3R = biótipo resistente, coletado no município de Júlio de Castilhos; B4R = biótipo resistente, coletado no município de Vacaria) foram semeadas em vasos de 1,3L contendo uma camada de aproximadamente 3 cm de brita e complementados com solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico. A irrigação foi feita diariamente a fim de evitar possível estresse hídrico.



Quando as plantas estavam na fase de afilhamento, cerca de 50 dias após a emergência das mesmas, época recomendada de aplicação do herbicida glifosato para dessecação nas lavouras, as plantas foram coletadas e levadas ao laboratório para a lavagem e separação da parte aérea e raízes. Após a lavagem, as plantas foram imediatamente fixadas em Formol Ácido Acético (FAA) 50, onde permaneceram por 48 horas. Após a fixação, o material foi estocado imerso em etanol 70°GL.

Para confecção do laminário, foram utilizadas folhas completamente expandidas, presentes na parte mediana da planta, e as raízes mais desenvolvidas. As secções histológicas foram feitas manualmente com lâminas de barbear (Gillette®) e depositados em vidro-relógio contendo água destilada para que fossem eliminadas as secções que visivelmente fossem danificadas. Realizaram-se secções longitudinais e transversais de folhas e raízes.

As secções selecionadas foram clarificadas em hipoclorito de sódio na concentração 20%, e mantidos nesse meio até que o material perdesse toda a sua coloração natural. Após isso, o material foi lavado em água acidulada por 1 minuto e mais três vezes em água destilada.

A coloração das secções foi feita mergulhando rapidamente o material em fucsina básica, em seguida lavados por três vezes em água destilada, depois mergulhados por 10 minutos em azul de Astra ou Alcian, e novamente lavados por três vezes em água destilada para a retirada do excesso de corante.

Após o término do processo de coloração, o material foi colocado em glicerina 50% e mantido nesse meio “overnight” (durante a noite). Depois, o material foi montado nas lâminas usando glicerina 50% como meio de montagem. Para a vedação utilizou-se esmalte de unha incolor.

Para a análise da superfície epidérmica foram selecionadas folhas antes de serem fixadas, e dessas foram realizadas impressões foliares, aplicando uma fina camada de esmalte de unha incolor, após secar esse esmalte foi retirado da folha com auxílio de fita adesiva transparente e então afixado em lâminas histológicas.

As análises histológicas foram feitas utilizando-se um microscópio óptico (Olympus<sup>®</sup>, modelo CX31) e a documentação fotográfica com uma câmara digital (Sony<sup>®</sup>, modelo DSC-W50). As fotos foram analisadas, sem edição digital, e descritas de acordo com a nomenclatura histológica atual.

Para a determinação do índice estomático e densidade estomática, foram realizadas 30 observações por planta, em campos de área correspondente a 0,25mm<sup>2</sup>. A obtenção da densidade estomática nada mais é do que a quantidade de estômatos por mm<sup>2</sup>. O cálculo do índice estomático foi feito pela fórmula:  $IE = NE / (CE + NE) * 100$ , em que IE é o índice estomático, NE é o número de estômatos e CE é o número de células epidérmicas (CUTTER, 1987).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As folhas de azevém em vista frontal evidenciaram padrão anfiestomático, ou seja, presença de estômatos tanto na face adaxial como abaxial da folha (Figura 1). Os estômatos apresentam a forma de alteres (Figura 2), organizados em fileiras que se intercalam com fileiras sem estômatos, onde eventualmente encontram-se tricomas (Figura 3). Segundo Cutter (1987), a disposição seqüencial dos estômatos em fileiras longitudinais é uma característica das poaceas devido à atividade do meristema intercalar basal.

Os estômatos, que tem por função realizar as trocas gasosas da planta (APPEZZATO-DA-GLÓRIA & CARMELO-GUERREIRO, 2004) têm sua presença e distribuição muito variável nas folhas em função do ambiente em que a planta vive. O número de estômatos por unidade de área assim como o nível posicional das células-guarda com respeito às outras, são tão variáveis que possuem pouco valor taxonômico (ESAU, 1993). Tais variações ocorrem tanto entre plantas, como na própria planta.

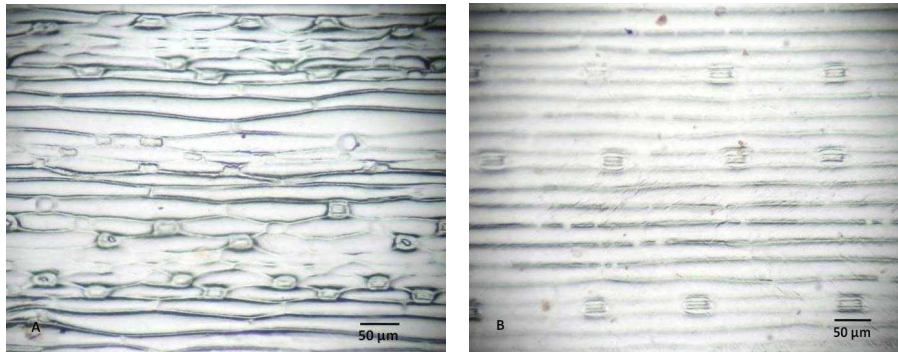


Figura 1 – Vista frontal da epiderme de *Lolium multiflorum*. A – face adaxial; B – face abaxial. UPF, 2008.

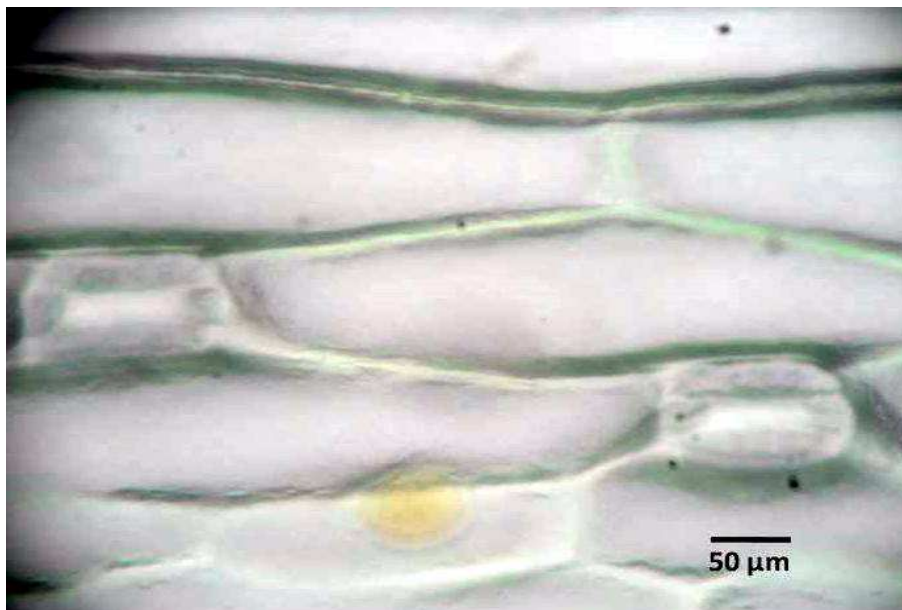


Figura 2 – Vista frontal do estômato em forma de alteres. UPF, 2008.

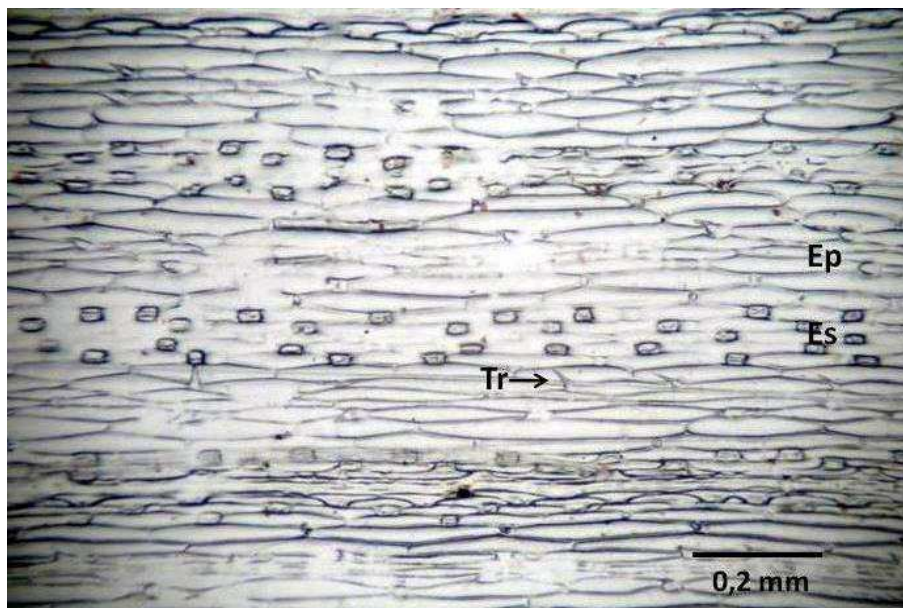


Figura 3 – Vista frontal mostrando disposição dos estômatos. Es = estômatos; Ep = células epidérmicas. UPF, 2008.

A densidade e índice estomático, apesar de não terem grande importância como atributo para a caracterização de espécies ou mesmo de biótipos de uma mesma espécie, devido a variação a que estão sujeitos por influência do ambiente em que se desenvolvem, demonstrou diferenças entre os biótipos, porém não servindo de parâmetro para diferir o biótipo sensível dos biótipos resistentes, visto que não diferiu significativamente em nenhum caractere (Tabela 1).

