

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**MANEJO DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) RESISTENTE AO  
GLYPHOSATE COM O USO DE DIFERENTES HERBICIDAS**

**ANGELO STASIEVSKI**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp ó Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU-SP  
Setembro ó 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**MANEJO DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) RESISTENTE AO  
GLYPHOSATE COM O USO DE DIFERENTES HERBICIDAS**

**ANGELO STASIEVSKI**

Orientador: Prof. Dr. Caio Antonio Carbonari

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp ó Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

BOTUCATU-SP  
Setembro ó 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S796m Stasievski, Angelo, 1966-  
Manejo de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) resistente ao glyphosate com o uso de diferentes herbicidas / Angelo Stasievski. - Botucatu : [s.n.], 2015  
vi, 112 f. : grafs., ils., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2015

Orientador: Caio Antonio Carbonari  
Inclui bibliografia

1. Azevém - Manejo. 2. Erva daninha - Controle. 3. Resistência a herbicidas. 4. Milho - Resíduos herbicidas. I. Carbonari, Caio Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**CAMPUS DE BOTUCATU**  
**FACULDADE DE CIENCIAS AGRONOMICAS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** "MANEJO DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) RESISTENTE AO GLYPHOSATE COM O USO DE DIFERENTES HERBICIDAS"

**AUTOR:** ANGELO STASIEVSKI

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS) , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI  
Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO  
Dep de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Prof. Dr. ROBERTO ESTEVÃO BRAGION DE TOLEDO  
Piracicaba - SP

Data da realização: 21 de agosto de 2015.

*Aos meus pais Pedro (in memoriam) e Nair,*

**DEDICO**

*A minha esposa, Helen e a meus filhos, Larissa, Angelo e Alice*

*Pelo apoio incondicional, e companheirismo em todos os momentos,*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP ó Câmpus de Botucatu, pela oportunidade e viabilização do meu Mestrado;

Ao Prof. Dr. Caio Antônio Carbonari, pela orientação, amizade e dedicação dispensada durante o período de mestrado;

Ao Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela amizade, orientação e incentivo;

Ao Gerente de P&D da Arysta LifeScience do Brasil, João M. Miyasaki, por fornecer os subsídios para realização destes experimentos, e pela aprendizagem durante todos os anos de convívio;

Aos meus amigos do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola da Arysta LifeScience do Brasil, Alcindo da Silva Galvão, André Poletini, Dorival Boer Jr., Giuvan Lenz, Roberto de Oliveira Rodrigues, pela amizade, e pela disposição, onde sempre estiveram presentes, auxiliando e ajudando a concretizar este trabalho;

Aos amigos João A. Leite, Francisco (Kiko), João Campos, Oséias de Oliveira pela preciosa colaboração durante a realização dos experimentos;

Ao amigo Saulo, que muito me auxiliou, durante a análise e conclusão da dissertação;

Ao amigo Luiz Henrique Penckowski por ter fornecido material e informações essenciais para a formatação do projeto;

A todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho.

**Meus sinceros agradecimentos.**

## SUMÁRIO

	Página
<b>1 RESUMO</b> .....	1
<b>2 SUMMARY</b> .....	3
<b>3 INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	7
4.1 Resistência de plantas daninhas a herbicidas .....	7
4.2 Aspectos da biologia do azevém ( <i>Lolium multiflorum</i> ) .....	9
4.3 Manejo do azevém resistente ao herbicida glyphosate.....	11
<b>5 Capítulo I: CARACTERIZAÇÃO DE POPULAÇÃO DE AZEVÉM (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE</b> .....	13
5.1 Resumo.....	13
5.2 Summary.....	15
5.3 Introdução.....	16
5.4 Revisão de literatura.....	17
5.5 Material e métodos.....	18
5.5.1 Semeadura e tratos culturais.....	18
5.5.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	19
5.5.3 Aplicação dos tratamentos.....	20
5.5.4 Características avaliadas.....	21
5.5.5 Análise dos resultados.....	21
5.6 Resultados e Discussão.....	22
5.7 Conclusões.....	29
5.8 Referências bibliográficas.....	29
<b>6 Capítulo II: MANEJO DE AZEVÉM (<i>Lolium multiflorum</i> Lam) RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE, COM DIFERENTES HERBICIDAS, E COMPLEMENTAÇÃO COM PARAQUAT, EM TRÊS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS</b> .....	32
6.1 Resumo.....	32
6.2 Summary.....	34

6.3 Introdução.....	36
6.4 Revisão de literatura.....	37
6.5 Material e métodos.....	44
6.5.1 Semeadura e tratos culturais.....	45
6.5.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	46
6.5.3 Aplicação dos tratamentos.....	47
6.5.4 Avaliação de controle do azevém.....	50
6.6 Resultados e Discussão.....	51
6.7 Conclusões.....	60
6.8 Referências bibliográficas.....	61
<b>7 Capítulo III: EFEITO RESIDUAL (õCARRY OVERö) DE HERBICIDAS INIBIDORES DA ACCase À CULTURA DO MILHO.....</b>	<b>67</b>
7.1 Resumo.....	67
7.2 Summary.....	69
7.3 Introdução.....	70
7.4 Revisão de literatura.....	72
7.5 Material e métodos.....	78
7.5.1 Semeadura e tratos culturais.....	80
7.5.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	81
7.5.3 Aplicação dos tratamentos.....	84
7.5.4 Variáveis avaliadas.....	84
7.5.5 Análise dos resultados.....	85
7.6 Resultados e Discussão.....	86
7.7 Conclusões.....	104
7.8 Referências bibliográficas.....	105
<b>8 CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>108</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>110</b>



## 1 RESUMO

O objetivo geral do presente trabalho, foi avaliar alternativas de manejo de azevém resistente ao herbicida glyphosate, através do uso de herbicidas inibidores da ACCase, do fotossistema I, e da glutamina sintetase, em três estádios fenológicos (perfilhamento, emborrachamento e início do florescimento), assim como, o efeito da aplicação sequencial de paraquat, e o efeito residual (õcarry overö) destes herbicidas à cultura do milho. Para isso, foram conduzidos três estudos: o ãEstudo 1ö visou caracterizar ou definir o grau de resistência da população de azevém ao glyphosate, quando o herbicida foi aplicado em diferentes estádios fenológicos, o ãEstudo 2ö, que visou verificar a eficácia de diferentes herbicidas no controle do azevém resistente ao glyphosate, e o ãEstudo 3ö, teve como objetivo verificar o potencial de fitointoxicação de herbicidas inibidores da ACCase à cultura do milho, quando aplicados 0, 5, 10 e 15 dias anterior a semeadura, em dois tipos de solos, franco argilo arenoso e argiloso. No primeiro estudo, foi determinado o Fator de Resistência (FR) da população de azevém resistente ao glyphosate em experimentos de curvas de dose resposta. Os tratamentos foram constituídos da aplicação de doses do herbicida glyphosate: 0, 45, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880, 5760, e 11520 g e.a.ha<sup>-1</sup>, em populações de azevém suscetível, e potencialmente resistente, em três estádios fenológicos. O segundo estudo, foi constituído por três experimentos e visou avaliar o efeito de herbicidas no manejo do azevém, aplicados em três estádios distintos de desenvolvimento, assim como o efeito da aplicação sequencial de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>). Os tratamentos foram constituídos da aplicação de doses do herbicida glyphosate: 1080, 1440, 1800 g e.a.ha<sup>-1</sup>; clethodim: 72, 96, 120 g i.a.ha<sup>-1</sup>, tepraloxymidim: 75, 100, 125 g i.a.ha<sup>-1</sup>, haloxyfop-p-methyl: 45, 65, 75 g i.a.ha<sup>-1</sup>, quizalofop-p-ethyl: 56,25; 75 e 93,75 g i.a.ha<sup>-1</sup>, fluazifop-p-butyl: 187,5; 250 e 312,5 g i.a.ha<sup>-1</sup>, paraquat: 225, 300 e 375 g i.a.ha<sup>-1</sup>

e gluphosinate: 300, 400 e 500 g i.a.ha<sup>-1</sup>, e uma testemunha sem aplicação. O terceiro estudo foi constituído por dois experimentos foram avaliados, Índice de velocidade de Emergência (IVE), altura das plantas aos 24 e 49 dias após sementeira, fitointoxicação e produtividade. Os tratamentos foram: clethodim (84, 108, 132 e 156 g.i.a.ha<sup>-1</sup>), tepraloxymidim (50, 100, 150 e 200 g i.a.ha<sup>-1</sup>), haloxyfop-p-methyl (48, 60, 72, e 84 g i.a.ha<sup>-1</sup>), quizalofop-p-ethyl (25, 50, 75, e 100 g i.a.ha<sup>-1</sup>), e fluazifop-p-butyl (187,5; 250; 312,5 e 375 g i.a.ha<sup>-1</sup>. No estudo I foi caracterizado a população de azevém (P2), como sendo resistente, com FR para controle variando de 4,92 a 8,60 e FR para massa seca de 4,60 a 7,24, conforme o estágio do azevém, no momento da aplicação. No Estudo II, os herbicidas clethodim, em doses igual ou superior a 72 g i.a.ha<sup>-1</sup>, haloxyfop-p-methyl, nas doses 45 g e.a.ha<sup>-1</sup>, quizalofop-p-ethyl, nas doses acima de 56,25 g i.a.ha<sup>-1</sup>, e tepraloxymidim, na dose de 200 g i.a.ha<sup>-1</sup>, quando aplicados nos estádios de perfilhamento, foram eficientes no controle do azevém, sem necessidade da complementação com paraquat, porém, mesmo nestas doses, quando aplicados no estágio de florescimento, se fez necessário a complementação de paraquat para obter controle total. Em relação ao efeito residual dos produtos à cultura do milho, o maior efeito residual foi obtido em solo franco argilo arenoso no qual quizalofop-p-ethyl, na dose de 75 g i.a.ha<sup>-1</sup> promoveu fitointoxicação quando aplicado em um período inferior a 15 dias anterior a sementeira do milho (DPS), fluazifop-p-ethyl, nas doses de 312,5 g i.a.ha<sup>-1</sup>, e 375 g i.a.ha<sup>-1</sup> apresentou fitointoxicação a cultura quando aplicado em um período de 0 a 10 e 0 e 15 DPS, respectivamente; haloxyfop-p-ethyl, em doses  $\times$  75 g i.a.ha<sup>-1</sup> promoveu fitointoxicação ao milho quando aplicado em um período entre 0 e 5 DPS e clethodim apresentou fitointoxicação leve a cultura do milho, quando aplicado na dose de 144 g i.a.ha<sup>-1</sup>, no dia da sementeira da cultura.

**MANAGEMENT TO GLYPHOSATE - RESISTANT ITALIAN RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam.), WITH THE USE OF DIFFERENT HERBICIDES. Botucatu, 2015. 112 p.**

**Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.**

**Author: ANGELO STASIEVSKI**

**Adviser: CAIO ANTONIO CARBONARI**

## **2 SUMMARY**

The overall objective of this study was to evaluate management alternatives ryegrass resistant to glyphosate, by using ACCase inhibitors, photosystem I, and glutamine synthetase in three distinct growth stages (tillering, booting and early flowering ), as well as the effect of sequential application of paraquat, and the residual effect ("carry-over") of these herbicides to corn. For the information required, it was conducted three studies, and the "Study 1" aimed to characterize or define the degree of resistance of ryegrass population to glyphosate, when the herbicide was applied at different growth stages. The "Study 2", aimed at verifying the effectiveness of different herbicides in controlling the resistant ryegrass to glyphosate. The "Study 3", aimed to determine the potential for phytotoxicity of ACCase inhibitor herbicide to corn when applied 0, 5, 10 and 15 days prior to sowing, in both soils, sandy clay loam and clay. In the first study, it was determined the resistance factor (RF) of the glyphosate-resistant ryegrass population in experiments of dose response curves. The treatments consisted in the application of glyphosate at doses: 0, 45, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880, 5760, and 11520 g a.e.ha<sup>-1</sup>, on susceptible and potentially resistant ryegrass populations, in three phenological stages. The second study consisted of three experiments and was aimed to evaluate the herbicidal effect on the management of ryegrass applied in three distinct stages, as well as the effect of sequential application of paraquat (300 g a.i.ha<sup>-1</sup>). The treatments consisted of glyphosate at 1080, 1440 and 1800 g a.i.ha<sup>-1</sup>; clethodim: 72, 96 and 120 g a.i.ha<sup>-1</sup>; tepraloxym: 75, 100 and 125 g a.i.ha<sup>-1</sup>, haloxyfop-p-methyl: 45, 65 and 75 g a.i.ha<sup>-1</sup>, quizalofop-p-ethyl: 56.25, 75 and 93.75 g a.i.ha<sup>-1</sup>, fluazifop-p-butyl: 187.5; 250 and 312.5 g a.i.ha<sup>-1</sup>, paraquat: 225, 300 and 375 g a.i.ha<sup>-1</sup>; gluphosinate: 300, 400 and 500 g a.i.ha<sup>-1</sup>, and a untreated check. The third study consisted of two experiments and aimed to evaluate

the potential for phytotoxicity, or the residual effect ("carry over") of herbicides to corn when applied 0, 5, 10 and 15 days before sowing the crop, in two types of soil: clay and sandy clay loam. Were evaluated emergency speed index (IVE), plant height at 24 and 49 days after sowing, plant intoxication and productivity. The treatments applied were clethodim (84, 108, 132 and 156 g a.i.ha<sup>-1</sup>), tepraloxymid (50, 100, 150 and 200 g a.i.ha<sup>-1</sup>) haloxyfop-p-methyl (48, 60, 72 and 84 g a.i.ha<sup>-1</sup>), quizalofop-p-ethyl (25, 50, 75 and 100 g a.i.ha<sup>-1</sup>) and fluazifop-p-butyl (187.5, 250, 312.5 and 375 g a.i.ha<sup>-1</sup>). The results of the Study I, characterized the population of ryegrass (P2) as resistant one, with RF for control ranging from 4.92 to 8.60 and dry mass from 4.60 to 7.24, depending on the stage of ryegrass at the time application. The results of Study II, showed that clethodim at doses greater than or equal to 72 g a.i.ha<sup>-1</sup>, haloxyfop-p-methyl at 45 g a.i.ha<sup>-1</sup>, quizalofop-p-ethyl, in doses higher than 56.25 g a.i.ha<sup>-1</sup> and tepraloxymid at 200 g a.i.ha<sup>-1</sup>, when applied at tillering stage, were efficient in controlling ryegrass, without the need for supplementation with paraquat. However, even at these doses, when applied at the flowering stage, the completion of paraquat was necessary to take total control. Concerning the residual effect of the products to corn, the largest residual effect was obtained in sandy soil, in which quizalofop-p-ethyl at a dose of 75 g a.i.ha<sup>-1</sup> promoted phytotoxicity when applied in a period of less than 15 days pre corn sowing (DPS), fluazifop-p-ethyl at doses of 312.5 g a.i.ha<sup>-1</sup> and 375 g a.i.ha<sup>-1</sup> provided phytointoxication to the crop when applied in a the period from 0 to 10 and 0 to 15 DPS, respectively; haloxyfop-p-ethyl, at doses  $\times$  75 g a.i.ha<sup>-1</sup> promoted phytotoxicity to corn when applied in a period between 0 and 5 DPS and clethodim showed a slight phytotoxicity to corn when applied at a dose of 144 g a.i.ha<sup>-1</sup> on the day of sowing of the crop.

---

Keywords: ryegrass, resistance to glyphosate, ACCase, carry over.

### 3 INTRODUÇÃO

O herbicida glyphosate é um herbicida não-seletivo de ação sistêmica, utilizado no controle de plantas daninhas anuais e perenes. É utilizado em culturas para manejo de plantas daninhas em pré-plantio, em pós-emergência em aplicações dirigidas e em pós-emergência total em culturas transgênicas, como o milho e a soja.

O azevém (*Lolium multiflorum*), é uma gramínea de inverno, com ciclo anual, utilizada para fornecimento de palha ao sistema plantio direto, e também é muito utilizada na região sul do Brasil como fonte de alimento para ruminantes em geral, uma vez que possui elevado valor nutricional (MORAES, 1995). O trânsito de animais e o comércio de sementes, além da sua fácil dispersão, são considerados os principais fatores que favorecem a dispersão do azevém a longas distâncias e, por isso, está presente e caracteriza-se como planta daninha em praticamente todas as lavouras de inverno, como o trigo, cevada, centeio e triticale e em pomares da região Sul do Brasil, sendo problema também no desenvolvimento inicial em culturas de verão, quando as condições climáticas são favoráveis.

A dessecação ou o controle do azevém, em pomares ou no sistema plantio direto, é realizado geralmente com o herbicida glyphosate, prática que vem sendo utilizada a mais de 20 anos, de forma repetida e, praticamente, é o único herbicida utilizado, nestas condições, impondo intensa pressão de seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes (GALLI et al., 2005; VARGAS et al., 2005).

No Brasil as primeiras suspeitas de biótipo de azevém resistente ao herbicida glyphosate ocorreram em 2002, no Rio Grande do Sul (ROMAN et al., 2004).

Nesse ano após a aplicação de 960 g e.a.ha<sup>-1</sup> de glyphosate observou-se plantas de azevém com poucos sintomas do herbicida ao lado de plantas mortas (TOCCHETTO et al., 2004).

De acordo com Vargas e Roman (2006) o azevém resistente requer dose de glyphosate 16,8 vezes maior do que a sensível para ser controlado, logo, o uso de glyphosate, nestas condições, para controlar azevém resistente é inviável. No Rio Grande do Sul, existem relatos de biótipos de azevém resistentes ao glyphosate em Vacaria, Lagoa Vermelha, Tapejara, Bento Gonçalves, Carazinho e Tupanciretã (VARGAS et al., 2007). Em Guarapuava, PR, o biótipo resistente está presente em 30% da área cultivada com culturas anuais (SPADER et al., 2008).

Constatada a resistência do azevém ao glyphosate, os herbicidas inibidores da enzima ACCase tornaram-se a principal ferramenta para controle do azevém resistente ao herbicida glyphosate, no manejo em pré-semeadura (dessecação) da soja e do milho, sendo importante estudar a eficácia de controle destes herbicidas, quando aplicados em diferentes estádios fenológicos do azevém. Porém deve-se levar em consideração que alguns destes herbicidas possuem efeito residual e podem afetar culturas sucessivas, como o trigo, milho e cevada (VARGAS, 2009). Portanto, para o controle de biótipos resistentes ao glyphosate é importante que sejam estudadas possíveis associações e aplicações sequenciais de herbicidas com mecanismos de ação alternativos, que apresentem efeitos sinérgicos ou aditivos (RIOS et al., 2007) e a sua influência a culturas sucessivas.

Os objetivos desta dissertação foram avaliar alternativas de manejo de azevém resistente ao herbicida glyphosate, através do uso de herbicidas inibidores da ACCase, do fotossistema I, e da glutamina sintetase, em três estádios fenológicos, a saber: perfilhamento, emborrachamento e início do florescimento, assim como, o efeito da aplicação sequencial de paraquat, e o efeito residual (*õcarry overö*) destes herbicidas à cultura do milho. Para alcançar estes objetivos a dissertação foi dividida em três capítulos, sendo o primeiro capítulo intitulado *õCaracterização de população de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) resistente ao herbicida glyphosateö*; o segundo capítulo intitulado *õManejo de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) resistente ao herbicida glyphosate, com diferentes herbicidas, e complementação com paraquat, em três estádios fenológicosö*, e o terceiro capítulo intitulado *õEfeito residual (*õcarry overö*) de herbicidas inibidores da ACCase à cultura do milhoö*.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 Resistência de plantas daninhas aos herbicidas**

A resistência de plantas daninhas aos herbicidas, tem grande importância econômica devido aos altos custos que envolvem, e ecológica já que o uso de doses, maiores que o recomendado, podem gerar impactos ambientais. Por outro lado, o limitado número de herbicidas alternativos para serem usados no controle dos biótipos resistentes, tem dificultado o manejo das culturas e aumento do custo de produção.

A resistência aos herbicidas é resultado de processos que ocorrem naturalmente, sendo definida como sendo a habilidade de uma planta sobreviver e reproduzir, após exposição a uma dose de herbicida normalmente letal para o biótipo selvagem da planta (WSSA, 2015), sendo que o uso repetido de uma molécula herbicida pode selecionar biótipos resistentes de plantas daninhas preexistentes na população, levando ao aumento do seu número (POWLES e HOLTUM, 1994).

Indivíduos resistentes ou biótipos estão presentes naturalmente dentro de uma população, ocorrendo através de uma condição genética preexistente ou através de mutação ou recombinação genética que proporcione a capacidade de resistir à ação tóxica do herbicida. Não raro, a fonte de resistência ou o mecanismo que permite que esse indivíduo sobreviva, representa uma desvantagem competitiva em um ambiente equilibrado, o que contribui para que os biótipos resistentes ocorram em frequências muito baixas na natureza. A resistência passa a ser uma vantagem competitiva somente quando o agente de seleção, neste caso o herbicida, está presente (HEAP, 2005).

Uma vez que a população de plantas daninhas é exposta a um herbicida ao qual uma ou mais plantas são naturalmente resistentes, os indivíduos sensíveis são eliminados. Os resistentes, entretanto, não apenas sobrevivem como continuam a se reproduzir, gerando descendentes dotados da mesma capacidade de resistir ao agente químico. Quando um herbicida controla o biótipo suscetível, e este deixa poucos descendentes no banco de sementes para a geração seguinte, estas apresentam uma rápida senescência, substituindo rapidamente o banco de sementes do biótipo suscetível pelo biótipo resistente (CHRISTOFFOLETI, 1997).

A associação da variabilidade genética das plantas daninhas com a adequada intensidade e a duração da pressão de seleção, torna inevitável o surgimento de plantas resistentes. A probabilidade e o tempo de evolução da resistência estão relacionados a fatores genéticos (resistência monogênica ou poligênica, modo de herança da resistência), às características reprodutivas da espécie, (polinização cruzada vs auto polinização, capacidade de produção de sementes, longevidade da semente no banco de sementes) e intensidade da pressão de seleção, o que envolve tanto características intrínsecas do herbicida (estrutura química, atividade residual, especificidade com relação ao sítio de ação) quanto fatores operacionais e ambientais (dose do herbicida, práticas de controle de plantas daninhas sem herbicidas, rotação de culturas) (COUSENS e MORTIMER, 1995; VARGAS e ROMAN, 2006; POWLES e YU, 2010).

Os mecanismos de resistência se baseiam na perda de afinidade da molécula do herbicida pelo sítio de ação na enzima, resultado de mutações que alteram a sequência de nucleotídeos, impedindo o perfeito reconhecimento entre substrato-enzima. As alterações gênicas também podem resultar em uma *super* expressão do gene, aumentando a produção da enzima alvo, o que por consequência demanda uma maior concentração do herbicida para alcançar o sítio de ação, inibir a enzima e causar a morte da planta. Um segundo mecanismo de resistência é resultado da capacidade que os biótipos resistentes de metabolizar rapidamente a molécula de herbicida, tornando-a inativa antes que cause danos à planta (CHRISTOFFOLETI, 1997).

Atualmente, existem, no mundo, 461 casos de resistência (espécie x sítio de ação) de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, com 247 espécies (144 dicotiledôneas e 103 monocotiledôneas). As plantas daninhas desenvolveram resistência a 22 dos 25 sítios de ação conhecidos, de 157 diferentes herbicidas. A presença desses indivíduos resistentes a herbicidas têm sido relatadas em 86 culturas, de 66 países. Casos



de plantas daninhas resistentes a herbicidas em todo o mundo estão sendo continuamente compiladas on-line no "Survey of Herbicide Resistant Weeds". Tais biótipos selvagens estão se tornando cada vez mais comuns desde os primeiros relatos de sua ocorrência na década de 1950 (HEAP, 2015).

#### 4.2 Aspectos da biologia do azevém (*Lolium multiflorum* Lam)

O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma espécie pertencente à família Poaceae, originária do Mediterrâneo. Por ser de clima temperado, é muito utilizada na região sul do Brasil durante o inverno como fonte de alimento para ruminantes em geral, uma vez que possui elevado valor nutricional (MORAES, 1995). Trata-se de uma planta forrageira que tem alta aceitabilidade pelos animais, contém elevado teor de proteína, alta digestibilidade e composição mineral equilibrada. É largamente utilizada como cobertura de inverno no sistema de plantio direto. A integração da atividade de lavoura com a de pecuária no sistema plantio direto em áreas que permanecem apenas com culturas de cobertura no inverno pode se tornar uma opção de renda para os produtores de grãos no verão (MORAES, 1995).

Fontaneli (1993) relata que o azevém é de rota metabólica C3, que apresenta boa produção de forragem e capacidade de rebrota, adaptando-se muito bem ao pastoreio e a excessos de umidade. É uma planta cespitosa, que pode crescer até 1,20 m, e alcançar, em média, 0,75 m de altura, forma touceiras de 0,4 até 1m, possuindo colmos eretos e compridos, já a inflorescência é do tipo dística, ereta, com 15 a 20 cm de comprimento, com espiguetas multifloras, protegidos pela palha, onde se encontram três estames e o pistilo.

É uma forrageira de inverno, muito agressiva que perfilha abundantemente cobrindo o solo. O seu crescimento inicial é mais lento que o das aveias e o centeio, porém é bem mais rústico. Resiste bem ao pisoteio intenso e ao frio, desenvolvendo bem somente durante o inverno, não resistindo aos verões intensos. A temperatura ótima para o máximo crescimento está ao redor de 18 a 20°C (GERDES et al., 2005). Alvim et al. (1987) destacam existir uma relação direta entre a temperatura ambiente e a produção do azevém, que é máxima quando ao redor de 22°C.

O azevém é semeado de fevereiro até meados de abril, utilizando-se de 20 a 30 kg.ha<sup>-1</sup>, podendo ser semeada em linhas ou a lanço. A

profundidade máxima de semeadura é de até 2 cm, e para isso usa-se rolo ou grade bem aberta. Experimentalmente, se tem indicação de que 25 kg.ha<sup>-1</sup> seria a quantidade mais adequada para o cultivo de azevém para a formação da pastagem (FONTANELI, 1984).

O azevém pode ser semeado em campo nativo ou sobre pastagens. Nesse caso, a semeadura seria feita a lanço, utilizando o pisoteio intenso para pôr a semente em contato com o solo, ou utilizar semeadora de plantio direto. Floresce geralmente em setembro. O azevém é uma gramínea que possibilita um período de pastejo de até cinco meses. As sementes de azevém são compactas, de tamanho médio para uma gramínea forrageira, sendo que 1.000 grãos pesam de 2,0 a 2,5 gramas (FONTANELI, 1984).

Normalmente, como cobertura de inverno, no sul do Brasil, tem sido utilizada gramínea como a aveia preta (*Avena strigosa*) e aveia branca (*Avena sativa*) e o azevém. Estas espécies proporcionam diferentes períodos de utilização em função da velocidade de estabelecimento do ciclo de vida. O azevém embora sendo mais lento na sua formação, permite uma utilização mais prolongada em relação às aveias. Este conhecimento é importante para se adequar o ciclo da gramínea de inverno com o ciclo da cultura de verão. Além do mais, após a saída dos animais, o azevém ainda pode garantir a formação de sementes antes de sua dessecação, estando assim assegurado seu retorno no ano seguinte, com redução de gastos na aquisição de sementes (CARVALHO, et al., 2005).

Derpsch e Calegari (1992), destacaram a utilização do azevém em rotação com soja no sistema de plantio direto. Esta prática, segundo os autores, propicia uma excelente conservação do solo e um bom efeito residual do azevém, que aumenta o rendimento e diminui substancialmente o uso de herbicidas na cultura subsequente. Durante o inverno utiliza-se o azevém no pastejo direto, fenação ou para produção de sementes. Pode-se proceder a dessecação na primavera. Ocorre germinação espontânea durante a senescência da soja e por ocasião da colheita já existe uma boa cobertura do solo, num sistema de baixo custo e alta produtividade para a soja.

### **4.3 Manejo do azevém resistente ao herbicida glyphosate**

Os biótipos resistentes ocorrem naturalmente em baixa frequência, a utilização de herbicidas com residuais prolongados ou herbicidas sem ação

residual, mas aplicados repetidamente; o uso de herbicidas com alto grau de eficiência no controle do biótipo suscetível e; as aplicações de doses elevadas proporcionam uma pressão de seleção muito grande, favorecendo o desenvolvimento do biótipo resistente (CHRISTOFFOLETI et al., 1994; VIDAL e FLECK, 1997).

O primeiro caso de resistência de plantas daninhas ao glyphosate foi registrado em 1996 (POWLES et al., 1998).

No Brasil as primeiras suspeitas de biótipos de azevém resistente ocorreram em 2002 nos municípios de Tapejara, RS (ROMAN et al., 2004). Outros herbicidas, pertencentes a diferentes classes químicas e mecanismos de ação têm centenas de relatos de seleção de populações resistentes, especialmente os herbicidas do grupo químico das triazinas, dos inibidores da acetolactato sintase (ALS) e da acetil coenzima A carboxilase (ACCase).

A dessecação ou o controle do azevém, em pomares ou no sistema plantio direto, é realizado geralmente com o herbicida glyphosate (GALLI et al., 2005; VARGAS, 2009). O glyphosate é um herbicida não-seletivo utilizado para a dessecação de coberturas. A absorção de glyphosate é foliar, através da cutícula, e a translocação ocorre principalmente pelo simplasto, tanto para as folhas e meristemas aéreos como para os subterrâneos. Segundo Velini et al. (2012) as informações disponíveis indicam que o sítio de ação do glyphosate é a inibição da enzima EPSPs (5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato sintase) com consequente redução da disponibilidade dos aminoácidos aromáticos, fenilalanina, tirosina e triptofano que são precursores de produtos como lignina, flavonoides, cumarinas, vitamina E, AIA e ácidos benzoicos.

Vargas e Roman (2006) relataram um biótipo de azevém resistente que requer dose de *glyphosate* 16,8 vezes maior do que o suscetível para ser controlado. O controle dos biótipos de azevém resistentes ao glyphosate, de forma geral, é obtido com uso dos herbicidas inibidores da ACCase, conhecidos como õfopsö e õdimsö. Na cultura do milho, as triazinas e o nicosulfuron, entre outros, são boas alternativas de controle do azevém.

A utilização do glyphosate para controle de azevém em áreas com culturas anuais e perenes (pomares) é prática que vem sendo utilizada há mais de 20 anos. O número de aplicações em uma safra é variável e depende da cultura (anuais ou perenes), das espécies de plantas daninhas presentes e das condições de clima. Citando como exemplo, segundo Vargas et al. (2011), existem casos, em que são realizadas mais de

cinco aplicações de glyphosate durante o ciclo produtivo da cultura da maçã (setembro a abril).

O controle dos biótipos de azevém resistentes ao glyphosate evidencia-se como um grande problema devido ao reduzido número de produtos registrados para fruticultura com potencial de uso neste caso. Já para as culturas anuais existe um maior número de moléculas de herbicidas registrados e igualmente eficientes sobre o azevém, contudo o custo do tratamento com estes produtos pode ser até quatro vezes superior ao tratamento com glyphosate, o que dificulta a sua adoção para o agricultor (VARGAS et al., 2011).