Verifica-se que são encontrados mais estômatos na face adaxial que na face abaxial da folha, o que é incomum na natureza. Isso se tornou possível devido ao fato das plantas não receberem os raios solares diretamente em suas folhas por estarem em ambiente semi-protegido, assim como, pelo posicionamento semi-ereto das

mesmas. Outra possibilidade é a de que tal fenômeno ocorra por ocasião da determinação genética dessa espécie.

Tabela 1 – Índice e densidade estomática na epiderme adaxial e abaxial de folhas dos biótipos testados de *Lolium multiflorum*. UPF, 2008

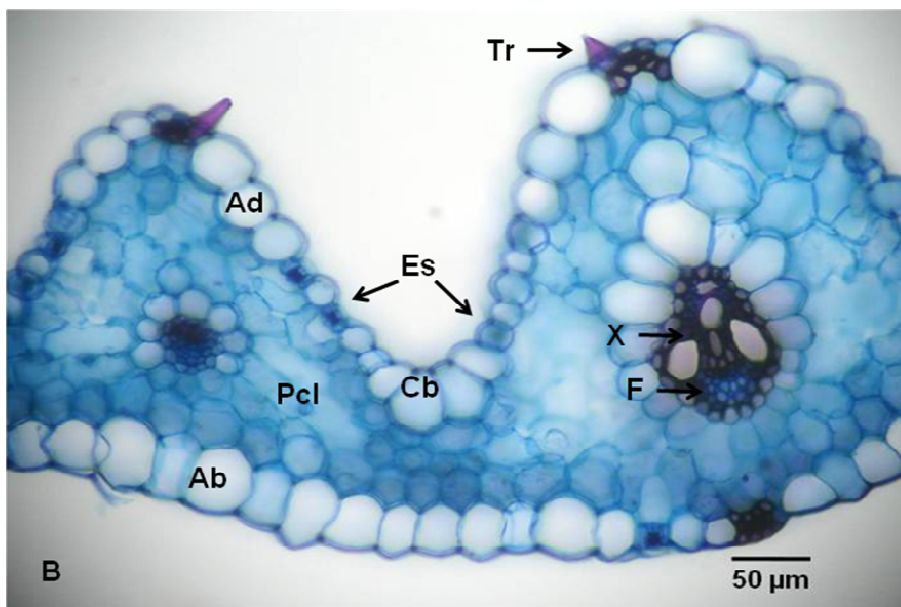
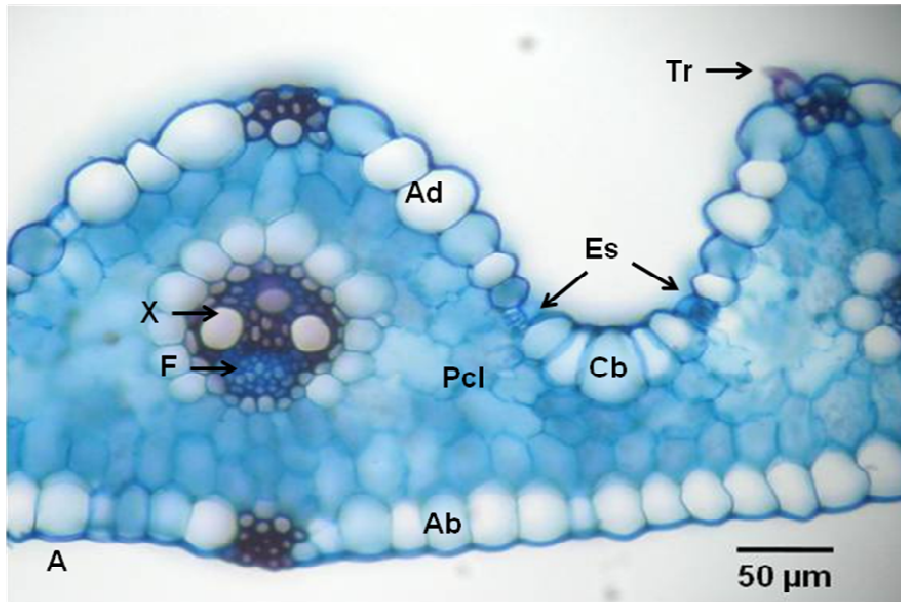
Biótipo	Índice estomático (%)		Densidade estomática (estômato/mm <sup>2</sup> )	
	Abaxial	Adaxial	Abaxial	Adaxial
B1S	32,0 ab	44,3 c	39,6 b	88,0 b
B2R	33,6 a	48,4 bc	49,2 a	84,0 b
B3R	30,6 ab	55,7 a	36,8 b	114,8 a
B4R	29,0 b	49,8 b	44,0 ab	108,8 a

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os estômatos têm por função realizar as trocas gasosas entre a planta e o ambiente externo, regulando a entrada de CO<sub>2</sub> e a saída de O<sub>2</sub> e vapor d'água. Dessa forma, tendo em vista que o tamanho dos estômatos não difere entre os biótipos, a maior quantidade dos mesmos (Tabela 1) permite a maior entrada de CO<sub>2</sub> na planta, que estará disponível para que ocorra um maior índice fotossintético e, conseqüentemente, maior produção de fotoassimilados, permitindo que essa planta torne-se mais vigorosa. Por outro lado, esse elevado número de estômatos permitiria grande perda de vapor d'água, o que para os biótipos estudados é impedido pelas células buliformes, que em situações desfavoráveis irão enrolar a folha, de modo a evitar tal fenômeno.

A epiderme é o tecido mais externo dos órgãos vegetais, e sua função primordial é revestir os demais tecidos, impedindo a ação de choques mecânicos e a invasão de agentes patogênicos, além de restringir a perda de água (APPEZZATO-DA-GLÓRIA & CARMELO-GUERREIRO, 2004), sendo um tecido com ampla possibilidade de variação na sua forma, em função do ambiente em que se encontra. Em secção transversal as células epidérmicas de azevém, tanto o biótipo sensível como os biótipos resistentes, apresentam-se com paredes periclinais biconvexas, proporcionando maior capacidade de aproveitamento da luz incidente na lâmina foliar (Figura 4).

A face adaxial apresenta ao longo de sua extensão sulcos, onde se localizam as células buliformes, e, ao lado delas, ocorrem os estômatos (Figura 4). Raven *et al.* (2001) classifica as células buliformes, de ocorrência em fileiras longitudinais, como participantes do mecanismo de enrolamento e desenrolamento das folhas em resposta às mudanças de potencial hídrico. A quantidade de células buliformes em cada sulco é variável, inclusive numa mesma folha, ocorrendo geralmente de 4 a 6 células. A parte elevada desses sulcos apresenta feixes de fibras os quais pertencem à extensão da bainha de feixe. Junto a esses feixes de fibras ocorre a presença de tricomas, em forma de agulha, embora não seja uma regra para todos os feixes.





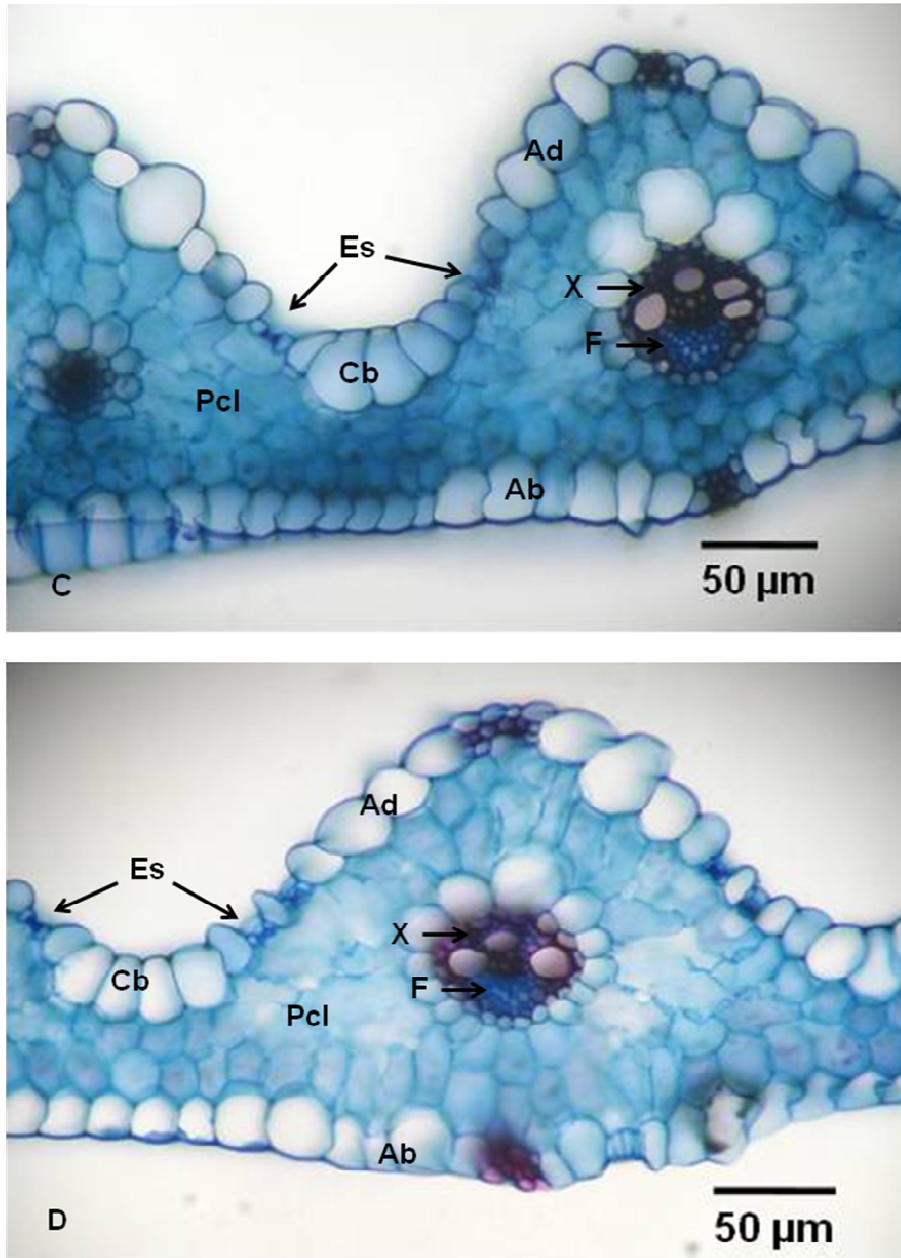


Figura 4 – Secção transversal da folha de *L. multiflorum*. A – B1S; B – B2R; C – B3R; D – B4R. Ab = epiderme abaxial; Ad = epiderme adaxial; Cb = células buliformes; Es = estômatos; Pcl = parênquima clorofiliano; Tr = tricoma; X = xilema; e F = floema. UPF, 2008.

O mesófilo apresentou parênquima clorofiliano com espaços intercelulares variados entre os biótipos, assim como parênquima paliçádico uniestratificado compactado na face abaxial da folha (Figura 4).

Verifica-se que, na comparação entre as secções anatômicas, o biótipo sensível (Figura 4A) apresentou as células do mesófilo mais compactadas, dessa forma ocorrendo menor espaço intercelular, na comparação com o biótipo resistente (Figura 4B), e em consequência dessa compactação, menor quantidade de CO<sub>2</sub> circulante para ser utilizado na fotossíntese. Ressalta-se ainda que a existência de gases no mesófilo exerce pressão no interior da lâmina foliar, dificultando a passagem da água, e nesse caso o glifosato, de uma célula para outra, haja vista que a literatura cita a translocação do glifosato tanto via apoplasto como simplasto.

Diferem ainda pelo fato de ocorrer maior proporção de floema em relação ao xilema no biótipo sensível comparado ao biótipo resistente. Como já mencionado, o herbicida glifosato se movimenta na planta seguindo a rota dos fotoassimilados pelo floema, e assim, quanto maior a quantidade de floema, maior a possibilidade de translocação do herbicida da folha que recebeu o produto para as demais partes da planta.

Essa menor quantidade de vasos de floema também afetará a translocação da produção fotossintética da planta, no entanto, as poaceas não necessitam de grandes quantidades de fotoassimilados para seu desenvolvimento, haja vista que não apresentam seu sistema

radical muito desenvolvido assim como não produzem frutos grandes que demandem grande quantidade desses produtos sintetizados pela fotossíntese. Desse modo esses metabólitos permanecerão na parte aérea, garantindo grande alocação de matéria seca, nessa parte da plantas.

Os feixes vasculares apresentaram-se de tamanhos distintos, os quais foram denominados de feixes de grande, médio e pequeno porte, sendo que os mais próximos à quilha têm maior tamanho. Tais características são observadas tanto para o biótipo sensível como para os biótipos resistentes.

Os feixes de grande porte apresentam extensão de bainha de face a face, sendo que na face abaxial esta é feita por fibras esclerenquimáticas e na face adaxial por células parenquimáticas, terminando num pequeno feixe de fibras junto à epiderme (Figura 5A). Os feixes de médio porte geralmente não apresentam extensão de face a face, ocorrendo somente na face adaxial (Figura 5B). Essa extensão de bainha de feixe é constituída por células parenquimáticas que terminam numa calota de fibras subepidérmica; a face abaxial apresenta pequena calota de fibras lignificadas. Por sua vez, os feixes de pequeno porte não apresentam extensão de bainha do feixe, e raramente um pequeno feixe de fibras (Figura 5C).

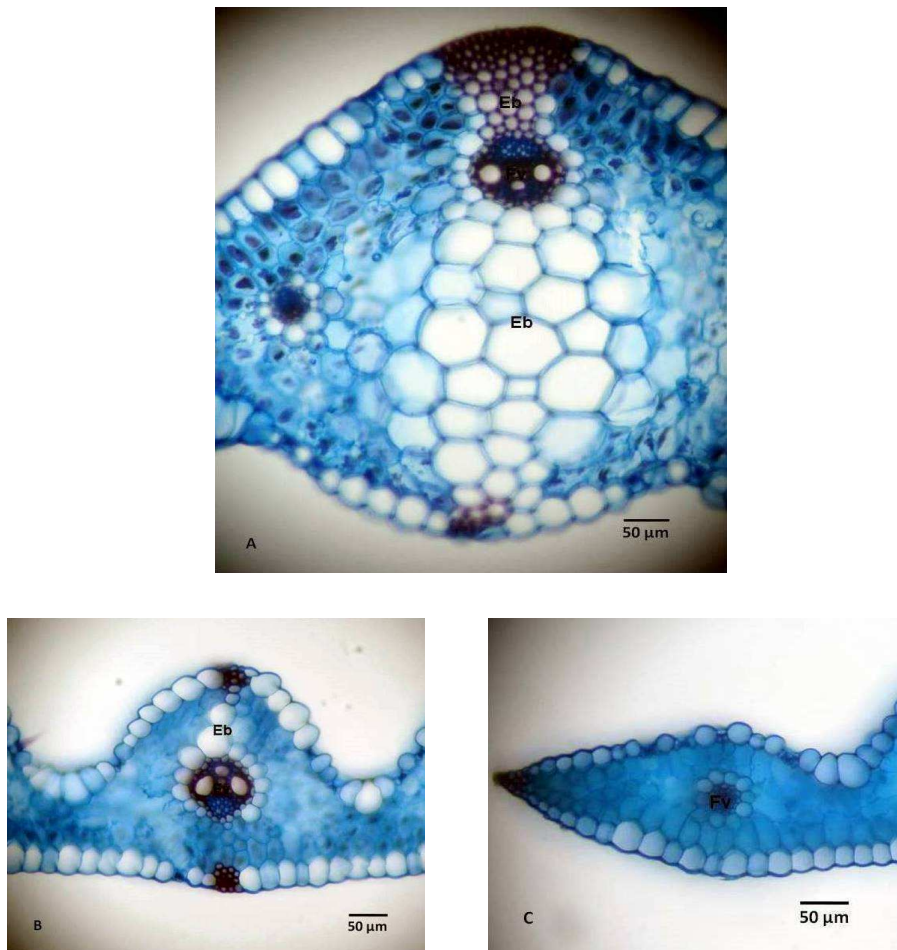


Figura 5 – Secção transversal da folha de *L. multiflorum*. A - feixe vascular de grande porte; B - feixe vascular de médio porte; C - feixe vascular de pequeno porte. Fv = feixe vascular; e Eb = extensão de bainha. UPF, 2008.

As raízes de azevém constituem um sistema fasciculado que, segundo Esau (1993) a primeira raiz vive apenas um curto período de tempo, e o sistema radical é formado por raízes adventícias originadas no caule. Caracterizam-se externamente, especialmente por

apresentar grande quantidade de pêlos absorventes (Figura 6). Anatomicamente, verifica-se que a organização do xilema e floema nas raízes é de padrão poliarca, não ocorrendo diferenças entre o biótipo sensível e os biótipos resistentes (Figura 7).

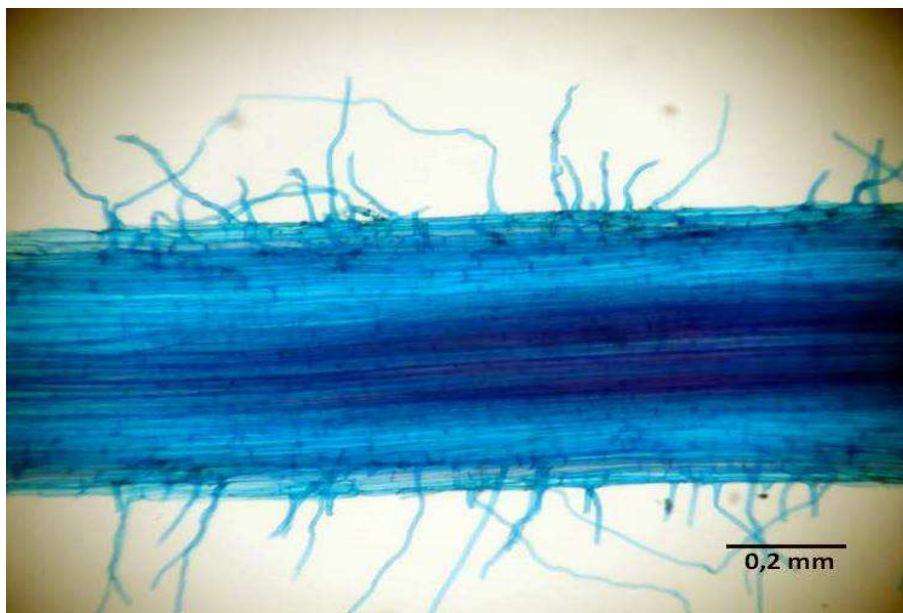


Figura 6 – Secção longitudinal da raiz de *L. multiflorum*. UPF, 2008.