São muitos os casos de falhas no controle do azevém antes da semeadura do trigo, milho, arroz e da soja. É importante o planejamento do manejo do azevém antes da semeadura (15 a 20 dias antes da semeadura destas culturas) de forma a permitir o seu controle em tempo suficiente para evitar os efeitos negativos da interferência sobre a cultura (VARGAS et al., 2011).

Visando a prevenção e o manejo de biótipos de azevém resistente ao glyphosate, Vargas et al. (2005) enumeram atividades que visam reduzir o risco com a resistência: a) Arrancar e destruir plantas suspeitas de resistência; b) fazer rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação; c) realizar aplicações sequenciais de herbicidas com diferentes mecanismos de ação; d) não usar mais do que duas vezes consecutivas herbicidas com o mesmo mecanismo de ação em uma área; e) fazer rotação de culturas; f) monitorar o início do aparecimento da resistência; g) evitar que plantas resistentes ou suspeitas produzam sementes; e h) usar práticas para esgotar o banco de sementes - estimular a germinação e evitar a produção de sementes das plantas daninhas.

## 5 Capítulo I: CARACTERIZAÇÃO DE POPULAÇÃO DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.) RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE

### 5.1 Resumo

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma espécie anual, de inverno, utilizada principalmente como forrageira e para fornecimento de palhada para o sistema plantio direto, na região sul do Brasil. O primeiro caso de resistência de azevém ao glyphosate foi identificado no Rio Grande do Sul, em 2002. Depois disso, os biótipos resistentes também foram identificados em Santa Catarina e Paraná. Este trabalho teve como objetivo caracterizar uma população de azevém (*L. multiflorum* Lam), avaliando o nível resistência ao herbicida glyphosate em diferentes estádios fenológicos: perfilhamento, emborrachamento e florescimento. O estudo foi conduzido em casa de vegetação climatizada, sendo as populações semeadas em vasos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos e quatro repetições. As doses foram definidas com base na dose registrada de glyphosate para controle de *L. multiflorum* (720 a 1080 g e.a.ha<sup>-1</sup>). Foi definido para a condução deste estudo, a dose de 720 g e.a.ha<sup>-1</sup> como sendo a dose padrão (D). Os tratamentos foram constituídos da aplicação do herbicida glyphosate: 0, 45, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880, 5760, e 11520 g e.a.ha<sup>-1</sup>, em populações de azevém suscetível, e potencialmente resistente, nos três estádios fenológicos. Os parâmetros avaliados para comparação entre os tratamentos foram: eficácia do controle das plantas, no respectivo estágio fenológico, atribuindo-se notas variando de 0 (sem sintomas visíveis) e 100 (morte das plantas), aos 3, 7, 15, 20 e 31 dias após o tratamento (DAT) e determinação da massa seca, da parte aérea das plantas,

aos 31 DAT. Os dados de controle e de biomassa seca ,foram submetidos a análise de variância e pelo teste F. Sendo os efeitos significativos, os dados foram ajustados ao modelo de regressão não linear do tipo log-logístico. Os resultados caracterizaram a população de azevém (P2), como sendo resistente, com FR para controle variando de 4,92 a 8,60 e FR para massa seca de 4,60 a 7,24, conforme o estágio do azevém, no momento da aplicação. Os estádios fenológicos de desenvolvimento das plantas de azevém afetaram o grau de resistência ao glyphosate. Para os estádios mais avançados existe a necessidade de maior dose para controle de 50% do azevém ( $C_{50}$ ), assim como incorrendo no aumento do Fator de resistência (FR).

**CHARACTERIZATION OF POPULATION OF ITALIAN RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam.) GLYPHOSATE RESISTANT. Botucatu, 2015. 17 p.**

**Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.**

**Author: ANGELO STASIEVSKI**

**Adviser: CAIO ANTONIO CARBONARI**

## **5.2 Summary**

Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) is an annual winter specie, mainly used as fodder, providing straw for the tillage system in southern Brazil. The first case of ryegrass resistance to glyphosate was identified in the State of Rio Grande do Sul in 2002. After 2002, the resistant biotypes were also identified in Santa Catarina and Paraná State. The objective of this study was to characterize a population potentially resistant of ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam), assessing the level of resistance to glyphosate at different growth stages: tillering, booting and flowering. The study was carried out in a climate greenhouse, with the populations sown in pots. The experiment was conducted in randomized block design, with ten treatments and four replications. Doses were defined based on the registered amount of glyphosate to control the *L.multiflorum* (720-1080 g a.e.ha<sup>-1</sup>). The standard dose for this study was 720 g a.e.ha<sup>-1</sup> (D). The treatments consisted of glyphosate applications at doses: 0, 45, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880, 5760, and 11520 g a.e.ha<sup>-1</sup>, on populations of susceptible and potentially resistant ryegrass in the 3 phenological stages. The parameters evaluated to compare the treatments were visual assessment of weed control in each developmental stage, assigning scores from 0 (no visible damage) to 100 (plant death) at 3, 7, 15, 20 and 31 days after treatment (DAT), and determination of the shoot dry mass at 31 DAT. The data regarding control percentage and dry weight (dose response curves) were submitted to a statistical variance analysis test and then to test F. The data of significant effects were fitted to the log-logistic model. The results have characterized the population of ryegrass (P2) as resistant, with RF reached from the control level ranging from 4.92 to 8.60 and RF from the dry weight from 4.60 to 7.24, depending on the stage of ryegrass at the time of application. The phenological

development of ryegrass plants affected the degree of resistance to glyphosate, since increased resistance factor (RF) was obtained for more advanced stages, as well as a higher dose was needed to reach 50% of control ( $C_{50}$ ).

---

Keywords: resistant ryegrass, *Lolium multiflorum*, resistance to glyphosate, resistance factor.

### 5.3 Introdução

O azevém (*L. multiflorum*) é uma espécie anual, de clima temperado, utilizada como cobertura de inverno no sistema de plantio direto e, principalmente, como forrageira. É uma espécie de fácil dispersão e caracteriza-se como planta daninha em praticamente todas as lavouras de inverno e em pomares da região sul do Brasil. O trânsito de animais e o comércio de sementes são considerados os principais fatores que favorecem a dispersão do azevém a longas distâncias. A dessecação ou o controle do azevém, em pomares ou no sistema plantio direto, é realizado geralmente com o herbicida glyphosate (GALLI et al., 2005; VARGAS, 2009). O glyphosate é um herbicida não seletivo utilizado para a dessecação de coberturas vegetais.

No Brasil as primeiras suspeitas de biótipo de azevém resistente ao herbicida glyphosate ocorreram em 2002 no Rio Grande do Sul. Nesse ano, após a aplicação de 960 g e.a.ha<sup>-1</sup> de glyphosate, observou-se plantas de azevém com poucos sintomas do herbicida ao lado de plantas mortas (TOCCHETTO, 2004). Em estudo citado por Vargas e Roman (2006) foi necessária uma dose de glyphosate 16,8 vezes maior do que a população suscetível para controlar uma população resistente.

Visando definir qual é o melhor manejo de uma planta supostamente resistente, é de suma importância caracterizar a população da planta daninha com suspeita de resistência, ou seja, confirmar se ela realmente é resistente e qual o nível de resistência apresentado. Estas informações podem auxiliar na seleção de estratégias de manejo e sistemas de produção efetivos e sustentáveis no controle de plantas daninhas.

Uma hipótese é que o controle da planta daninha, em estádios fenológicos mais avançados, pode alterar a suscetibilidade da planta daninha ao glyphosate e representar níveis diferenciados de resistência, o mesmo ocorrendo para populações suscetíveis, sendo assim, o objetivo deste trabalho, foi avaliar o fator de



resistência do azevém ao glyphosate aplicado em diferentes estádios fenológicos (perfilhamento, emborrachamento e florescimento).

#### **5.4 Revisão de literatura**

A relação entre a dose do herbicida e a resposta da planta é de fundamental importância para a compreensão da eficácia do herbicida e seu modo de ação. A função de dose-resposta tem como objetivo quantificar a sensibilidade da planta ao herbicida. Mudanças nessa sensibilidade alteram a função. Plantas resistentes têm menor sensibilidade ao herbicida, portanto, sua função dose-resposta difere da função dose-resposta da planta suscetível da mesma espécie. Essa diferença na função dose-resposta é usada para detectar casos de resistência a herbicidas (HRAC, 1999).

O ensaio clássico para confirmação da resistência de plantas daninhas a herbicidas inicia-se pela coleta de sementes de plantas sobreviventes em campos suspeitos, semeadura em vasos e realização da aplicação do herbicida. Para representar as áreas problemáticas, sementes de várias plantas necessitam ser coletadas (MOSS, 1999), mas o número de plantas usadas para constituir uma amostra varia grandemente. O objetivo é coletar sementes suficientes e de boa qualidade para conduzir vários testes, e prevenir a exposição das sementes a condições desfavoráveis como calor e umidade, o que provocaria a deterioração ou a dormência secundária (BURGOS et al., 2013).

Para testar a resistência de uma espécie de planta daninha pela primeira vez, Burgos et al. (2013) recomenda conduzir um experimento para determinação de uma curva de dose-resposta em relação a um padrão suscetível, que vai permitir a visualização da magnitude da resistência e a dose discriminatória. Em testes subsequentes de outras populações da mesma espécie, uma única dose pode ser utilizada. Muitos pesquisadores utilizam a dose recomendada em ensaios em vasos quando se tem um grande número de amostras resistentes, comparando-as com um padrão suscetível e as respectivas testemunhas não tratadas, porém, em alguns casos, duas a quatro doses têm sido utilizadas em ensaios de confirmação de resistência (MANEECHOTE et al., 2005; KALOUMENOS et al., 2011).

O experimento de dose-resposta geralmente é conduzido para determinar o nível de resistência de determinado biótipo e obter uma rápida visão do

potencial mecanismo de resistência. Nos últimos anos, os pesquisadores têm utilizado uma grande variedade de doses (4 a 15) com cerca de um total de 3 a 200 plantas por dose (HAMOUZOVÁ et al., 2011; CRUZ-HIPOLITO et al., 2011; OWEN et al., 2012; GUI-QI et al., 2011; ZHENG et al., 2011; SALAS et al., 2012; GHEREKHLOO et al., 2011; HAN et al., 2012; CRUZ-HIPOLITO et al., 2012).

As variáveis avaliadas são peso fresco ou seco de tecidos da parte aérea, com ou sem avaliações visuais de injúria. Qualquer uma destas respostas pode ser utilizada para estimar os níveis de resistência ou a quantidade de herbicida que pode causar um certo nível de redução de crescimento ou controle. A resposta da planta é avaliada dentro de uma a quatro semanas após a aplicação do herbicida dependendo do modo de ação. Para herbicidas aplicados em pós emergência, uma semana após o tratamento é apropriada para aqueles com ação de contato, enquanto que herbicidas com ação mais lenta são melhores avaliados de 2 a 4 semanas após a aplicação (BURGOS et al., 2013).

A resistência a herbicidas é confirmada após a comparação das curvas de dose-resposta do herbicida para os biótipos com suspeita de resistência em relação a um biótipo suscetível. A partir do ajuste das curvas de dose-resposta, podem-se calcular a dose do herbicida necessária para proporcionar 50% de controle ( $C_{50}$ ) ou 50% de redução do crescimento da planta daninha ( $GR_{50}$ ) (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008), o que permite quantificar o nível de resistência (SEEFELDT et al., 1995). Assim, no processo de investigação da resistência, é possível determinar os fatores de resistência (FRs) das populações e assim determinar, para cada caso, se há resistência de baixo ou alto nível (GAZZIERO et al., 2008).

## **5.5 Material e métodos**

O estudo foi conduzido no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola da Arysta LifeScience do Brasil (CPDA), localizado no município de Pereiras, SP, em casa de vegetação climatizada, entre julho e dezembro de 2013.

Neste experimento, foi analisado o efeito do herbicida glyphosate, quando aplicado em três diferentes estádios fenológicos do azevém, a saber: pleno perfilhamento, emborrachamento (extrusão da arista) e no florescimento, comparando duas populações de azevém, de distinta sensibilidade ao herbicida glyphosate,

denominadas de: população (P1), cultivar não determinado (*Lolium multiflorum* Lam. cv. Comum), , coletada em área destinada a produção de sementes de azevém, no município de Castro-PR, reconhecidamente como sendo suscetível ao herbicida glyphosate, e uma segunda população (P2) potencialmente resistente, oriunda do município de Piraí do Sul-PR, coletado em área agrícola com histórico de resistência ao herbicida glyphosate.

A população P2 foi a mesma utilizada para conduzir os estudos em condições de campo, objeto do capítulo II, desta dissertação.

### 5.5.1 Semeadura e Tratos culturais

A semeadura do azevém foi realizada em três etapas distintas, possibilitando assim, a aplicação dos tratamentos, nos diferentes estádios fenológicos, de perfilhamento (I), emborrachamento (II) e florescimento (III), na mesma data. As datas de semeaduras e de emergência, do azevém e aplicação dos tratamentos, são melhor ilustradas na Tabela 1. Foram semeadas vinte sementes de cada população, em vasos com capacidade para 5,0 kg de substrato.

Após a emergência, foi realizado um desbaste, mantendo cada vaso com 10 plantas. As plantas foram mantidas sem restrição hídrica mediante irrigação automática por aspersão, mesmo após aplicação dos tratamentos.

**Tabela 1.** Datas de semeadura e emergência do azevém e aplicação dos tratamentos. Pereiras, SP, 2013.

Experimento	Estádio fenológico no momento da aplicação	Data da semeadura	Data da emergência média	Data da aplicação
I	Perfilhamento	18/09/2013	24/09/2013	25/10/2013
II	Emborrachamento	15/08/2013	20/08/2013	25/10/2013
III	Florescimento	19/07/2013	24/07/2013	25/10/2013

### 5.5.2 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos e quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um vaso.

Os tratamentos estão apresentados na Tabela 2. As doses foram definidas com base na dose registrada de glyphosate para controle de *L. multiflorum* (720 a 1080 g e.a.ha<sup>-1</sup>) (MAPA, 2013), sendo definido para a condução deste estudo, a dose de 720 g e.a.ha<sup>-1</sup> como sendo a dose padrão (D). O produto comercial utilizado para a pulverização, foi o Roundup Original<sup>®</sup> (360 g e.a.L<sup>-1</sup>).

**Tabela 2.** Doses de glyphosate em gramas do equivalente ácido (g e.a.ha<sup>-1</sup>) e litros do produto formulado por hectare (L p.f.ha<sup>-1</sup>) utilizadas no experimento. Pereiras, SP, 2013.

Tratamentos	Dose de glyphosate		% e proporção em relação a dose recomendada (D)	
	(L pf.ha <sup>-1</sup> )	(g e.a.ha <sup>-1</sup> )		
1	0	0	0	0 D
2	0,125	45	6,25	1/16 D
3	0,25	90	12,5	1/8 D
4	0,50	180	25	1/4 D
5	1,0	360	50	1/2 D
<b>6*</b>	<b>2,0</b>	<b>720</b>	<b>100</b>	<b>D</b>
7	4,0	1440	200	2 D
8	8,0	2880	400	4 D
9	16,0	5760	800	8 D
10	32,0	11520	1600	16 D

(\*) Dose recomendada para controle de *L. multiflorum*, dose de 100%.

### 5.5.3 Aplicação dos tratamentos

Os tratamentos, foram aplicados no dia 25 de outubro de 2013, por meio de pulverizador costal, à pressão constante pelo CO<sub>2</sub> comprimido, equipado com uma ponta de jato plano, do tipo XR11002 VS. A calda foi ajustada para resultar em uma taxa de aplicação final, igual a 150 L.ha<sup>-1</sup>.