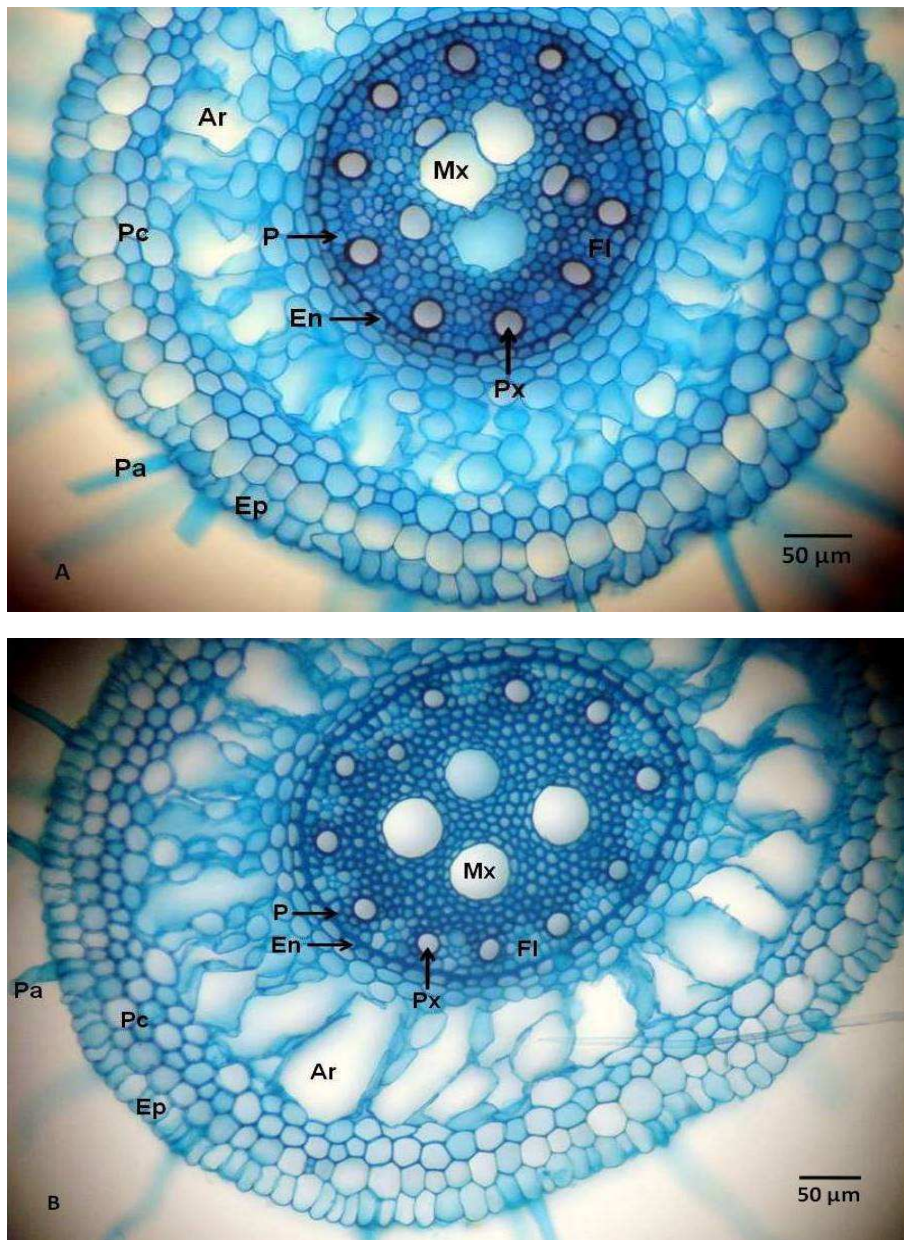


Figura 7 – Secção longitudinal da raiz de *L. multiflorum*. A – biótipo sensível; B – biótipo resistente. Pa = pêlo absorvente; Ep = epiderme; Pc = parênquima cortical; Ar = aerênquima; En = endoderme; P = periciclo; Px = protoxilema; Mx = metaxilema; e Fl = floema. UPF, 2008.

A anatomia radical de azevém (Figura 7) segue o padrão das demais espécies da família Poaceae, ou seja, uma camada simples de células compondo a epiderme, e nessa epiderme a presença de grande quantidade de pêlos absorventes. Internamente à epiderme encontra-se o parênquima cortical, que contém também a presença de aerênquima. Antecedendo a parte central da raiz, local onde se encontram os feixes vasculares e a medula, há uma camada de células denominada endoderme, que é caracterizada pelo seu “espessamento em U”, e mais internamente o periciclo.

Comparativamente, nota-se que não ocorrem diferenças que possam conferir alguma vantagem de um biótipo em comparação ao outro. O biótipo resistente (Figura 7B) apresenta quatro vasos de metaxilema, ao passo que o biótipo sensível (Figura 7A) apenas três, porém de diâmetro maior. Quanto ao aerênquima, estrutura com especial função em plantas aquáticas, a maior quantidade dessas em plantas do biótipo sensível em relação ao resistente não resultam em efeitos que interfiram na eficiência do herbicida, uma vez que o herbicida glifosato não é absorvido pelas raízes, e sim advém da parte aérea via floema.

#### **4 CONCLUSÕES**

De acordo com as observações anatômicas realizadas, não ocorrem diferenças morfológicas claras que possam ser usadas para

diferenciar o biótipo sensível dos biótipos resistentes. No entanto, verificou-se maior quantidade de espaços intercelulares no mesófilo, e menor quantidade de floema em relação ao xilema no biótipo resistente comparativamente ao biótipo sensível, que pelas suas funções na planta podem colaborar para a menor sensibilidade de alguns biótipos.



### CAPÍTULO 3

#### **SUSCETIBILIDADE COMPARATIVA A HERBICIDAS INIBIDORES DE ACCase POR BIÓTIPOS DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) RESISTENTES E SENSÍVEIS AO HERBICIDA GLIFOSATO<sup>1</sup>**

Jônatas Galvan<sup>2</sup>; Leandro Vargas<sup>3</sup> e Mauro Antônio Rizzardi<sup>4</sup>

**RESUMO** – O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) a alguns anos apresenta dificuldades para seu manejo nas lavouras e pomares do Rio Grande do Sul, tendo se tornado resistente ao herbicida glifosato. Objetivou-se no presente experimento testar a eficiência de controle de biótipos sensíveis e resistentes da planta daninha azevém ao glifosato pelos herbicidas inibidores de ACCase tepraloxymid, sethoxydim, clethodim e haloxyfop-r, como alternativas para o manejo dessa espécie. Concluiu-se que os biótipos sofreram redução de matéria seca e elevada fitotoxicidade para todos os herbicidas testados quando da utilização da dose recomendada do produto, apresentaram-se como eficientes alternativas no controle do azevém.

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPG-Agro) – UPF.

<sup>2</sup> Biólogo, mestrando do PPG-Agro – UPF.

<sup>3</sup> Co-orientador, Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Embrapa – Trigo.

<sup>4</sup> Orientador, Eng. Agr., Dr., Professor da Faculdade de Agronomia da FAMV – UPF.

**Palavras-chave:** fitotoxicidade, manejo, matéria seca.

**COMPARATIVE SUSCEPTIBILITY TO GRAMINICIDE  
HERBICIDES FOR RYEGRASS BIOTYPES (*Lolium  
multiflorum* Lam.) RESISTANT AND SENSITIVE TO  
GLYPHOSATE**

**ABSTRACT** – Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) has been showing difficulties in its handling in the agriculture and orchards in Rio Grande do Sul State, Brazil, and it has become resistant to glyphosate herbicide. The aim present experiment checks the efficiency of the control to sensitive and resistant biotypes to this harmful plant by glyphosate graminicide herbicide tepraloxym, clethodim, sethoxydim and haloxyfop-r, like alternatives to management this species. It was concluded that biotypes have reduced dry matter and high phytotoxicity for all herbicides when using the recommended dose of the product, presenting as effective alternatives to control ryegrass.

**Key-words:** dry matter, handling, phytotoxicity.

## 1 INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma espécie hibernal de ciclo anual, utilizada como forrageira, mas que se constitui com frequência em planta indesejada em lavouras de trigo e milho (ROMAN *et al.*, 2004).

A dessecação das plantas daninhas tem grande importância para o estabelecimento de uma lavoura, visto que a emergência destas, juntamente com a cultura, provocam danos tanto na produtividade como na qualidade dos grãos (ROMAN *et al.*, 2004). Assim, o manejo do azevém atualmente vem ocorrendo principalmente em pré-semeadura das culturas de verão, mediante a aplicação do herbicida não-seletivo glifosato.

O uso repetido de glifosato deve-se, principalmente, ao fato de que esse produto apresenta alta eficiência e custo relativamente baixo (VARGAS *et al.*, 2005). Ocorre que, se numa mesma área houver o uso repetido do mesmo herbicida, ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação durante diversos anos agrícolas, a probabilidade de seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas se eleva consideravelmente (CRHISTOFFOLETTI & LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

O uso indiscriminado de herbicidas propiciou o desenvolvimento de muitos casos de resistência a tais compostos por diversas espécies daninhas (BURNSIDE, 1992). Atualmente existem 15 espécies daninhas resistentes ao herbicida glifosato distribuídas por 13 países, dentre esses o Brasil (WEED SCIENCE, 2009). No Brasil,

já são conhecidos biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*), buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*), leiteira (*Euphorbia heterophylla*) e capim-colchão (*Digitaria insularis*) resistentes ao glifosato.

O azevém, em específico, foi identificado como resistente ao glifosato em lavouras de culturas anuais e pomares por Roman *et al.* (2004). É sugerido ainda que, a aplicação repetida e continuada do herbicida para o controle da vegetação é considerada a principal causa da seleção dos biótipos resistentes (ROMAN *et al.*, 2004; VARGAS *et al.*, 2004).