Os dados climáticos, e estádios fenológicos, durante a aplicação dos experimentos encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Estádio fenológico do azevém e condições climáticas, no momento da aplicação dos tratamentos. Pereiras, SP, 2013.

Estádio fenológico *	Condições climáticas	
	Temperatura (° C)	Umidade Relativa do ar (URA - %)
Perfilhamento/ Quatro afilhos	24	
Emborrachamento/ Extrusão da arista	50	22,0 (±1,0)
Florescimento/antese	61	67,0 (±3,0)

\* Foi utilizado escala BBCH, (HESS et al., 1997)

#### 5.5.4 Características avaliadas

Os parâmetros avaliados para comparação entre os tratamentos foram: eficácia de controle das plantas, no respectivo estágio fenológico, atribuindo-se notas variando de 0 (sem danos visíveis) a 100 (morte das plantas) conforme Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (1995), aos 3, 7, 15, 20 e 31 dias após o tratamento (DAT) e determinação da massa seca, da parte aérea das plantas, aos 31 DAT, quando foi realizado o corte das plantas na altura do colo da planta, rente ao solo, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa, com circulação forçada de ar, mantida à temperatura de 60° C (± 5° C), por 72 horas. Cada repetição foi pesada em balança de precisão, e os resultados foram expressos em mg.planta<sup>-1</sup>.

#### 5.5.5 Análise dos resultados

Os dados de eficácia de controle e de biomassa seca, foram submetidos a análise de variância e aplicação do teste F. Sendo os efeitos significativos, os dados foram ajustados ao modelo de regressão não linear do tipo log-logístico proposto por Streibig (1988), para a determinação da curva de dose-resposta:

$$1 = \frac{1}{1 + 1^{\frac{1}{1-1}}}$$

Onde:  $y$  = porcentagem de controle ou massa seca;  $x$  = dose do herbicida ( $\text{ge.a.ha}^{-1}$ );  $a$ ,  $b$  e  $c$  são parâmetros da equação, sendo que  $a$  = assíntota entre o ponto máximo e mínimo da variável,  $b$  = dose que proporciona 50% da assíntota (corresponde ao  $C_{50}$  ou  $GR_{50}$ ) e  $c$  = declividade da curva. O  $C_{50}$  (controle de 50%) é a dose do herbicida, em gramas de equivalente ácido por hectare que proporciona 50% de controle ou de redução de crescimento da planta analisada. As análises de regressão foram realizadas com auxílio do software estatístico Sigmaplot 13.0.

## 5.6 Resultados e Discussão

Conforme citação de Burgos et al. (2013), herbicidas com ação mais lenta são melhores avaliados de 2 a 4 semanas após a aplicação, sendo assim para efeito de discussão dos resultados, a avaliação de controle aos 31 DAT (dias após tratamento) foi considerada a mais adequada, pois, nesta data, foi visualizado as maiores notas de controle para o azevém suscetível, independente da dose utilizada e do estágio fenológico em que as populações se encontravam.

Os resultados de porcentagem de controle (Figuras 1, 3, e 5), assim como a porcentagem de massa seca da parte aérea das plantas de *L. multiflorum*, das populações suscetível (P1) e potencialmente resistente (P2) tratadas em relação à testemunha (Figuras 2, 4 e 6), foram submetidos à análise de regressão não linear e os parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$  estão apresentados na Tabela 4.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) demonstraram bom ajuste dos dados, ao modelo proposto por Streibig, 1988, tanto para a variável avaliada controle, como para massa seca.

Pela Figura 1, pode-se verificar a diferença de dose necessária para realizar o controle do azevém nas duas populações, a suscetível e a potencialmente resistente. Para que ocorresse controle de 100 % da população P2, quando aplicado no estágio de perfilhamento, foi necessário a dose de  $5.760 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ , enquanto que nas mesmas condições a população suscetível (P1) precisou apenas de  $720 \text{ g e.a.ha}^{-1}$  (dose de registro) para obter o mesmo resultado. Estas diferenças evidenciam a maior suscetibilidade da população P1 na dose recomendada do herbicida para o controle do azevém, que é de  $720$  a  $1080 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ , segundo Rodrigues e Almeida (2005).

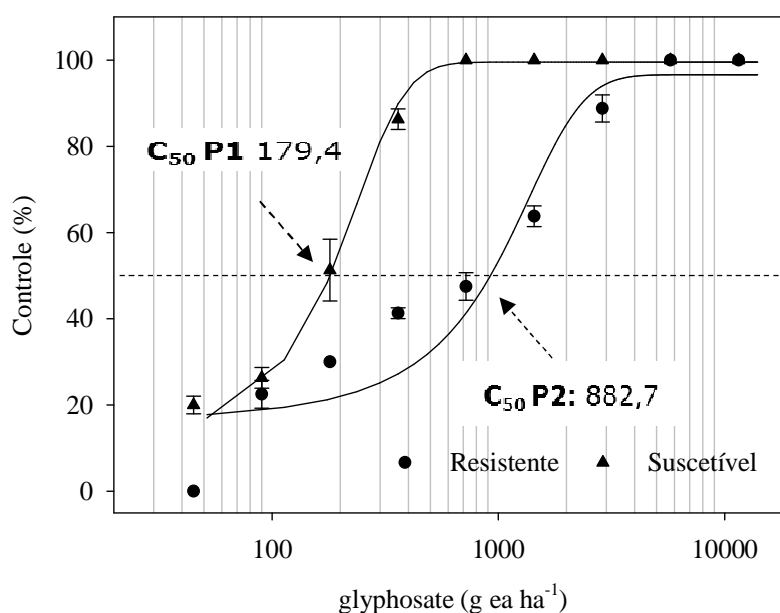
**Tabela 4.** Estimativas dos parâmetros do modelo log-logístico, e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para populações de *L. multiflorum*, suscetível e resistente, em resposta à aplicação do herbicida glyphosate, em relação as variáveis porcentagem de controle e massa seca aos 31 DAT. Pereiras, SP, 2013.

Variável	Parâmetro	Estádio fenológico no momento da aplicação					
		Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
		P2*	P1*	P2	P1	P2	P1
Controle (%)	A	96,61	99,53	96,87	99,13	99,01	97,76
	b ( $C_{50}$ )	882,67	179,40	1375,63	170,68	1401,89	162,95
	C	558,14	80,97	839,15	97,86	984,37	67,16
	$r^2$	0,9224	0,9909	0,9195	0,9743	0,9145	0,9872
Massa seca (%)	A	99,45	99,09	102,78	104,27	100,98	101,98
	b ( $GR_{50}$ )	686,36	125,91	958,08	132,36	7888,10	1715,28
	C	0,99	1,01	0,74	0,75	0,38	0,29
	$r^2$	0,9873	0,9524	0,9609	0,8914	0,9339	0,8697

Equação do modelo:  $y=a/[1+(x/b)^c]$

\*P2= População potencialmente resistente P1= população suscetível.

$C_{50}$ : dose necessária para obter controle de 50%;  $GR_{50}$  dose necessária para reduzir a massa da parte aérea da planta em 50% em relação às plantas não tratadas.



**Figura 1.** Curva de dose-resposta para a variável controle (%) de duas populações de *L. multiflorum*, suscetível (P1) e resistente (P2), ao herbicida glyphosate, no estágio de perfilhamento, aos 31 DAT (dias após tratamento). Pereiras, SP, 2013.

O mesmo raciocínio pode ser verificado na curva de dose-resposta para a variável massa seca, expresso na Figura 2. Quando se compara, nas mesmas doses do herbicida, a massa seca resultante foi maior na população resistente, representado por curvas equidistantes.

Ainda na Tabela 4, pode-se verificar que para obter controle de 50% ( $C_{50}$ ) da população resistente, no estágio de perfilhamento, foi necessário a dose de 882,67 g e.a.ha<sup>-1</sup> enquanto que para a população suscetível foi necessária uma dose inferior (179,40 g e.a.ha<sup>-1</sup>) para obter o mesmo nível de controle, o que resultou em um fator de resistência (FR) para controle, de 4,92 (Tabela 5).

Considerando a variável avaliada, massa seca, é possível evidenciar a diferença entre as duas populações, enquanto que a dose necessária para reduzir a massa da parte aérea da planta em 50% ( $GR_{50}$ ), para a população resistente (P2) foi de 686,36 g e.a.ha<sup>-1</sup>, para a população suscetível (P1) foi necessário 125,91 g e.a.ha<sup>-1</sup>, o que resultou em um fator de resistência de 5,45 para a variável massa seca.

Com estas informações verifica-se que a população P2 apresenta resistência ao herbicida glyphosate.

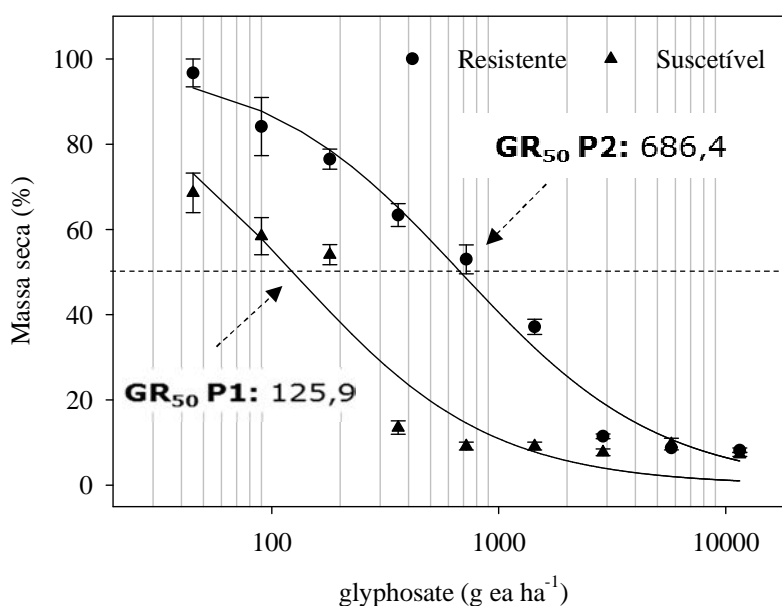
Ao analisar a Figura 3, verifica-se que existe maior dificuldade de controle do azevém quando os tratamentos foram realizados no estágio fenológico de emborrachamento, isto para a população potencialmente resistente (P2), onde mesmo, na dose de 16 vezes maior que a dose recomendada, foi visualizada rebrota do azevém, não obtendo 100% de controle, porém o mesmo efeito não foi visualizado para a população suscetível.

Na Tabela 4, é possível concluir que, para realizar o controle de 50% da população resistente ( $C_{50}$ ), foi necessário de uma dose de 1375,63 g e.a.ha<sup>-1</sup> de glyphosate, enquanto que para obter o mesmo resultado, com a população suscetível (P1), foi necessário usar uma dose inferior, de 170,68 g e.a.ha<sup>-1</sup>.

Quanto a variável avaliada, massa seca da parte aérea, foi necessário utilizar a dose de 958,08 g e.a.ha<sup>-1</sup>, na população P2, para reduzir em 50% a massa enquanto que a dose de 132,36 g e.a.ha<sup>-1</sup> para reduzir em 50% a massa seca da população suscetível (P1). Considerando a aplicação do glyphosate no estágio fenológico de emborrachamento, obteve-se  $FR_{50} = 8,06$  para controle, e  $FR_{50}$  de 7,24, para massa seca, o que pode-se considerar, também, como sendo a população P2, resistente ao herbicida glyphosate.



A maior dificuldade de controle, no estágio de florescimento, fica evidente pela análise das Curvas de dose resposta, apresentadas na Figura 5, onde mesmo para a população suscetível, foi requerido uma dose de 1440 g e.a.ha<sup>-1</sup>, superior a faixa de dose registrada (720- 1080 g e.a.ha<sup>-1</sup>), para obter controle de 100%.



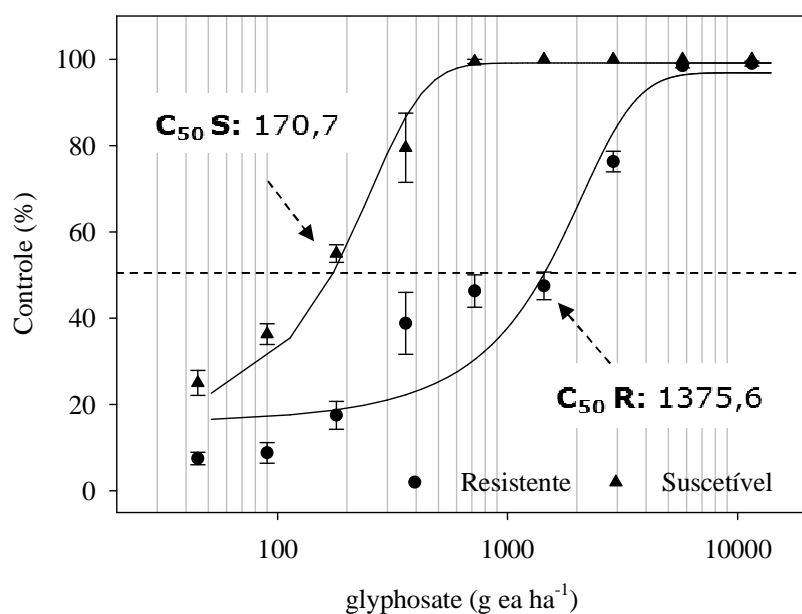
**Figura 2.** Curva de dose-resposta para a variável massa seca (%) de duas populações de *L. multiflorum*, resistente (P2) e suscetível (P1), ao herbicida glyphosate, no estágio de perfilhamento, aos 31 DAT (dias após tratamento). Pereiras, SP, 2013.

**Tabela 5.** Fator de Resistencia (FR) de *L. multiflorum* em resposta a aplicação de doses de glyphosate em três diferentes estádios fenológicos. Pereiras, SP, 2013

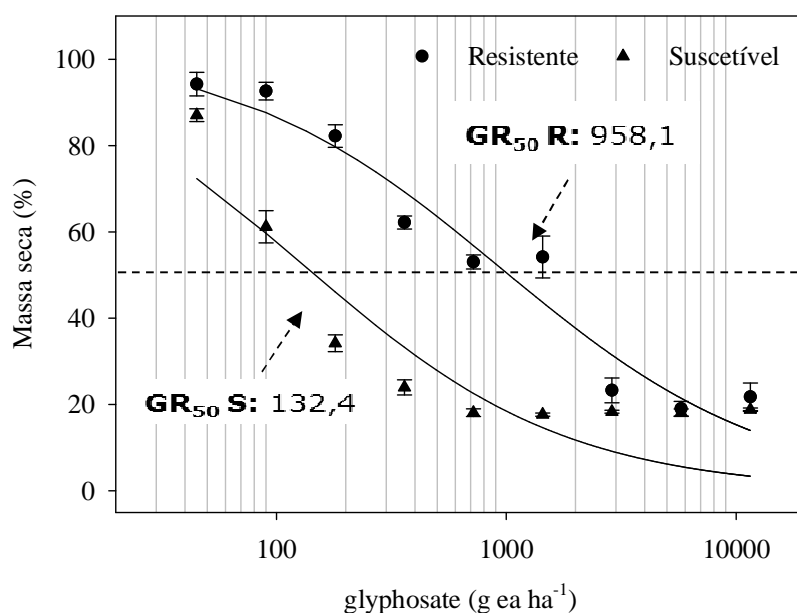
Variável	Fator de Resistência (FR)		
	Perfilhamento	Emborrachamento	Florescimento
Controle (%) *	4,92*	8,06*	8,60*
Massa seca (%) **	5,45**	7,24**	4,60**

(\*) FR = C<sub>50</sub> da população resistente (P2) / População suscetível (P1)

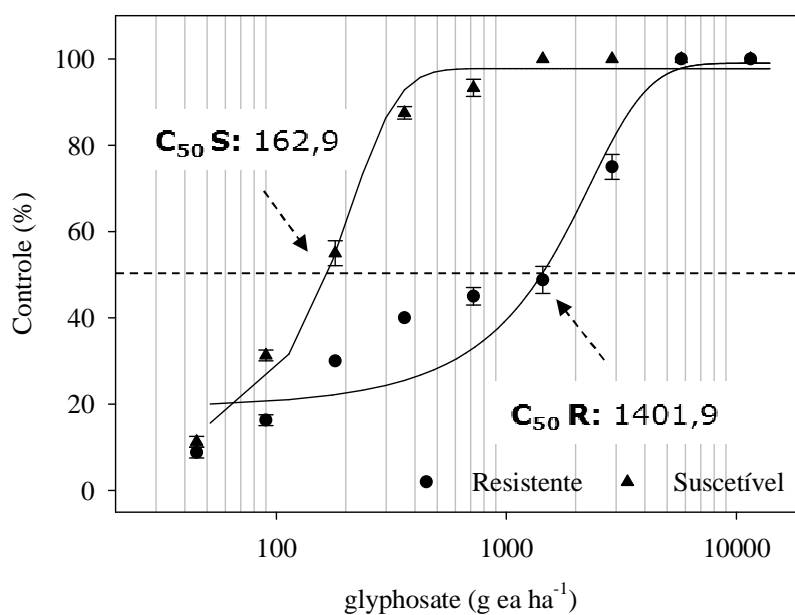
(\*\*) FR = GR<sub>50</sub> da população resistente (P2) / População suscetível (P1)



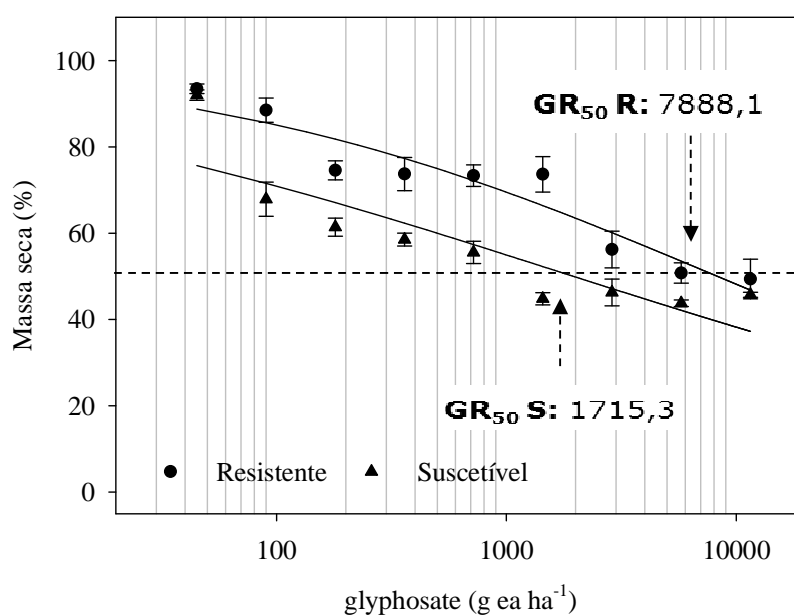
**Figura 3.** Curva de dose-resposta para a variável controle (%) de duas populações de *L. multiflorum*, resistente (R) e suscetível (S), ao herbicida glyphosate, no estágio de emborrachamento, aos 31 DAT (Dias Após Tratamento). Pereiras, SP, 2013.



**Figura 4.** Curva de dose-resposta para a variável massa seca (%) de duas populações de *L. multiflorum*, resistente (R) e suscetível (S), ao herbicida glyphosate, no estágio de emborrachamento, aos 31 DAT (Dias Após Tratamento). Pereiras, SP, 2013.



**Figura 5.** Curva de dose-resposta para a variável controle (%) de duas populações de *L. multiflorum*, resistente (R) e suscetível (S), ao herbicida glyphosate, no estágio de florescimento, aos 31 DAT (Dias Após Tratamento). Pereiras, SP, 2013.



**Figura 6.** Curva de dose-resposta para a variável massa seca (%) de duas populações de *L. multiflorum*, resistente (R) e suscetível (S), ao herbicida glyphosate, no estágio de florescimento, aos 31 DAT (Dias Após Tratamento). Pereiras, SP, 2013.

Ao analisarmos os resultados do efeito das doses de glyphosate no estágio de florescimento do azevém, (Tabela 4), pode-se verificar uma dificuldade ainda

maior para efetuar o controle de 50% ( $C_{50}$ ) das populações resistente e suscetível, requerendo uma dose ainda maior, do que a requerida para alcançar o mesmo controle ( $C_{50}$ ) no estágio de emborrachamento e perfilhamento. Para a variável controle o  $C_{50}$  para a população resistente (P2) foi de 1401,89 g e.a.ha<sup>-1</sup> e para a população suscetível (P1) foi de 162,95 g e.a.ha<sup>-1</sup>. O fator de resistência para controle foi de 8,60, maior que o FR observado quando o herbicida foi aplicado no estágio de perfilhamento (FR=4,92) e de emborrachamento (FR=8,06), Tabela 6.

Considerando que o fator de resistência (FR) para controle foi maior no estágio de florescimento, em que mesmo para a população suscetível existiu uma maior dificuldade de controle, poder-se-ia esperar o mesmo resultado para redução de massa seca ( $GR_{50}$ ), porém os resultados não confirmaram esta hipótese, pois o FR para a variável massa seca, quando o herbicida foi aplicado no estágio de florescimento, foi inferior aos demais estádios. Este trabalho não fornece maiores subsídios para explicar o ocorrido, porém algumas possibilidades podem ser discutidas.

Trabalho realizado por Galvan, (2011), com diferentes populações de azevém, demonstra que as folhas verdes principais responsáveis pelo processo fotossintético da planta, apresentaram aumento lento na fase inicial de desenvolvimento do azevém, e incremento intenso no período de emborrachamento, e, decréscimo acentuado, por ocasião do processo de maturação da planta. Utilizando-se da literatura, pode-se assumir que no momento da aplicação no florescimento as plantas estavam no máximo do seu desenvolvimento vegetativo, e após esta fase, mesmo a testemunha, não obteve grande desenvolvimento durante os 31 dias após tratamento que antecederam a coleta da parte aérea das plantas, o que não proporcionou maior diferença quando comparado à testemunha com os tratamentos de glyphosate, fato que não ocorreu nos demais estádios de desenvolvimento (perfilhamento e emborrachamento) pois nestas fases, devido ao crescimento intenso da testemunha, a diferença entre tratamentos e testemunha foi proporcionalmente maior.

Ao comparar as duas populações de *L. multiflorum* resistente e suscetível ao herbicida glyphosate quanto às variáveis dose do herbicida e estágio fenológico, Ribeiro (2008), concluiu que quanto mais avançado o estágio fenológico do azevém, resistente ou suscetível, maior a dose de glyphosate necessária para atingir níveis de eficácia considerados satisfatórios (>80%).

Christoffoleti et al. (2005) avaliaram a resistência ao glyphosate em relação ao estágio de desenvolvimento do *L. multiflorum*, e concluíram que: quanto mais avançado o estágio fenológico da planta daninha no momento da aplicação, maiores dificuldades de controle pelas doses menores de glyphosate e que devido ao incremento da dose do glyphosate, observou-se resposta significativa no controle para todos os estágios fenológicos da planta daninha, resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa.

## 5.7 Conclusões

Nas condições em que foi desenvolvida esta pesquisa, foi possível concluir que:

- A população P2 apresentou resistência ao herbicida glyphosate e a população P1 demonstrou ser suscetível;
- Os estágios fenológicos de desenvolvimento das plantas de azevém afetaram o grau de resistência ao glyphosate, e para os estágios mais avançados existe a necessidade de maior dose para controle de 50% do azevém ( $C_{50}$ ), assim como incorrendo no aumento do Fator de resistência (FR).

## 5.8 Referências Bibliográficas

BURGOS, N.R. et al. Confirmation of resistance to herbicides and evaluation of resistance levels. **Weed Science**, v. 61, n. 1, p. 4620, 2013.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos da resistência de plantas daninhas a herbicidas**. HRAC-BR, Piracicaba, 2008. 120p.

CRUZ-HIPOLITO, H. et al. Resistance mechanism to acetyl coenzyme A carboxylase inhibiting herbicides in *Phalaris paradoxa* collected in Mexican wheat fields. **Plant Soil**, v. 355, n. 1-2, p. 1216130, 2012.

CRUZ-HIPOLITO, H. et al. Mechanism of resistance to ACCase-inhibiting herbicides in wild oat (*Avena fatua*) from Latin America. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 13, p. 726167267, 2011.

GALLI, A.J.B., et al. Ocorrência de *Lolium multiflorum* Lam resistente a glyphosate no brasil. In: **Seminário - Taller Iberoamericano resistencia a herbicidas y cultivos transgênicos**, 2005. Colonia del Sacramento. *Anais...* Colonia del Sacramento: INIA, 2005. p. 61-71. Disponível em: [www.inia.org.uy/estaciones/la\\_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/galliantonio.pdf](http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/galliantonio.pdf)>.

GALVAN, J.; RIZZARDI, M.A.; SCHEFFER-BASSO, S. Aspectos morfofisiológicos de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) sensíveis e resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, p. 1107-1112, 2011. Número Especial.

GAZZIERO, D. L. P. et al. **Crítérios para relatos oficiais estatísticos de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas**. In: GAZZIERO, D. L. P.; GALLI, A. J. B.; KARAM, D. (Eds.). Sete Lagoas: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas; Campinas: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas no Brasil, 2008. 22 p.

GHEREKHLOO, J. et al. Confirmed resistance to aryloxyphenoxypropionate herbicides in *Phalaris minor* populations in Iran. **Weed Biology and Management**, v. 11, n. 1, p. 296-37, 2011.

GUI-QI, W. et al. Tribenuron-methyl-resistant shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* L. Medik) in Hebei province of China. **Agricultural Sciences in China**, v. 10, n. 8, p. 124161245, 2011.

HAMOUZOVÁ, K. et al. Cross-resistance to three frequently used sulfonylurea herbicides in populations of *Apera spica-venti* from the Czech Republic. **Weed Research**, v. 51, n. 2, p. 1136122. 2011.

HAN, H. et al. A novel amino acid substitution Ala-122-Tyr in ALS confers high-level and broad resistance across ALS-inhibiting herbicides. **Pest Management Science**, v. 68, n. 8, p. 116461170, 2012.

HRAC- Herbicide Resistance Action Committee. Detecting herbicide resistance: **Guidelines for conducting diagnostic tests and interpreting results**. 1999. <http://www.hracglobal.com/pages/detectingherbicideresistance.aspx>. Acesso em: 10 mai. 2015.

HESS, M. et al. Use of the extend BBCH scale ó general for the descriptions of the growth stages of mono and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford, v. 37, n.6, p. 433-441, 1997.

KALOUMENOS, N. S. et al. Corn poppy (*Papaver rhoeas*) cross-resistance to ALS-inhibiting herbicides. **Pest Management Science**, v. 67, n. 5, p. 5746585, 2011.

MANEECHOTE, C. et al. Resistance to ACCase-inhibiting herbicides in sprangletop (*Leptochloa chinensis*). **Weed Science**, v. 53, n. 3, p. 2906295, 2005.

MAPA ó Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. **AGROFIT - Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2003. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 05/05/2013.

MOSS, S. **Detecting herbicide resistance**. 1999. 12p. Disponível em: <http://www.plantprotection.org/hrac/detecting.html>. Acesso em: 12/06/2015.

OWEN, M. J.; GOGGIN, D. E.; POWLES, S. B. Non-target-site-based resistance to ALS-inhibiting herbicides in six *Bromus rigidus* populations from Western Australian cropping fields. **Pest Management Science**, v. 68, n. 7, p. 107761082, 2012.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, B. N. **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 648 p.

SALAS, R. A. et al. EPSPS gene amplification in glyphosate-resistant Italian ryegrass (*Lolium perenne* ssp. multiflorum) from Arkansas. **Pest Management Science**, v. 68, n. 19, p. 122361230, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.

STREIBIG, J. C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, v. 28, n. 6, p. 479-484, 1988.

SEEFELDT, S. S.; JENSEN, J. E.; FUERST, E. P. Log logistic analysis of herbicide dose-response relationships. **Weed Technology**, v. 9, n. 2, p. 218-227, 1995.

TOCCHETTO, S. et al. Resistência da planta daninha azevém (*Lolium multiflorum* Lam) ao herbicida glyphosate na região sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24. São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. CD-ROM. (Arquivo 496).

VARGAS, L. **Azevém resistente ao glyphosate**: características e manejo. Agapomi, Vacaria, 177 ed. 2009. Disponível em: <[www.agapomi.com.br/jornal.php?noticia=90](http://www.agapomi.com.br/jornal.php?noticia=90)>. Acesso em: 12/06/2015

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Características e manejo de azevém resistente ao glyphosate**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 9 p. (Documentos Online, 59). Disponível em:<[www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do59.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do59.htm)>. Acesso em: 12/06/2015

ZHENG, D. et al. Cross-resistance of horseweed (*Conyza canadensis*) populations with three different ALS mutations. **Pest Management Science**, v. 67, n. 12, p. 148661492, 2011.

## **Capítulo II: MANEJO DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam) RESISTENTE AO HERBICIDA GLYPHOSATE, COM DIFERENTES HERBICIDAS, E COMPLEMENTAÇÃO COM PARAQUAT, EM TRÊS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

### **6.1 Resumo**

O azevém (*Lolium multiflorum*) é uma espécie anual muito comum no sul do Brasil, utilizada como forrageira, para produção de feno pré secado e cobertura morta no sistema de plantio na palha, em períodos mais frios do ano, porém é uma importante espécie daninha nas lavouras de trigo, milho, soja e em pomares. No geral, o controle do azevém antes da semeadura dessas culturas é realizado com o glyphosate. O uso intensivo de glyphosate na agricultura selecionou biótipos de azevém (*L. multiflorum*) resistente a este herbicida, inibidor de EPSPs. A rotação de mecanismos de ação tem se mostrado uma alternativa eficaz, entretanto os diferentes estádios fenológicos da planta podem influenciar na dinâmica planta-herbicida e podem comprometer o sucesso do controle químico. O objetivo do trabalho foi avaliar alternativas para o manejo de azevém resistente ao herbicida glyphosate, com herbicidas inibidores da ACCase, e complementação com paraquat, em três estádios fenológicos. O estudo foi constituído por três experimentos, conduzido a campo, em blocos casualizado, com esquema fatorial de composição dos tratamentos,  $8 \times 3 \times 2 + 1$ , (8 herbicidas, 3 doses, com e sem aplicação sequencial de paraquat), mais testemunha, totalizando 49 tratamentos, com 4 repetições. Os herbicidas: glyphosate, clethodim, haloxyfop-p-methyl, fluazifop, tepraloxymid, amônio-gluphosinate, e paraquat, foram aplicados em três doses em população de azevém



resistente ao glyphosate, nos estádios de perfilhamento, emborrachamento e florescimento. O parâmetro utilizado para comparação entre os tratamentos foi a avaliação visual do controle das plantas, no respectivo estágio fenológico. O herbicida glyphosate obteve controle insatisfatório, da população resistente, em todos os estádios. O estágio fenológico do azevém (perfilhamento, emborrachamento, florescimento) teve influência direta no manejo da planta daninha, pois quanto mais avançado o estágio da planta na aplicação, maiores dificuldades de controle com os herbicidas utilizados. Os herbicidas inibidores de ACCase, clethodim, haloxyfop-p-methyl, e quizalofop-p-ethyl, apresentaram-se como potenciais alternativas de controle ao azevém resistente ao herbicida glyphosate, sendo necessário ajustar a dose conforme o estágio do azevém no momento da aplicação. O herbicida tepraloxdim obteve bom controle do azevém quando aplicado na dose de 125 gi.a.ha<sup>-1</sup>, nos estádios de perfilhamento e emborrachamento, porém, não obteve controle satisfatório, quando aplicado no estágio de florescimento. Os herbicidas fluazifop e amônio-gluphosinate, nas doses estudadas, apresentaram baixo controle de azevém resistente. A aplicação complementar com paraquat, independente da dose, do herbicida e do estágio fenológico do azevém se mostrou ser uma prática tecnicamente viável.