Para o manejo e a prevenção do problema de seleção de biótipos com resistência a herbicidas, López-Ovejero *et al.* (2006) sugerem que são necessárias estratégias integradas que envolvam métodos culturais, físicos e mecânicos, além do químico. O mais importante, no entanto, além do controle dos biótipos resistentes que já ocorrem, é a indicação aos produtores para o uso de técnicas e práticas agrícolas que causem menor pressão de seleção, tais como a rotação de culturas, utilização de herbicidas de diferentes grupos químicos, além de outras práticas de controle que não o químico.

Atualmente o controle químico de azevém resistente ao glifosato é realizado principalmente com o uso de herbicidas graminicidas, que variam de acordo com a cultura implantada (VARGAS *et al.*, 2005). Ainda, segundo os autores, é possível observar, a campo, que existem diferenças na evolução dos sintomas e no período para o controle dos biótipos resistentes e sensíveis entre

diferentes graminicidas, sugerindo que o mecanismo que confere resistência ao glifosato possa estar interferindo na atividade destes herbicidas.

A hipótese que norteou esse trabalho é a de que as plantas resistentes ao glifosato também poderiam estar se tornando menos sensíveis a outros herbicidas com diferentes mecanismos de ação.

Admitindo que biótipos resistentes a glifosato possam ter tendência maior a adquirirem também resistência a outros herbicidas foi elaborado um experimento com o intuito de observar o efeito de herbicidas inibidores de ACCase Tepraloxymid (Aramo<sup>®</sup>), Sethoxydim (Poast<sup>®</sup>), Clethodim (Select<sup>®</sup>) e Haloxyfop-r (Verdict<sup>®</sup>) tanto no aspecto fitotóxico como no acúmulo de matéria seca dos biótipos sensível e resistentes ao herbicida glifosato.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação, na Embrapa-Trigo, localizada no município de Passo Fundo, entre outubro e novembro de 2008. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa).

O trabalho constou da comparação entre três biótipos de azevém, sendo um biótipo sensível e dois biótipos resistentes ao herbicida glifosato (B1S = biótipo sensível, coletado em área sem

histórico de aplicação de glifosato no município de Passo Fundo; B2S = biótipo resistente, coletado no município de Santa Maria; B3S = biótipo resistente, coletado no município de Júlio de Castilhos), à ação de herbicidas inibidores de ACCase. As sementes utilizadas para a semeadura foram coletadas de plantas que resistiram à aplicação de 1920 g e.a. ha<sup>-1</sup> do herbicida glifosato (Roundup Transorb<sup>®</sup>).

As sementes foram semeadas em vasos de 0,5L contendo solo característico da região, classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico. Após a emergência foi realizado desbaste, de modo que em cada vaso tivesse apenas três plantas de azevém.

O experimento teve delineamento de blocos completamente casualizados em esquema fatorial (Biótipo, Herbicida e Dose) com três repetições. Comparou-se nesse trabalho o efeito dos herbicidas Tepraloxym (Aramo<sup>®</sup>), Sethoxydim (Poast<sup>®</sup>), Clethodim (Select<sup>®</sup>) e Haloxypyr-r (Verdict<sup>®</sup>) aplicados em seis diferentes doses (0, 25, 50, 75, 100 e 150% da dose registrada) discriminados em quantidade de ingrediente ativo na Tabela 1. A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador costal de pressão constante por CO<sub>2</sub>, quando aproximadamente 50% das plantas atingiram o estágio vegetativo de 3 a 4 folhas.

Tabela 1 – Discriminação dos coeficientes de dose para cada herbicida utilizado no experimento. Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 2008.

Herbicidas	Doses					
	0	0,25	0,50	0,75	1	1,5
	----- g i.a. ha <sup>-1</sup> -----					
Tepraloxymidim	0	25	50	75	100	150
Sethoxydim	0	69	138	207	276	414
Clethodim	0	27	54	81	108	162
Haloxyfop-r	0	15	30	45	60	90

A avaliação da fitotoxicidade dos herbicidas nas plantas foi realizada visualmente, atribuindo-se notas de 0% para as plantas que não evidenciavam efeitos e 100% para as plantas que morreram por ação dos herbicidas. Cada bloco experimental foi avaliado em conjunto com as três repetições, de modo a ter uma média da reação do herbicida na população como um todo, e por ocasião disso não foi possível realizar a análise de regressão.

O acúmulo de matéria seca foi avaliado 15 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA). Para isso, foi coletado a parte aérea das plantas, e este material posto para secar em estufa de circulação de ar a 60°C, até atingir peso constante. Após a secagem, as plantas foram pesadas em balança de precisão no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa-Trigo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando constatada significância a análise foi complementada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos resultados de acúmulo de matéria seca obtidos nesse trabalho evidenciou efeito simples significativo para as três variáveis (biótipo, herbicida e dose), bem como interação dupla desses fatores (biótipo X herbicida, biótipo X dose, herbicida X dose). A interação tripla (biótipo X herbicida X dose) não foi significativa.

Os dados avaliados sugerem que a fitotoxicidade e a redução da matéria seca não seguem necessariamente uma tendência em função da dose utilizada, de modo que os herbicidas apresentam efeitos semelhantes em gradientes de dose distintos um do outro.

A fitotoxicidade nada mais é que a expressão visual do efeito que determinada substância ou ação causa na planta, sendo aqui considerada como o efeito do herbicida sobre a planta em questão.

Observou-se que, 15 DAA dos herbicidas, todos os herbicidas testados apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, a fitotoxicidade por ação de tais compostos obteve resultados muito próximos de 100%, quando da utilização da dose recomendada pela empresa fabricante. Exceção feita ao herbicida Tepraloxymidim (Figura 1) que obteve 100% de fitotoxicidade somente quando aplicado em dose superior a recomendada (1,5). Por outro lado, esse mesmo herbicida apresentou sintomas claramente visíveis, com fitotoxicidade



de 75% para o biótipo B2R e de 90% para o biótipo B1S, quando da utilização da menor dose (0,25).

Os herbicidas Sethoxydim, Clethodim e Haloxyfop-r (Figuras 2, 3 e 4 respectivamente) apresentaram tendência crescente de fitotoxicidade conforme o aumento da dose utilizada. Quando da utilização da dose recomendada em rótulo, o controle aproximou-se de 100% para os quatro herbicidas testados.

Percebe-se, no entanto, que nas Figuras 1 a 4, a fitotoxicidade apresentada pelas plantas quando da utilização de doses inferiores às recomendadas foi bastante variável entre os herbicidas testados. Considerando-se a dose de 0,5, o herbicida Clethodim mostrou-se bastante eficiente, apresentando índices de fitotoxicidade superiores a 90% para todos os biótipos. Por outro lado, o herbicida Haloxifop-r não apresentou tamanha eficiência, resultando numa fitotoxicidade de apenas 55 e 60% para os biótipos B1S e B2R respectivamente.

Verificou-se ainda que, quando utilizado a dose recomendada, a fitotoxicidade foi superior a 90% para todos os tratamentos, exceção feita apenas para o biótipo B2R para o herbicida Tepraloxym. O controle de 100% não foi obtido para todos os tratamentos nem mesmo quando da utilização de 1,5 da dose, o que pode ser efeito do curto tempo entre a aplicação do herbicida e a coleta dos resultados.

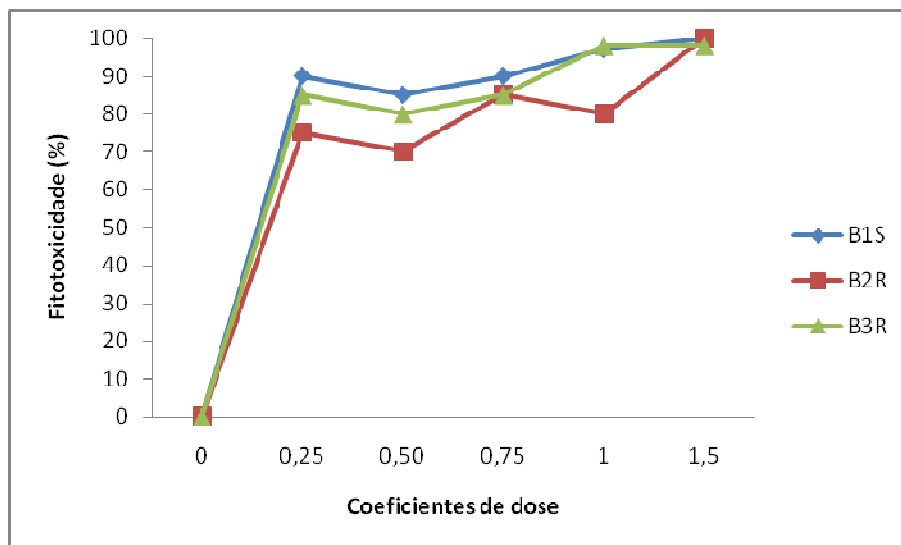


Figura 1 – Fitotoxicidade de três biótipos de avevém, avaliados aos 15 DAA, quando submetidos à aplicação de Tepraloxym (Aramo®). Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 2008.