---

**Palavras-chave:** azevém resistente, estágio fenológico, resistência, inibidores EPSPs, inibidores da ACCase, amônio-gluphosinate, paraquat.

**RYEGRASS MANAGEMENT (*Lolium multiflorum* Lam), RESISTANT HERBICIDE GLYPHOSATE, WITH DIFFERENT HERBICIDES, AND COMPLETION WITH PARAQUAT IN THREE STAGES PHENOLOGICAL Botucatu, 2015. 34 p.**

**Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências**

**Author: ANGELO STASIEVSKI**

**Adviser: CAIO ANTONIO CARBONARI**

## **6.2 Summary**

Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) is a very common annual specie in southern Brazil, used for foraging, for the production of pre-dried hay and mulch in tillage system at colder times of the year, but it is also an important weed in wheat, corn, soybean and orchards. In general, control of ryegrass before sowing of these crops is made with glyphosate. The intensive use of glyphosate in agriculture has selected biotypes of ryegrass resistant to such EPSPs inhibitor herbicide. The rotation of mechanisms of action has proven an effective alternative, but different growth stages of the plant can influence the dynamic plant-herbicide and can compromise the success of chemical control. The overall objective was to evaluate alternatives for management of the glyphosate-resistant ryegrass, by using ACCase inhibiting herbicides and complementation with paraquat, in three different growth stages. The study consisted of three experiments, in field conditions, with randomized blocks with factorial composition of the treatments,  $8 \times 3 \times 2 + 1$  (8 herbicides; 3 doses of each herbicide; with and without sequential application of paraquat, and a control without application, making a total of forty-nine treatments, with four replications. The herbicides glyphosate, clethodim, haloxyfop-P-methyl, fluazifop, tepraloxydim, ammonium-gluphosinate and paraquat were applied in three doses on the glyphosate resistant ryegrass population in the stages of tillering, booting and flowering. The parameter used for comparison between treatments was the visual evaluation of the control plants, in its developmental stage. Glyphosate didn't delivered, at any stage, satisfactory control of the resistant population. The phenological stage of ryegrass (tillering, booting, and flowering) presented a direct influence in the management of weed, for the more advanced the stage of the application, major difficulties to control the weed.

The ACCase inhibitor herbicides: clethodim, haloxyfop-p-methyl and quizalofop-p-ethyl, presented themselves as potential alternatives to control glyphosate resistant ryegrass, being necessary to adjust the dose according to the stage at the time of application. The herbicide tepraloxym dim provided a good control of ryegrass when applied at a dose of 125 g a.i.ha<sup>-1</sup> at the stage of tillering and booting. However, in the flowering stage, no satisfactory control was achieved. Fluazifop and amonium-gluphosinate, at the doses studied, showed poor control of resistant ryegrass. The complementary application with Paraquat, regardless of the dose of the herbicide and the phenological stage of ryegrass, turned out to be a technically feasible practice.

---

Keywords: resistant ryegrass, phenological stage, resistance to EPSPs, ACCase inhibitors amonium-gluphosinate, paraquat.

### 6.3 Introdução

O azevém (*L. multiflorum*) é uma espécie anual muito comum no sul do Brasil e mesmo sendo uma excelente forrageira na estação fria é uma importante espécie daninha nas lavouras de trigo e milho, e em pomares com plantas perenes. No geral, o controle do azevém antes da semeadura dessas culturas é realizado com o glyphosate.

A alta eficiência no controle de plantas daninhas, facilidade de manuseio e baixo custo tornaram o glyphosate o principal herbicida para uso em vários ambientes agrícolas e não agrícolas ao redor do mundo ao longo de mais de 30 anos (Galli, 2009).

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 número de espécies resistentes ao glyphosate identificadas está aumentando, sendo que, atualmente, são reconhecidas trinta e duas espécies resistentes em 20 diferentes regiões no mundo (HEAP, 2015).

O primeiro caso de *L. multiflorum* resistente ao glyphosate foi relatado por Perez e Kogan (2003). O biótipo resistente foi identificado em pomares no Chile, que vinham recebendo, em média, três a quatro aplicações de glyphosate por ciclo durante, os últimos oito a 10 anos (PEREZ e KOGAN, 2003). Após 15 anos de uso bem sucedido de glyphosate na Austrália foram identificados biótipos de *Lolium rigidum* resistentes a este herbicida (POWLES et al., 1998). Os biótipos resistem a doses sete a 11 vezes maiores de glyphosate do que os biótipos considerados sensíveis e apresentam-se suscetíveis a herbicidas com outros mecanismos de ação como paraquat, sethoxydim, simazine e fluazifop-p-butyl (POWLES et al., 1998).

O primeiro caso de resistência de biótipos de azevém ao glyphosate no Brasil foi constatado em 2002 (ROMAN et al., 2004). No Rio Grande do Sul, existem relatos de biótipos de azevém resistentes ao glyphosate em Vacaria, Lagoa Vermelha, Tapejara, Bento Gonçalves, Ciríaco, Carazinho e Tupanciretã (VARGAS et al., 2007). Em Guarapuava, PR, o biótipo resistente está presente em 30% da área cultivada com culturas anuais (SPADER et al., 2008). A alternativa para controle de biótipos de azevém resistentes ao herbicida glyphosate, um inibidor da enzima EPSPS, é o uso de herbicidas com mecanismos de ação diferente e eficientes sobre esta planta daninha como os que pertencem aos mecanismos de ação inibidores das enzimas ACCase, glutamina sintetase (GS) e inibidores do fotossistema 2 (FS2) (ROMAN et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência dos herbicidas clethodim, haloxifop-p-methyl, tepraloxymid, fluazifop-p-butyl e quizalofop-p-ethyl (inibidores da ACCase), glufosinato (inibidor da GS) e paraquat (inibidor do FS2), quando aplicados em três diferentes estádios fenológicos do azevém, perfilhamento, emborrachamento e florescimento, assim como o efeito de aplicação complementar ou sequencial com paraquat, como alternativas ao controle de azevém resistente ao glyphosate.

#### **6.4 Revisão de literatura**

O azevém (*L. multiflorum*.) é uma gramínea anual, 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 no final da primavera (PUPO, 1979). Piana et al. (1986) afirma que, após a maturação fisiológica ocorre a abscisão das sementes, 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 e LÓPEZ-OVEJERO, 2008). 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 e LÓPEZ-OVEJERO, 2008) e na produção de feno pré-secado.

O azevém é 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 glyphosate o herbicida mais utilizado para esse fim (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

O glyphosate é um herbicida pós-emergente, sistêmico, não seletivo e de amplo espectro para o controle de plantas anuais e perenes (PEREZ-JONES, 2007), pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, sendo atualmente considerado o herbicida mais importante e mais amplamente usado no mundo (POWLES e PRESTON, 2006). Nos últimos anos tem sido utilizado também como herbicida seletivo em culturas transgênicas com gene de resistência ao glyphosate, tais como, soja (*Glycine max*), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), canola (*Brassica napus* L.) e milho (*Zea mays* L.)

(WOODBURN, 2000). Caracteriza-se por bloquear a rota do ácido chiquímico, inibindo a formação de tirosina, fenilalanina e triptofano, os quais são precursores de lignina, fitoalexinas e outros compostos secundários envolvidos na defesa vegetal. O sítio de ação do glyphosate é a inibição da enzima EPSPS (5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase, E.C. 2.5.1. 19) que catalisa a reação na qual o chiquimato-3-fosfato (S3P) reage com fosfoenolpiruvato (PEP), formando 5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato (EPSP) e fósforo inorgânico (Pi) (FRANZ et al., 1997). A quantidade de ácido chiquímico acumulado pela desregulação da rota representa um forte dreno de carbono no ciclo de Calvin, pelo desvio de eritrose-4-fosfato que seria empregado na regeneração de ribulose bifosfato. Esse é um importante efeito da inibição causada pelo glyphosate, que reduz drasticamente a produção fotossintética (GEIGER et al., 1986; GEIGER et al., 1987; SERVIATES et al., 1987; SHIEH et al., 1991). Dessa forma, ocorre a redução da biossíntese dos aminoácidos aromáticos, proteínas e compostos secundários (BENTLEY, 1990; FRANZ et al., 1997) e causa o acúmulo de ácido chiquímico (REDDY et al., 2010; ORCARAY et al., 2010; MATALLO et al., 2009; BUEHRING et al., 2007; NANDULA et al., 2007; PETERSEN et al., 2007; MARÍA et al., 2006; FENG et al., 2004;), ácido quínico (ORCARAY et al., 2010, GOMES, 2011), ácido desidrochiquimico (GOMES, 2011) e alguns ácidos hidroxibenzóicos em folhas e outros órgãos, tais como ácidos protocatecuico e gálico (LYDON e DUKE, 1988; BECERRIL et al., 1989; HERNANDEZ et al., 1999).

É ativo contra a maioria das plantas daninhas, inclusive plantas perenes de difícil controle, considerado ambientalmente seguro, barato, eficiente e de fácil uso (POWLES, 2008). Anteriormente ao desenvolvimento da resistência, por seleção natural ou transgenia, praticamente todas as espécies de plantas podem ser consideradas sensíveis ao glyphosate, em maior ou menor grau (VELINI et al., 2012a).

Esta combinação de características fez do glyphosate o mais importante herbicida desde o 2,4-D, representando 60% do mercado mundial de herbicidas não-seletivos (AMARANTE JÚNIOR, 2002).

O primeiro caso de resistência de plantas daninhas ao glyphosate foi registrado em 1996 na Austrália para a espécie *Lolium rigidum* (POWLES et al., 1998).

Atualmente, existem 32 espécies de plantas daninhas resistentes ao glyphosate (HEAP, 2015). De acordo com a base de dados de registro de plantas daninhas resistentes a herbicidas no mundo (HEAP, 2015). O primeiro biótipo com resistência a

glyphosate no Brasil foi detectado na espécie *Lolium multiflorum*, no ano de 2002 (ROMAN, 2004), em seguida biótipos de duas espécies de buva (*C. bonariensis* e *C. canadensis*) (VARGAS et al., 2007; LAMEGO e VIDAL, 2008), *Digitaria insularis* (ADEGAS et al., 2010; CARVALHO et al., 2011), *C. sumatrensis* (SANTOS, 2012; SANTOS et al., 2014) e recentemente em *Chloris polidactyla* (BRUNHARO, 2014). Um número muito baixo se comparado aos casos de resistência aos inibidores da acetolactato sintase (ALS), inibidores do fotossistema II (PSII) (triazinas) e inibidores da acetil CoA carboxilase (ACCase), com 145, 72 e 46 espécies, respectivamente.

A primeira suspeita de resistência de *L. multiflorum* ao glyphosate no Brasil foi observada no Rio Grande do Sul, no município de Tapejara após um produtor ter aplicado 1080 g e.a.ha<sup>-1</sup> de glyphosate, em azevém no estágio inicial de desenvolvimento, observando-se controle total em algumas plantas e ausência de controle na grande maioria das plantas ((ROMAN, 2004). A nível mundial, o primeiro caso de resistência de *L. multiflorum* ao herbicida glyphosate foi comprovada em 2002 no Chile (PEREZ e KOOGAN, 2003).

No Rio Grande do Sul, existem relatos de biótipos de azevém resistentes ao glyphosate em Vacaria, Lagoa Vermelha, Tapejara, Bento Gonçalves, Ciríaco, Carazinho e Tupanciretã (VARGAS et al., 2007). Em Guarapuava, PR, o biótipo resistente está presente em 30% da área cultivada com culturas anuais (SPADER et al., 2008).

Em um estudo a avaliação da resposta de biótipos de azevém sensíveis e resistentes a diferentes doses do glyphosate indicou um Fator de Resistência (FR) de 16,8. Isso significa que o azevém resistente requer dose de glyphosate 16,8 vezes maior do que o suscetível para evidenciar mesmo efeito. Portanto, o uso de glyphosate para controlar azevém resistente é inviável (VARGAS et al., 2007).

Existem várias formas documentadas como sendo estratégias desenvolvidas pela planta para resistir à ação do herbicida. Vargas e Roman (2006), escrevem que a planta pode alterar o local de ação, metabolizar o herbicida ou compartimentalizá-lo. Para o azevém, no entanto, de acordo com pesquisa realizada por Lorraine- Colwill et al. (2003), 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 é translocado efetivamente até as raízes é substancialmente inferior em plantas resistentes.

Para Vargas e Roman (2006), 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.

Os casos de resistência no Brasil foram resolvidos historicamente com a introdução de novas moléculas ou de uma nova tecnologia que permitiu o uso de uma nova molécula. Portanto, considerando-se que não existem novos mecanismos de ação herbicida sendo introduzidos no mercado e que as novas tecnologias, envolvendo culturas modificadas para resistência a herbicidas relacionam-se com os herbicidas amônio-glufosinato, 2,4-D e dicamba, alternativas eficientes para controle seletivo de buva (2,4-D, dicamba e amônio-glufosinato), entretanto, não oferecem solução para controle de espécies gramíneas, como o azevém.

Constatada a resistência do azevém ao glyphosate, os herbicidas inibidores da enzima ACCase, glutamina sintetase (GS) e inibidores do fotossistema 2 (FS2), tornaram-se a principal ferramenta para controle do azevém no manejo pré-semeadura (dessecação) da soja e do milho (ROMAN et al., 2004).

Os herbicidas inibidores da ACCase, comumente chamados de *õ*graminidas, são utilizados para controle de plantas daninhas do tipo gramíneas (família *Poaceae*), perenes e anuais em condições de pós emergência. Geralmente são seletivos a plantas da classe das dicotiledôneas. Os mesmos são divididos em dois grupos: os ariloxifenoxipropionatos (APP) e as ciclohexadionas (CHD) (HARWOOD, 1999).

Os principais herbicidas do grupo das ciclohexadionas (APP) são: quizalofop-p-ethyl, propaquizafop, fluazifop-p-butyl, haloxyfop-p-methyl, clodinafop propargyl, cyalofop-butyl, diclofop-methyl, fenoxaprop-p-ethyl; e das ciclohexadionas (CHD) são: butoxydim, alloxymid, clefoxydim, clethodim, tralkoxydim, tepraloxymid, sethoxydim e cycloxydim.



Os herbicidas dos grupos químicos ariloxifenoxipropionatos (APP) e as ciclohexadionas (CHD), uma vez aplicados, são rapidamente absorvidos pelas folhas das gramíneas, caso ocorram chuvas entre 1 a 2 horas após à aplicação não afetam a eficácia de controle. Geralmente, há necessidade de adição de adjuvante à calda de pulverização (CULPEPPER et al., 2009). Uma vez absorvidos são translocados pelo apoplasto até as partes meristemáticas, onde exercem sua ação herbicídica (VIDAL, 1997). Para um melhor desempenho, os graminicidas requerem que os pontos meristemáticos apresentem ativo crescimento (rápida divisão celular e cloroplastos ativos), ou seja, uma planta em boas condições de realizar fotossíntese (BURTON et al., 1987; DEVINE et al., 1993). Nas regiões meristemáticas ocorre a divisão celular e a alongação de células de forma intensa, demandando uma grande quantidade de malonil-CoA para a biossíntese de ácidos graxos e lipídeos. A primeira reação da rota metabólica dos ácidos graxos envolve a carboxilação de acetyl coenzima A (acetil CoA), mediada pela enzima plastídica acetyl coenzima A carboxilase (ACCase) (HARWOOD, 1999; VIDAL, 2002). Estes herbicidas agem de forma reversível e não-competitiva sobre a enzima ACCase (VIDAL e MEROTTO Jr., 2001), reduzindo a capacidade das plantas em produzir malonil-coenzima A, o que resulta no impedimento da formação de ácidos-graxos e, por conseqüência, de lipídeos (GRONWALD, 1991).