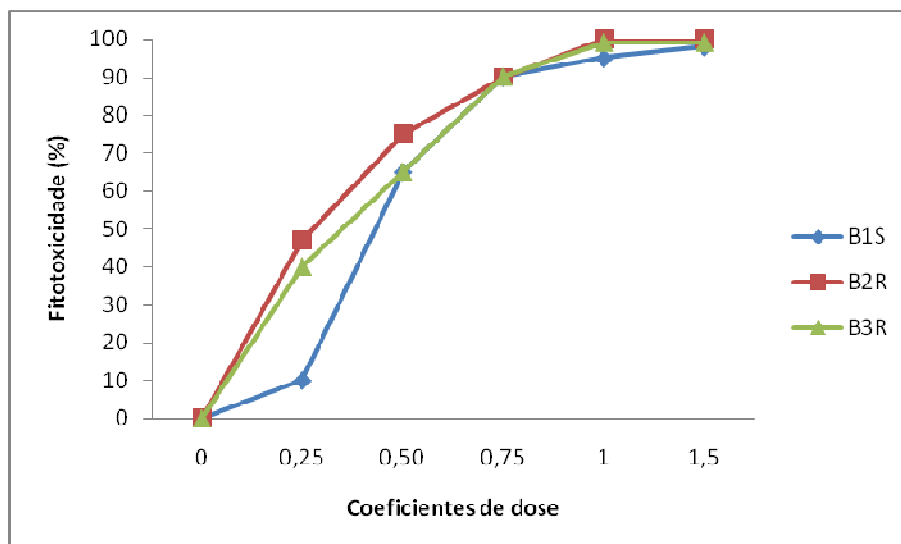


Figura 2 – Fitotoxicidade de três biótipos de avevém, avaliados aos 15 DAA, quando submetidos à aplicação de Sethoxydim (Poast®). Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 2008.

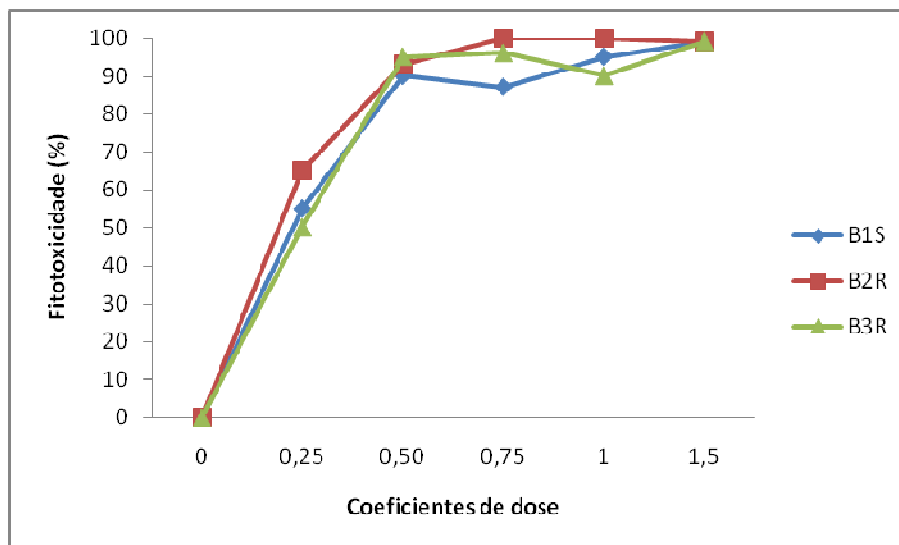


Figura 3 – Fitotoxicidade de três biótipos de azevém, avaliados aos 15 DAA, quando submetidos à aplicação de Clethodim (Select®). Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 2008.

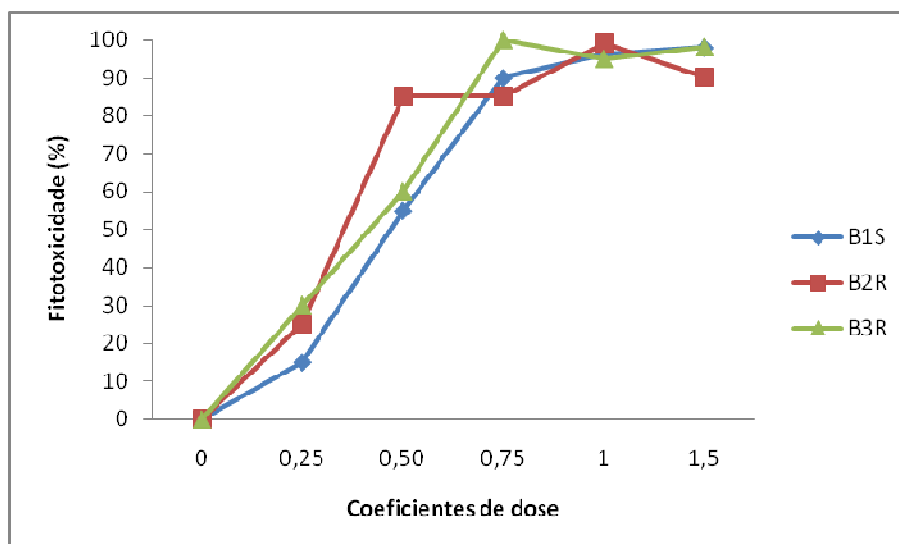


Figura 4 – Fitotoxicidade de três biótipos de azevém, avaliados aos 15 DAA, quando submetidos à aplicação de Haloxyfop-r (Verdict®). Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 2008.

Roman *et al.* (2004) e Vargas *et al.* (2004) testaram herbicidas alternativos para o manejo de azevém resistente ao glifosato e obtiveram resultados muito semelhantes aos aqui mencionados. Roman *et al.* (2004) testaram quatro herbicidas alternativos ao glifosato, e para o haloxyfop-r na dose de 60 g i.a./ha obteve 100% de fitotoxicidade aos 14 DAA, tanto para biótipo sensível como resistente ao glifosato. Já, Vargas *et al.* (2004), testaram quatorze herbicidas alternativos ao glifosato e, para haloxyfop-r na dose de 120 g i.a./ha, clethodim em dose de 120 g i.a./ha e sethoxydim a 184 g i.a./ha, obteve 100% de controle para os biótipos sensíveis e resultados muito próximos disso para biótipos resistentes aos 15 DAA.

López-Ovejero *et al.* (2006), trabalhando com biótipos *Digitaria ciliaris* resistente e suscetível aos herbicidas inibidores de ACCase, mencionam os herbicidas haloxyfop-r, tepraloxymidim e propaquizafop, os dois primeiros utilizados nesse experimento, como os mais eficientes no controle dos biótipos de *D. ciliaris* resistentes ao composto em questão.

De acordo com o exposto, pode-se inferir que a premissa de que o mecanismo que confere resistência ao herbicida glifosato poderia estar interferindo na ação de outros herbicidas, como observado e descrito por Vargas *et al.* (2005) para alguns inibidores de ACCase, não é válido para os biótipos e herbicidas utilizados neste trabalho.

Além da toxicidade do herbicida na planta, foi também analisada a alocação de matéria seca pela planta nos mesmos tratamentos, comparando-se a média de matéria seca acumulada pelos biótipos em função do herbicida e da dose utilizada (Tabelas 2 a 4).

A eficácia dos herbicidas, analisada pela alocação de matéria seca, desconsiderando o fator dose (Tabela 2) demonstrou que o herbicida tepraloxymidim obteve o resultado mais expressivo nos biótipos testados, embora, a diferença entre esse herbicida e os demais, para o biótipo B2R não tenha sido significativa estatisticamente. Ainda, cabe ressaltar que o herbicida sethoxydim, comparativamente aos demais, não obteve resultado satisfatório nem mesmo para o biótipo B1S.

Tabela 2 - Matéria seca acumulada pelos diferentes biótipos na média das doses de herbicidas. Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 2008

Herbicida	Biótipo		
	B1S	B2R	B3R
Tepraloxymidim	0,13 b B	0,32 a A	0,12 c B
Sethoxydim	0,34 a A	0,36 a A	0,31 bc A
Clethodim	0,18 b B	0,36 a A	0,39 a A
Haloxyfop-r	0,13 b B	0,32 a A	0,26 b A

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, para o mesmo herbicida, ou minúsculas iguais na coluna, para o mesmo biótipo, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de significância.

Quanto a alocação de matéria seca, na comparação das doses, desconsiderando-se o fator herbicida (Tabela 3), verificou-se que, mesmo não havendo diferença significativa, o biótipo B1S reduz quase que pela metade a sua matéria seca com apenas 25% da dose recomendada na comparação com o tratamento testemunha. Por outro lado o biótipo B2R, com dose de 0,25 já apresenta reduções estatisticamente significativas de matéria seca, porém somente na dose 1,0 obteve-se redução de matéria seca próximo a 50%. Por sua vez, o biótipo B3R, de modo semelhante ao B1S, mantém sua matéria seca quase inalterada independente da dose utilizada.

Na comparação entre os biótipos verifica-se que o biótipo B1S sempre foi inferior aos demais, exceção feita na dose 0,75 em que B3R foi ligeiramente inferior, e na dose de 1,5 em que B2R apresentou-se com a mesma matéria seca que B1S (Tabela 3).

Tabela 3 - Matéria seca acumulada pelos diferentes biótipos na média dos herbicidas para diferentes doses. Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 2008

Dose (g i.a/ha)	Biótipo		
	B1S	B2R	B3R
0	0,29 a B	0,51 a A	0,29 a B
0,25	0,15 a C	0,46 bc A	0,29 a B
0,5	0,19 a A	0,30 cd A	0,28 a A
0,75	0,21 a B	0,34 bc A	0,20 a B
1,0	0,16 a B	0,25 cd AB	0,30 a A
1,5	0,18 a A	0,18 d A	0,26 a A

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, para a mesma dose, ou minúsculas iguais na coluna, para o mesmo biótipo, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de significância.