Outro mecanismo de ação proposto para este grupo de herbicidas é o biofísico, envolvendo alterações no gradiente de prótons na membrana plasmática (despolarização com maior fluxo de prótons), alterando sua permeabilidade e provocando a morte da célula. Esse mecanismo ainda está pouco esclarecido, no entanto, alguns pesquisadores sugerem que ambos mecanismos podem coexistir (DEVINE e SHIMABUKURO, 1994; DEVINE et al., 1997).

Os primeiros e mais notórios sintomas provocados pelos herbicidas inibidores da ACCase são observados nas regiões meristemáticas (BREZEANU et al., 1976). Após duas semanas da aplicação, as plantas suscetíveis apresentam paralisação do crescimento, clorose, arroxamento, necrose e morte dos pontos de crescimento e da planta, devido à falta de ácidos graxos e morte de células (WALKER et al., 1989).

Outra opção, para o manejo de azevém resistente ao glyphosate é o uso do herbicida paraquat. O paraquat é um herbicida muito usado em várias culturas como: abacaxi, algodão, arroz, banana, batata, café, cana-de-açúcar, couve, feijão, fumo,

maçã, milho, seringueira, soja, trigo, e uva (MAPA, 2015). É uma molécula aceptora de elétrons, que em plantas expostas a luz leva a sérios prejuízos fisiológicos, com depleção de NADPH e inibição da fixação de CO<sub>2</sub>, com consequente produção de superóxidos, os quais promovem a destruição de membranas.

O paraquat é um sal solúvel em água que desseca rapidamente todo o tecido verde no qual entra em contato, amplamente utilizado em agricultura, Os seus sais são eletrólitos fortes que, em solução, dissociam-se em uma grande quantidade de íons positivos e negativos (SERRA et al., 2003).

Este herbicida pertence ao grupo químico dos bupiridílio, moléculas com atividade relacionada com a formação de radicais superóxidos (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), cuja detoxificação pela enzima superóxido dismutase, resulta na formação de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), que peroxida lipídios e danifica membranas do cloroplasto e células (VIDAL, 1997).

A aplicação é realizada na pós-emergência das plantas infestantes nas culturas de abacaxi, algodão, arroz, banana, batata, café, cana-de-açúcar, citros, couve, feijão, maçã, milho, seringueira, soja, trigo e uva e como dessecante da cultura de algodão, arroz, batata, cana-de-açúcar, milho e soja (MAPA, 2015).

Devido à ação por contato, não é eficaz no controle de espécies perenes de reprodução vegetativa, pois possibilita a rebrota das plantas poucos dias depois da aplicação (RODRIGUES; ALMEIDA, 1995). O paraquat age na presença de luz, desidratando as partes verdes de todas as plantas com as quais entra em contato, após a aplicação a penetração ocorre quase imediatamente.

O local de ação do paraquat é o cloroplasto contendo os sistemas fotossintéticos das plantas que absorvem a energia luminosa usada para produzir açúcares. Este herbicida é conhecido por agir no sistema da membrana fotossintética, chamado Fotossistema I. Os elétrons livres do Fotossistema I reagem com o íon do paraquat resultando na forma de radical livre. O oxigênio rapidamente reconverte esse radical e nesse processo produz superóxido, altamente reativo, que ataca os ácidos graxos insaturados das membranas, rapidamente abrindo e desidratando as membranas e tecidos das células. O processo íon de paraquat radical livre então se recicla, produzindo maiores quantidades de superóxido até que o suprimento de elétrons livres cesse (CENTRO..., 2013a).

Os estudos mostraram que quando resíduos de paraquat entram em contato com o solo, se liga fortemente a argila e à matéria orgânica do solo se tornando biologicamente inerte e, como resultado, não pode ser absorvido pelas raízes de plantas ou outros organismos. Os solos tratados com paraquat continuam mantendo um ecossistema ativo na argila, sem efeitos adversos sobre microrganismos e minhocas do solo. O paraquat não pode ser liberado do solo e nem reativado pela aplicação de água ou de outros agroquímicos. Todos os solos agrícolas possuem alta capacidade de sorver o paraquat (CENTRO..., 2013a).

A exposição das plantas a fatores do ambiente, como variações de temperatura, umidade, agentes biológicos como fungos, bactérias, insetos e herbívoros, faz com que elas necessitem reagir contra esses estresses, possuindo defesas induzidas e pré-formadas. Essas defesas protegem as plantas de tal forma que podem levar a morte das células próximas ao local onde ocorre o dano ou mesmo levar a autodestruição da planta toda (TAIZ e ZEIGER, 2009). Várias culturas apresentam competição com plantas daninhas, e uma das alternativas de controle é o uso de herbicidas, entre eles o paraquat.

Giancotti et al., (2012) avaliando o controle de *Synedrellopsis grisebachii* (agriãozinho) na fase reprodutiva em pastagens, concluiu que o paraquat proporcionou maior controle sobre essa planta daninha dos 7 aos 14 dias após aplicação, decrescendo não superando os 60 % aos 28 dias após aplicação. A redução pode ser explicada pelo rápida e vigorosa rebrota apresentada pela planta após a perda de área foliar, voltando a infestar.

Ao avaliar a eficiência do herbicida paraquat na dessecação em pré-colheita de mamona Foloni et al., (2011) perceberam que este herbicida reduz expressivamente o teor de água aos 30 dias após aplicação, não sendo o dessecante mais recomendável para esta cultura, pois o objetivo seria somente uniformizar estruturas reprodutivas, antecipar a colheita levando a lavoura a senescência.

## **6.5 Material e métodos**

O presente estudo foi conduzido, no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola da Arysta LifeScience do Brasil (CPDA), localizado no município de Pereiras, SP, entre junho e dezembro de 2013.

O estudo, foi constituído por três experimentos, os quais foram conduzidos em condições de campo, pareados, durante o mesmo período. Os tratamentos, herbicidas e doses utilizadas foram os mesmos para os três experimentos, sendo que o diferencial entre eles foi o estágio fenológico no qual se encontrava o azevém resistente ao herbicida glyphosate, no momento da aplicação.

No experimento I, foi analisado o efeito dos herbicidas quando aplicados no estágio fenológico de perfilhamento do azevém, no experimento II, quando se encontrava no emborrachamento e no Experimento III, no estágio de florescimento.

As sementes de azevém resistente, oriunda do município de Pirai do Sul, PR, foram coletadas em área com histórico de resistência ao herbicida glyphosate.

No Capítulo I desta dissertação, foi confirmado, em ensaio conduzido em casa de vegetação, a resistência desta população ao herbicida glyphosate, apresentando Fator de resistência (FR), para controle, de 4,92 no estágio de perfilhamento, 8,06 no estágio de emborrachamento e 8,60 no estágio de florescimento.

### **6.5.1 Semeadura e Tratos culturais:**

Realizou-se a semeadura do azevém em três etapas distintas, para que assim, a aplicação dos tratamentos, nos diferentes estádios fenológicos, de perfilhamento (Experimento I), emborrachamento (Experimento II) e florescimento (Experimento III), fosse realizada na mesma data. As datas de semeaduras e de emergência, do azevém, são descritas na Tabela 6.

O sistema de semeadura, para os três experimentos, foi o plantio convencional, em área previamente preparada por gradagem leve, sendo que a cultura antecessora foi o feijão. Os herbicidas utilizados na cultura antecessora foram: fomesafen (Flex<sup>®</sup>), aplicado no dia 06 de janeiro de 2013, na dose de 125 g i.a.ha<sup>-1</sup>, e clethodim (Select 240 CE<sup>®</sup>) + óleo mineral (Assist<sup>®</sup>), aplicado no dia 22 de janeiro de 2013, na dose de 350 84 g i.a.ha<sup>-1</sup> + 0,5% V/V.

A semeadura do azevém foi realizada, utilizando 20 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes, com espaçamento de 17,0 cm entre as linhas de semeadura, o que originou população média de 780 plantas.m<sup>2</sup>

Nos experimentos, foi efetuada uma aplicação de glyphosate (Roundup Original<sup>®</sup>) no dia da semeadura na dose de 3,0 L p.f.ha<sup>-1</sup>. A adubação de base

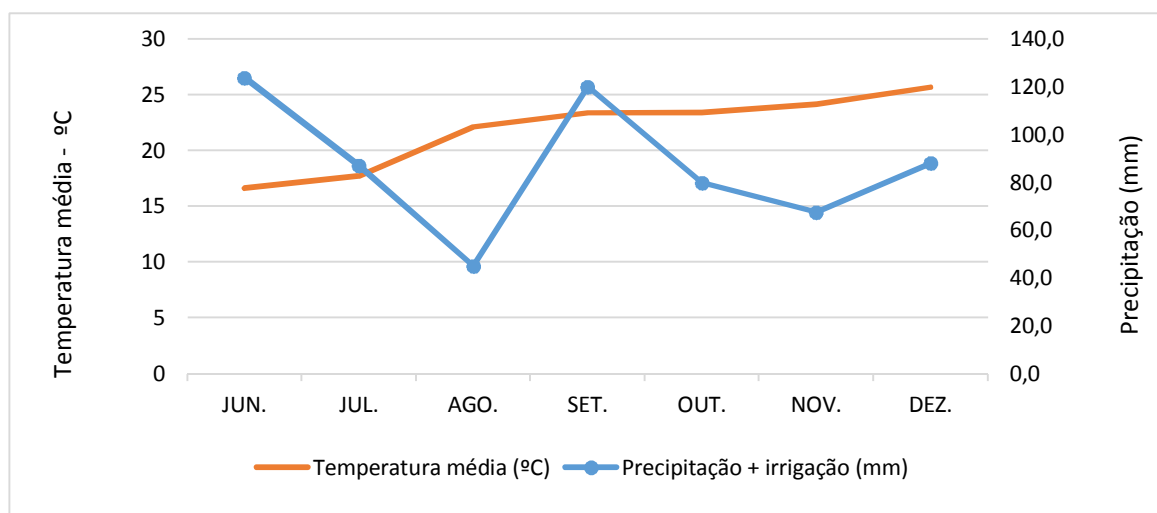
constituiu de 200 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-14-08 no dia da semeadura e a adubação de cobertura constituiu de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia aplicados, entre vinte a vinte e cinco dias, dias após a semeadura de cada experimento.

O controle de plantas daninhas (latifoliadas), nos três experimentos, foi realizada por uma aplicação do herbicida 2,4-D dimetilamina (DMA 806 BR - 1,0 L p.f.ha<sup>-1</sup>), nas seguintes datas: Experimento I: 03/09/2013; Experimento II: 30/08/2013; Experimento III: 05/08/2013.

Visando suprir a deficiência hídrica no período foi realizado irrigação por aspersão. A temperatura média e o balanço hídrico, somados às irrigações por aspersão, ocorridos no período de condução dos experimentos encontram-se na Figura 7.

**Tabela 6** ó Datas de semeadura e emergência do azevém (*L.multiflorum*). Pereiras, SP, 2013.

Experimento - Estádio fenológico no momento da aplicação dos tratamentos	Data da semeadura	Data de emergência média
Experimento I - perfilhamento	26/07/2013	01/08/2013
Experimento II - emborrachamento	11/07/2013	18/07/2013
Experimento III ó florescimento	21/06/2013	28/06/2013



**Figura 7.** Temperatura média e o balanço hídrico, somados às irrigações por aspersão, ocorridos no período de condução dos experimentos. Pereiras, SP, 2013.

### 6.5.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados, com esquema fatorial de composição dos tratamentos,  $8 \times 3 \times 2 + 1$ , (8 herbicidas, 3 doses, com e sem aplicação sequencial de paraquat, mais o tratamento testemunha), totalizando 49 tratamentos.

As parcelas com os tratamentos herbicidas foram subdivididas, em duas condições, com e sem aplicação complementar de paraquat, na dose de  $300 \text{ g.i.a.ha}^{-1}$ . Os tratamentos foram aplicados em parcelas, com área total de  $1,50 \text{ m} \times 6,0 \text{ m}$  ( $9,0 \text{ m}^2$ ). Visando a composição da área útil das parcelas foi desconsiderado  $0,5 \text{ m}$  nas bordas, e uma linha de semeadura em cada lateral das parcelas, resultando em uma área de  $0,85 \text{ m} \times 5,0 \text{ m}$ , totalizando  $4,25 \text{ m}^2$ , conforme a Figura 8.

Os tratamentos utilizados, para o experimento I, II e III estão apresentados na Tabela 7.

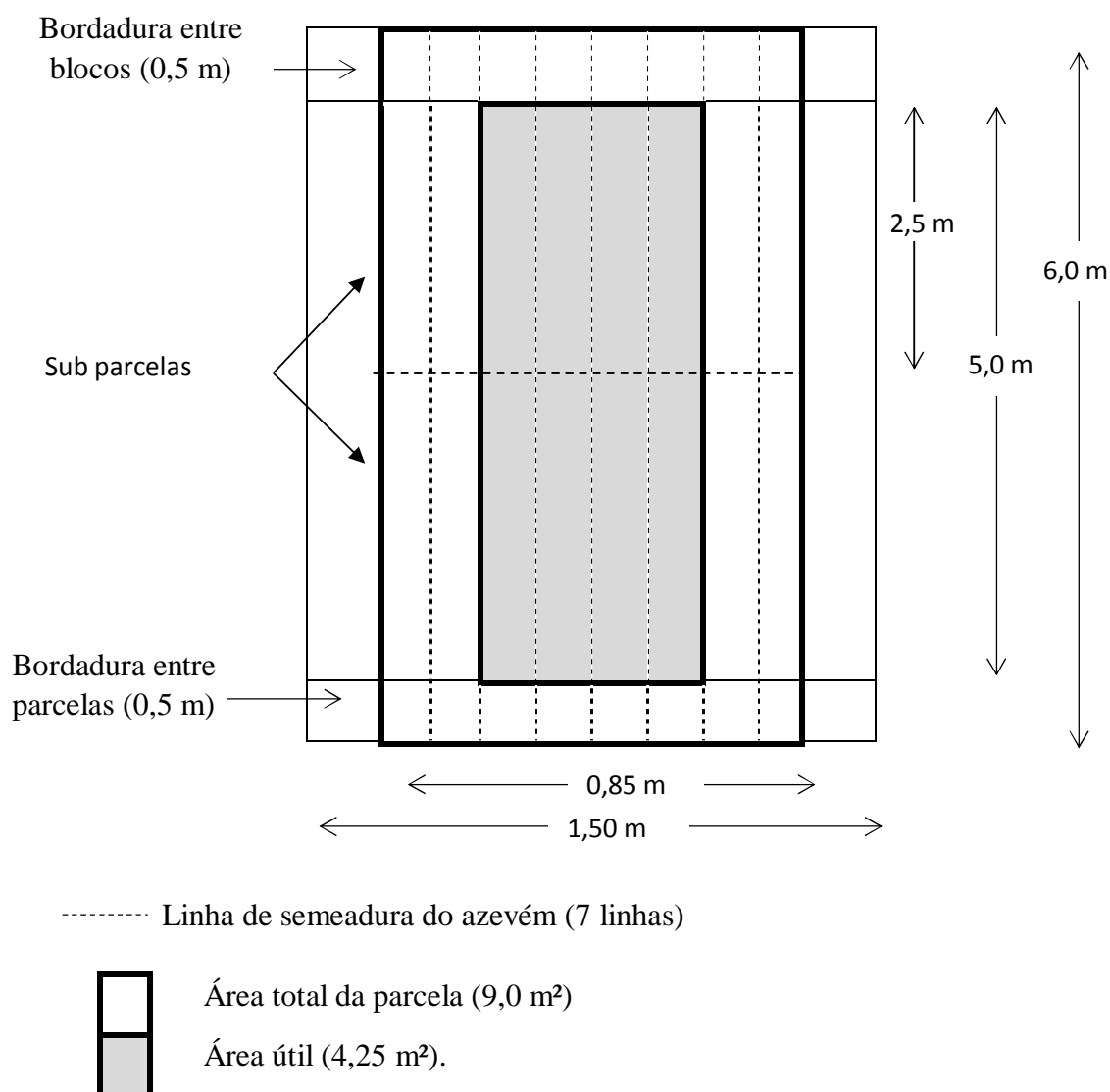
As doses dos tratamentos foram definidas com base na dose registrada dos produtos para o controle de *L. multiflorum* (MAPA, 2013), usando o seguinte critério:

- a. Foi considerado a dose de registro ou a menor dose de registro, do herbicida para o controle de azevém, como sendo a dose de 100% (D).
- b. Targa<sup>®</sup> e Fusilade<sup>®</sup>: Foi determinado a dose de 100% (D), a dose mais usual para o controle de gramíneas,  $75 \text{ g.i.a.ha}^{-1}$  e  $250 \text{ g.i.a.ha}^{-1}$ , respectivamente;
- c. Com base na dose de 100% (D), foi definido as demais doses, sendo uma dose de 75% da dose D e outra 125 % D;
- d. Glyphosate: Foi considerado a dose máxima registrada para o alvo,  $1080 \text{ g e.a.ha}^{-1}$  e inserido mais duas doses acima, 1440 e  $1800 \text{ g e.a.ha}^{-1}$ .