Quando comparados os gradientes de dose para cada herbicida testado, na média dos biótipos, observou-se que o herbicida tepraloxym apresenta resultado extremamente positivo, uma vez que com apenas 25% da dose recomendada em rótulo já se obteve redução de aproximadamente 54% da matéria seca na comparação com o tratamento sem aplicação do herbicida (Tabela 4). Os demais herbicidas, na mesma dose, apresentaram sua matéria seca quase inalterada na comparação com a sua testemunha. Essa redução no acúmulo de matéria seca pelo herbicida tepraloxym é reflexo do seu efeito fitotóxico na planta para essa mesma dose.

Os demais herbicidas apresentaram menor efeito quando comparados ao tepraloxym para baixas doses, de modo que a matéria seca diminui conforme se aumenta a dose herbicida aplicada (Tabela 4). Exceção feita a alguns tratamentos, tais como dose de 1,0 para clethodim e haloxyfop-r; e dose de 1,5 para sethoxydim, em que provavelmente ocorreu algum erro experimental, haja vista que os resultados obtidos não seguem a tendência esperada. Nota-se ainda que, com exceção ao herbicida tepraloxym, nenhum herbicida apresentou redução de 50% da matéria seca das plantas de azevém na comparação com a testemunha.

Tabela 4 - Matéria seca acumulada em cada experimento com distintos herbicidas na média dos biótipos para diferentes doses. Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 2008

Dose (g i.a/ha)	Herbicida			
	Tepraloxymidim	Sethoxydim	Clethodim	Haloxyfop-r
0	0,41 a A	0,41 a A	0,34 a A	0,29 a A
0,25	0,19 b B	0,42 a A	0,34 a AB	0,25 a B
0,5	0,18 b A	0,33 ab A	0,30 a A	0,22 a A
0,75	0,19 b A	0,29 ab A	0,29 a A	0,23 a A
1,0	0,08 b B	0,22 b AB	0,37 a A	0,27 a A
1,5	0,09 b B	0,34 ab A	0,23 a AB	0,17 a B

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha, para a mesma dose, ou minúsculas iguais na coluna, para o mesmo herbicida, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de significância.

Tanto a fitotoxicidade como a redução de alocação de matéria seca apresentou-se bastante variável quando a administração dos herbicidas alternativos foi feita em gradientes menores aos recomendados. Dessa forma, para a obtenção de resultados satisfatórios para o manejo de plantas de azevém resistentes ao glifosato, e também para diminuir os riscos de desenvolvimento de resistência a novas moléculas, deve-se sempre administrar o herbicida alternativo na dose recomendada em rótulo pela empresa fabricante.



#### **4 CONCLUSÕES**

Os herbicidas inibidores de ACCase tepraloxym, sethoxydim, clethodim e haloxyfop-r, apresentam-se como potenciais alternativas de controle ao azevém resistente ao herbicida glifosato, quando aplicados na dose recomendada em rótulo.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os biótipos utilizados, bem como as condições em que os experimentos foram desenvolvidos, pode-se concluir que:

- a) Plantas de azevém sensíveis e resistentes ao herbicida glifosato não podem ser diferenciadas somente se utilizando de aspectos morfofisiológicos, haja vista que dentre os atributos utilizados para tal, o biótipo sensível apresentou-se ora inferior, ora superior aos biótipos resistentes;
- b) Quanto a anatomia comparativa dos biótipos, nota-se que o biótipo sensível apresenta as células do seu mesofilo foliar mais compactadas, diminuindo assim a quantidade de ar no espaço extra-celular, assim como maior quantidade de vasos de floema frente aos vasos de xilema, conferindo assim maior possibilidade de translocação pela planta;
- c) Embora o manejo das plantas daninhas resistentes a determinado herbicida deveria ser feito por outros métodos que não o químico, a fim de evitar resistência a outra molécula, observou-se que os herbicidas

inibidores de ACCase se constituem em alternativa no manejo das plantas resistentes, porém devem ser administrados nas doses recomendadas em rótulo pelas empresas fabricantes dos mesmos.

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARANTE JÚNIOR, O. P. et al. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Química Nova*, São Paulo, v.25, n.4, p.589-593, 2002.

APEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & CARMELLO-GUERREIRO, S.M. *Anatomia vegetal*. Viçosa: UFV, 2003.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.3, p.1380-1387, 2006.

BOLDRINI, I.I.; LONGHI-WAGNER, H.M.; BOECHAT, S.C. *Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses*. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2008.

BURNSIDE, O.C. Rationale for developing herbicide-resistant crops. *Weed Technology*, Champaign, v.6, n.3, p.621-625, 1992.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, Viçosa, v.21, n.3, p.507-515, 2003.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: Christoffoleti, P.J. (Coord.). (Org.). *Aspectos de Resistência de plantas daninhas a herbicidas*. 3 ed. Piracicaba, SP: Associação Brasileira de Ação á Resistência de Plantas Daninhas - HRAC - BR, 2008. p.9-34.

CUTTER, E.G. *Anatomia vegetal*. Parte I. Células e tecidos. Trad. Gabriella Catena. 2 ed. São Paulo: Roca, 1986.

CUTTER, E. G. *Anatomia vegetal*. Parte II. Órgãos. Trad. Gabriella Catena. 2 ed. São Paulo: Roca, 1987.

DELABAYS, N.; BOHREN, C. Le glyphosate: bilan de la situation mondiale et analyse de quelques conséquences malherbologiques pour

la Suisse. *Revue suisse de Viticulture d Arboriculture et de Horticulture*. Nyon, v.39, n.5, p.333-339, 2007.

DELLACIOPPA, G. et al. Translocation of the precursor of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase into chloroplasts of higher plants *in vitro*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, Washington, v.83, n.18, p.6873-6877, 1986.

ESAU, K. *Anatomia das plantas com semente*. Trad. B. L. de Morretes. São Paulo: Edgard Blücher. 1993.

FERREIRA, E.A. et al. Translocação do glyphosate em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). *Planta Daninha*, Viçosa, v. 24, n.2, p.365-370, 2006.

FERREIRA, E.A. et al. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). *Planta Daninha*, Viçosa, v. 26, n.2, p.261-269, 2008.

GALLI, A.J.B et al. Ocorrência de *Lolium multiflorum* Lam. resistente a glyphosate no Brasil. In: Seminario Taller Iberoamericano Resistencia a Herbicidas y cultivos Transgénicos. INIA-FAO, Facultad de Agronomía Universidad de la República. Colonia, Uruguay. 2005. Disponível em <[http://www.inia.org.uy/estaciones/la\\_estanzuela/webseminariomalez/as/articulos/galliantonio.pdf](http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/webseminariomalez/as/articulos/galliantonio.pdf)> Acesso em 27 jun. 2007.

GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. Modeling the effectiveness of herbicide rotations and mixtures as strategies to delay or preclude resistance. *Weed Technology*, Champaign, v.4, p.186-198, 1990.

HETHERINGTON, P. et al. The absorption, translocation and distribution of the herbicide glyphosate in maize expressing the CP-4 transgene. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.50, n.339, p.1567-1576, 1998.

KIRKWOOD, R.C.; MCKAY, I. Accumulation and elimination of herbicides in select crop and weed species. *Pesticide Science*, v.42, n.3, p.241-249, 1994.

KISSMANN, K.G. *Resistência de plantas a herbicidas*. São Paulo: Basf Brasileira S.A.,1996.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F. *et al.* Suscetibilidade comparativa a herbicidas pós-emergentes de biótipos de *Digitaria ciliaris* resistente e suscetível aos inibidores da ACCase. *Planta Daninha*, Viçosa, v.24, n.4, p.789-796, 2006.

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.

LORRAINE-COLWILL, D.F. *et al.* Investigations into the mechanism of glyphosate resistance in *Lolium rigidum*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v.74, n.2, p.62-72, 2003.

MACHADO, A.F.L. *et al.* Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 24, n.4, p.641-647, 2006.

MONQUERO, P.A. *et al.* Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e sensíveis a este herbicida. *Planta Daninha*, Viçosa, v.22, n.3, p.445-451, 2004.

PEREZ, A.; KOGAN, M. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. *Weed Research*, v.43, n.1, p.12–19, 2003.

PEREZ-JONES, A. *Glyphosate-Resistance in Italian Ryegrass (Lolium multiflorum): Evaluation and Investigation of the Mechanisms of Resistance*. Tese (Doutorado) – Oregon State University, Oregon, 2007. Disponível em <<http://ir.library.oregonstate.edu/dspace/handle/1957/4330>>. Acesso em 13 ago. 2008.

PIANA, Z.; CRISPIM, J.E.; ZANINI NETO, J.A. Superação da dormência de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.8, n.1, p.67-71, 1986.

POWLES, S.B. *et al.* Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *Weed Science*, Washington, v.46, n.5, p.604-607, 1998.

POWLES, S. B.; PRESTON, C. Evolved glyphosate resistance in plants: Biochemical and genetic basis of resistance. *Weed Technology*, Champaign, v.20, n.2, p.282-289, 2006.

PUPO, N.I.H. *Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RIGOLI, R.P. *et al.* Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). *Planta Daninha*, Viçosa, v.26, n.1, p.93-100, 2008.

ROMAN, E.S. *et al.* Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, Viçosa, v.22, n.2, p.301-306, 2004.

ROMAN, E.S. *et al.* *Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação*. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2007.

SATICHIVI, N. M. *et al.* Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in *Abrutylon theophrasti* and *Setaria faberi*. *Weed Science*, Washington, v. 48, p.675-679, 2000.

SILVA, A.A. *et al.* Biologia de plantas daninhas. In: *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

TOLEDO, R.E.B. *et al.* *Avaliação de herbicidas no controle de azevém (Lolium multiflorum) resistente a glyphosate*. Sete Lagoas: Sociedade Brasileira de Ciência de Plantas Daninhas, 2007. (Boletim Informativo v.15, n.3).

VARGAS, L. *et al.* *Resistência de plantas daninhas a herbicidas*. Viçosa: JARD Produções Gráficas Ltda., 1999.

VARGAS, L. *et al.* Identificação de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. *Planta Daninha*, Viçosa, v.22, n.4, p.617-622, 2004.

VARGAS, L. *et al.* Alteração das características biológicas de azevém (*Lolium multiflorum*) ocasionada pela resistência ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, Viçosa, v.23, n.1, p.153-160, 2005.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. *Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006a. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 58).

\_\_\_\_\_. *Manejo e controle de plantas daninhas na cultura de soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006b. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 62).

VARGAS, L.; MORAES, R.M.A.; BERTO, C.M. Herança da resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao glyphosate. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 567-571, 2007.

WANAMARTA, G.D.; PENNER, D. Foliar absorption of herbicides. *Review Weed Science*, Washington, v.4, p.215-231, 1989.

WEED SCIENCE – INTERNATIONAL SURVEY OF HERBICIDE RESISTANT WEEDS. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/in.asp>>. Acesso em 10 fev. 2009.

WOODBURN, A. Glyphosate production, pricing and use worldwide. *Pesticide Management Science*, v.56, n.4, p.309–312, 2000.



## **APÊNDICES**

APÊNDICE A - Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos biótipos B1 (sensível), B2 (resistente) e B3 (resistente) durante todo o ciclo de desenvolvimento, para características vegetativas: altura de planta (AP), número de folhas verdes por planta (NF), número de filhinhos por planta (NA), diâmetro do maior filhinho (DA), comprimento da maior folha (CF), largura da maior folha (LF), comprimento de maior raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação massa seca de raiz/massa seca de parte aérea (R/PA), e, porcentagem de alocação de massa seca de raiz em relação à massa seca total (%R/T)

Causas de variação	GL	AP	NF	NA	DA	CF	LF	CR
Bloco (B)	2	10,2	17,4	1,3	0,3	16,1	1,0	10,6
População (P)	2	856,7*	38,4 ns	2,8 ns	0,3 ns	42,0*	2,8 ns	16,6 ns
Erro 1 (B x P)	4	69,2	35,4	3,4	0,8	3,1	0,8	3,8
Idade	8	12509,5*	1138,7**	83,7**	0,9 ns	453,2**	44,7**	980,0**
L x P	16	94,5 ns	20,3 ns	3,8*	0,5 ns	6,7 ns	1,0*	18,9 ns
Erro 2	48	111,7	39,6	1,6	0,7	15,5	0,4	16,6
Total	80							
CV 1 (%)		13,77	36,99	37,16	35,06	6,88	15,35	7,74
CV 2 (%)		17,48	39,08	25,35	32,51	15,37	11,30	16,28

\* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo a 5% de probabilidade.

## APÊNDICE A – continuação

Causas de variação	GL	VR	MSR	MSPA	MST	RPA	%R/T
Bloco (B)	2	8,9	0,5	1,6	4,0	0,1	102,1
População (P)	2	13,8 ns	0,1 ns	3,5 ns	3,0 ns	0,01 ns	31,6 ns
Erro 1 (B x P)	4	4,6	0,2	1,8	2,5	0,02	13,8
Idade	8	167,8**	7,4**	191,4**	270,6**	1,17**	1432,8**
I X P	16	4,0 ns	0,3 ns	2,4 ns	3,8 ns	0,01 ns	375,3 ns
Erro 2	48	3,6	0,1	1,5	2,1	0,04	30,2
Total	80						
CV 1 (%)		42,82	50,85	31,21	30,35	45,14	16,27
CV 2 (%)		38,11	43,09	28,46	28,11	57,61	24,06

\* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo a 5% de probabilidade.

APÊNDICE B - Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos biótipos B1 (sensível), B2 (resistente), B3 (resistente) e B4 (resistente) nas últimas quatro colheitas (126, 147, 168 e 189 dias após a emergência) para características vegetativas: altura de planta (AP), número de folhas verdes por planta (NF), número de afilhos por planta (NA), diâmetro do maior afilho (DA), comprimento da maior folha (CF), largura da maior folha (LF), comprimento de maior raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de espigas (MSE), massa seca total (MST), relação entre massa seca de raiz e massa seca de parte aérea (R/PA), porcentagem de alocação de massa seca de raiz em relação à massa seca total (%R/T), e, porcentagem de alocação de massa seca de espiga em relação à massa seca de parte aérea (%E/PA)

Causas de variação	GL	AP	NF	NA	DA	CF	LF	CR	VR
Bloco (B)	3	92,4	400,7	29,8	0,02	18,5	1,1	60,7	19,2
População (P)	3	1343,9*	1236,0*	138,9**	0,2 ns	43,0 ns	2,8 ns	29,8 ns	15,0 ns
Erro 1 (B x P)	8	147,2	105,0	1,2	0,05	29,0	1,3	9,9	5,6
Idade	3	1929,6*	1135,4*	58,0*	0,4*	199,2*	2,8 ns	64,8*	62,6*
I x P	9	60,2 ns	114,6 ns	22,7 ns	0,09 ns	10,2 ns	1,6 ns	33,1 ns	9,4 ns
Erro 2	33	207,1	280,8	13,8	0,08	19,5	1,3	19,0	9,6
Total	59								
CV 1 (%)		12,47	33,54	11,32	8,84	18,73	15,31	9,23	26,05
CV 2 (%)		14,79	54,84	38,06	10,72	15,34	15,38	12,80	34,00

\* Significativo a 5% de probabilidade, ns = não significativo a 5% de probabilidade.

## APÊNDICE B - continuação

Causas de variação	GL	MSR	MSPA	MSE	MST	R/PA	%R/T	%E/PA
Bloco (B)	3	0,6	2,7	0,9	5,9	0,006	19,0	40,9
População (P)	3	0,1 ns	51,5*	0,5 ns	51,1*	0,02*	86,7*	194,0*
Erro 1 (B x P)	8	0,3	3,0	0,4	4,2	0,001	7,4	22,3
Idade	3	5,9**	131,7**	32,6**	180,7**	0,03**	106,5*	2312,4**
I x P	9	0,5 ns	6,1 ns	0,8 ns	8,4 ns	0,005 ns	17,3 ns	137,8*
Erro 2	33	0,3	4,0	0,8	5,7	0,002	10,6	37,2
Total	59							
CV 1 (%)		30,78	18,17	25,03	18,26	16,08	17,30	19,81
CV 2 (%)		33,05	21,18	36,17	21,32	28,77	20,77	25,59

\* Significativo a 5% de probabilidade, ns = não significativo a 5% de probabilidade.

APÊNDICE C - Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos biótipos B1 (sensível), B2 (resistente), B3 (resistente) e B4 (resistente) nas últimas três colheitas (147, 168 e 189 dias após a emergência) para características reprodutivas: comprimento do entre-nó superior (CES), comprimento da folha bandeira (CFB), largura da folha bandeira (LFB), número de espigas por planta (NE), comprimento das espigas (CE), número de espiguetas por espiga (NI), número de grãos por espiguetas (GE), comprimento da espiguetas basal (CEB), comprimento da gluma (CG), largura da gluma (LG), potencial de produção de sementes (PPS)

Causas de variação	GL	CES	CFB	LFB	NE	CE	NI	GE	CEB	CG	LG	PPS
Bloco (B)	2	65,4	1,6	4,4	11,0	5,2	6,0	0,6	0,02	5,2	0,02	571914,4
População (P)	3	32,6 ns	39,1 ns	0,6 ns	98,3*	31,7 ns	35,0 ns	0,02 ns	0,03 ns	6,0 ns	0,01 ns	7688316,2*
Erro 1 (B x P)	6	44,8	28,8	0,6	12,5	15,1	15,6	0,6	0,04	2,7	0,02	542315,5
Idade	2	11,3 ns	69,8*	3,7*	3,9 ns	23,2*	9,4 ns	0,8 ns	0,08 ns	8,4*	0,01 ns	253739,1 ns
I x P	6	12,9 ns	17,7 ns	1,8 ns	12,5 ns	9,8 ns	14,2 ns	1,9 ns	0,05 ns	1,9 ns	0,02 ns	212680,7 ns
Erro 2	16	32,6	11,8	0,8	20,1	4,8	14,2	1,1	0,05	2,1	0,02	1354152,9
Total	35											
CV1 (%)		24,84	24,18	11,54	37,27	15,26	15,60	9,02	14,54	19,97	11,46	34,74
CV2 (%)		21,19	15,47	12,84	47,26	8,63	14,92	12,14	15,98	17,37	9,94	54,89

\* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo a 5% de probabilidade.

APÊNDICE D - Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos biótipos B1 (sensível), B2 (resistente), B3 (resistente) para o teste de suscetibilidade a herbicidas inibidores de ACCase, representando na tabela o acúmulo de matéria seca (MS)

Causas de variação	GL	MS
Biótipo	2	0,4**
Herbicida	3	0,2**
Dose	5	0,1**
Biótipo x Herbicida	6	0,09**
Biótipo x Dose	10	0,07**
Herbicida x Dose	15	0,04*
Biótipo x Herbicida x Dose	30	0,01 ns
Erro	144	0,01
Total	215	
CV (%)		46,81

\* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo a 5% de probabilidade.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)