### 6.5.3 Aplicação dos tratamentos

Os tratamentos, foram aplicados no dia 19 de setembro de 2013, com um pulverizador costal, à pressão constante de  $172,5 \text{ kPa}$ , pelo  $\text{CO}_2$  comprimido, equipado com duas pontas de jato plano XR11002 VS, espaçadas  $0,5 \text{ m}$  uma da outra. A velocidade de aplicação foi de  $5,0 \text{ km.h}^{-1}$ , resultando em volume da calda igual a  $200 \text{ L.ha}^{-1}$ .

A aplicação complementar ou sequencial com paraquat, foi realizada trinta dias após a primeira aplicação, no dia 19/10/2013, na subparcelas, com um pulverizador costal, à pressão constante de 172,5 kPa, pelo CO<sup>2</sup> comprimido, equipado com cinco pontas de jato plano, do tipo ôlequeõ XR11002 VS, espaçados 0,5 m uma da outra. A velocidade de aplicação foi de 5,0 km.h<sup>-1</sup>, resultando em volume da calda igual a 200 L.ha<sup>-1</sup>. O sentido da aplicação foi transversal às parcelas (2,5 m). Os dados climáticos, e estádios fenológicos, no momento da aplicação dos tratamentos encontram-se na Tabela 8.



**Figura 8.** Esquema e dimensões das parcelas do experimento.

**Tabela 7.** Herbicidas, doses em gramas do equivalente ácido (g e.a.ha<sup>-1</sup>) ou gramas de ingrediente ativo (g.i.a.ha<sup>-1</sup>) e litros do produto formulado por hectare (L p.f.ha<sup>-1</sup>). Pereiras, SP, 2013.

Tratamentos			Dose		
Nº	Produto formulado / Ingrediente ativo	Aplicação sequencial	g e.a* ou g.i.a.ha <sup>-1</sup>	mL p.f.ha <sup>-1</sup>	% em relação a dose registrada
1	Testemunha	-	-	-	-
2	glyphosate (Roundup Original)	Com e sem complementação de <u>paraquat</u> , na dose de 300 g i.a.ha <sup>-1</sup> (Gramoxone - 1500 ml.p.f. ha <sup>-1</sup> )	1080*	3000	100
3			1440*	4000	133
4			1800*	5000	166
5	clethodim (Select 240 EC) <sup>1</sup>		72	300	75
6			96	400	100
7			120	500	125
8	haloxifop p-methyl (Verdict R) <sup>2</sup>		45*	375	75
9			60*	500	100
10			75*	625	125
11	quizalofop-p-ethyl (Targa 50 EC)		56,25	1125	75
12			75	1500	100
13			93,75	1875	125
14	fluazifop-p-butyl (Fusilade 250 EW)		187,5	750	75
15			250	1000	100
16			312,5	1250	125
17	tepraloxymidim (Aramo 200) <sup>2</sup>		75	375	75
18			100	500	100
19			125	625	125
20	paraquat (Gramoxone 200) <sup>3</sup>		225	1125	75
21			300	1500	100
22			375	1875	125
23	amônio-glufosinate (Finale) <sup>4</sup>		300	1500	75
24			400	2000	100
25			500	2500	125

(<sup>1</sup>) adicionado adjuvante Lanza ó 0,5% V/V;

(<sup>2</sup>) adicionado óleo mineral Assist ó 0,5% V/V;

(<sup>3</sup>) adicionado espalhante adesivo Energic ó 0,2% V/V;

(<sup>4</sup>) adicionado adjuvante Aureo - 0,5% V/V.



**Tabela 8.** Estádio fenológico do azevém e condições climáticas, no momento das aplicações dos tratamentos. Pereiras, SP, 2013.

Condição	Aplicação	Experimento		
		I	II	III
<b>Data das aplicações</b>	1ª aplicação <sup>2</sup>		19/09/2013	
	Aplicação sequencial <sup>2</sup>		19/10/2013	
<b>Estádio fenológico <sup>1</sup></b>	1ª aplicação <sup>2</sup>	Perfilhamento Seis perfilhos (26) <sup>1</sup>	Emborrachamento (45) <sup>1</sup>	Florescimento (61) <sup>1</sup>
	Aplicação sequencial <sup>2</sup>	Emborrachamento (41)	Emissão da espiga (59)	Enchimento de grãos (71)
<b>Horário de início da aplicação (h)</b>	1ª aplicação <sup>2</sup>	9:30	10:15	11:00
	Aplicação sequencial <sup>2</sup>	14:00	14:20	15:00
<b>Temperatura (°C)</b>	1ª aplicação <sup>2</sup>	24,3	24,3	25
	Aplicação sequencial <sup>2</sup>	28,3	29	29
<b>Umidade Relativa do ar (%)</b>	1ª aplicação <sup>2</sup>	74	74	74
	Aplicação sequencial <sup>2</sup>	68	68	69
<b>Velocidade do vento (km.h<sup>-1</sup>)</b>	1ª aplicação <sup>2</sup>	3-4	2-6	0-4
	Aplicação sequencial <sup>2</sup>	0-5	0-5	0-5
<b>Orvalho (%)</b>	1ª aplicação <sup>2</sup>	0	0	0
	Aplicação sequencial <sup>2</sup>	0	0	0

- (1) Foi utilizado escala BBCH, (HESS et al., 1997). Estádio 26 = perfilhamento, 6 perfilhos; Estádio 41 = Início do engrossamento do colmo; Estádio 45= emborrachamento - final do engrossamento do colmo; 59 é fim da emissão (espiga completa visível); Estádio 61=Início do florescimento (anteras visíveis); Estádio 71 = grão aquoso.
- (2) 1ª aplicação = aplicação dos tratamentos, 2ª aplicação = aplicação complementar com paraquat.

#### 6.5.4 Avaliação de controle do azevém

O parâmetro avaliado para comparação entre os tratamentos foi a avaliação visual do controle das plantas, utilizando a escala onde 000 correspondeu a nenhuma injúria e 1000 significou Controle excelente, conforme Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (1995)

**Tabela 9.** Descrição dos valores conceituais aplicado para avaliações visuais de controle aplicados na escala da (SBCPD) Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, Londrina, PR, 1995.

Descrição conceitual		
100 a 90 %	A	Controle excelente. Sem efeito sobre a cultura
89 a 80%	B	Controle bom, aceitável para a infestação da área.
79 a 40%	C	Controle moderado, insuficiente para a infestação da área.
39 a 05 %	D	Controle deficiente ou inexpressivo
<5%	E	Ausência de controle.

### 6.5.5 Análise dos resultados

Os resultados de eficácia de controle, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), análise fatorial e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

## 6.6 Resultados e Discussão

Optou-se por apresentar os resultados de controle obtido na avaliação realizada aos 41 dias após tratamentos sem complementação com paraquat (S/P) e 11 dias após aplicação da complementação com paraquat (C/P). Esse foi o momento de avaliação em que os tratamentos apresentaram resultados estáveis.

O Capítulo I, desta dissertação, em ensaio conduzido em casa de vegetação, demonstra que a população de azevém, utilizada neste ensaio, é resistente ao herbicida glyphosate, com um Fator de resistência (FR), para controle, igual a 4,92 no estágio de perfilhamento, 8,06 no estágio de emborrachamento e FR= 8,60 no estágio de florescimento, confirmando os resultados obtidos no presente estudo.

Com base nos resultados de controle, expressos na Tabela 10, verifica-se que o herbicida glyphosate, quando aplicado nos estádios fenológicos de perfilhamento, emborrachamento e florescimento do azevém apresentou baixo controle.

O controle máximo, obtido aos 41 DAT, foi de 55%, no estágio de perfilhamento, pela aplicação da dose máxima utilizada, de 1800 g e.a.ha<sup>-1</sup>, porém dentro de cada estágio analisado, verificou-se diferença significativa para o aumento da dose de

1080 para 1800 g e.a.ha<sup>-1</sup> e também pode ser afirmado que o estágio fenológico influenciou no controle do azevém, pois quanto mais avançado o estágio, maior a dificuldade em controlar a planta daninha.

Resultado similar foi encontrado em trabalho realizado por Christoffoleti et al. (2004), visando avaliar a influência do estágio fenológico do azevém e diferentes alternativas de manejo no controle de biótipos resistentes, em experimentos conduzidos a campo e em casa de vegetação. Os estádios de desenvolvimento estudados foram de duas a três folhas (20 cm), início de perfilhamento (> 5 perfilhos); de 12 perfilhos a pré florescimento e; início de florescimento. Os autores constataram que quanto mais avançado o estágio de desenvolvimento, maiores dificuldades de controle com glyphosate, principalmente na dose de 960 g e.a.ha<sup>-1</sup>. Com incremento da dose de glyphosate e clethodim (1440 g e.a.ha<sup>-1</sup> e 72 g i.a.ha<sup>-1</sup>), paraquat e diuron (500 e 250 g i.a.ha<sup>-1</sup>) em todos os estádios de aplicação, mostraram-se excelentes alternativas para o manejo destas populações.

Com a complementação ou aplicação sequencial com paraquat, na dose de 300 g i.a.ha<sup>-1</sup>, em avaliação realizada aos 11 DAT, expressa na Tabela 10, quando compara-se os resultados dos tratamentos com (C/P) e sem complementação de paraquat (S/P), verifica-se que ocorre um incremento no controle, com diferença significativa para a aplicação sequencial, viabilizando o uso da complementação do referido herbicida, independente do estágio em que ocorreu a aplicação de glyphosate.

De acordo com a Tabela 11, houve diferença significativa para dose, quando a aplicação de clethodim, sem complementação com paraquat (S/P) ocorreu no estágio fenológico de perfilhamento, onde o controle do azevém foi excelente, em doses que variaram de 72 a 120 g i.a.ha<sup>-1</sup> (Figura 8).

Resultado semelhante foi demonstrado em trabalho publicado por Vargas L. et al. (2006) obteve-se controle de 100% do azevém resistente ao glyphosate, quando aplicou-se clethodim nas doses de 72 ou 84 g i.a.ha<sup>-1</sup>, adicionado à calda 1,0 L do adjuvante Lanza, e aplicado no estágio de 3 a 4 perfilhos.

Os resultados mostram que a complementação com o herbicida paraquat (C/P) não seria necessário nesta situação, porém, conforme pode ser observado, ainda na Tabela 11, quando a aplicação ocorreu em estágio fenológico mais avançado, de emborrachamento, ocorre uma resposta significativa, ao aumento de dose de clethodim,

pois conforme aumentou-se a dose de 72 para 120 g i.a.ha<sup>-1</sup>, obteve-se um aumento no controle, que variou de 88,75% a 100%, o mesmo ocorrendo quando a aplicação ocorreu no estágio de florescimento, porém neste estágio verifica-se uma dificuldade ainda maior de controlar o azevém, pois, mesmo quando utilizou-se a maior dose de clethodim (120 g i.a.ha<sup>-1</sup>) não foi verificado controle total do azevém.

Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Rockenbach, et al. (2012), no qual a aplicação de clethodim, na dose de 96 g i.a.ha<sup>-1</sup>, no momento em que a maioria das plantas de azevém estava no final do estágio vegetativo, com estatura entre 40 e 50 cm, e algumas no início do florescimento, resultou em um controle de 87,8 % aos 42 DAT, o que pode ser considerado um controle satisfatório, acima de 80%, porém não atingindo o controle máximo, nestes estádios mais avançados de desenvolvimento.

Nestas situações, quando os tratamentos com clethodim ocorreram nos estádios mais avançados, de emborrachamento ou florescimento, a complementação com paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>) foi benéfica, aumentando significativamente o controle da planta daninha, resultando em controle total do azevém.

**Tabela 10.** Controle de *L. multiflorum*, em função de tratamentos com o herbicida glyphosate, aplicado na fase de perfilhamento emborrachamento e florescimento, com (C/P) e sem complementação de paraquat (S/P). Avaliação aos 41 dias após tratamento (DAT) da aplicação isolada de glyphosate e 11 DAT da complementação com paraquat. Pereiras, SP, 2013.

Dose de glyphosate (g e.a.ha <sup>-1</sup> )	Estádio do azevém ( <i>L. multiflorum</i> ) no momento da aplicação dos tratamentos					
	Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
	S/P	C/P	S/P	C/P	S/P	C/P
<b>1080</b>	45 Bb	95,75 a	37,5 Bb	90 a	26,25 b	95 a
<b>1440</b>	53,75 Ab	94,5 a	45 ABb	90 a	23,75 b	97,5 a
<b>1800</b>	55 Ab	95 a	47,5 Ab	90 a	30 b	97,5 a
<b>F Dose</b>	2,818 <sup>ns</sup>		2,438 <sup>ns</sup>		1,630 <sup>ns</sup>	
<b>F Sequencial</b>	672,632 <sup>**</sup>		588 <sup>**</sup>		1840,696 <sup>**</sup>	
<b>F D x S</b>	4,203 <sup>*</sup>		2,437 <sup>ns</sup>		1,370 <sup>ns</sup>	
<b>CV</b>	5,66		7,07		6,48	
<b>DMS Dose</b>	7,47		8,51		7,21	
<b>DMS Sequencial</b>	6,15		7		5,93	

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. S/P= sem aplicação complementar de paraquat, C/P= com aplicação complementar de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 11.** Controle de *L. multiflorum* resistente ao herbicida glyphosate, em função de tratamentos com o herbicida clethodim, aplicado na fase de perfilhamento, ou emborrachamento ou florescimento, com (C/P) e sem complementação de paraquat (S/P). Avaliação realizada aos 41 DAT da aplicação isolada de clethodim e 11 DAT da complementação com paraquat. Pereiras, SP, 2013.

Dose de clethodim (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Estádio do azevém ( <i>L. multiflorum</i> ) no momento da aplicação					
	Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
	S/P*	C/P*	S/P	C/P	S/P	C/P
72	97,75 Bb	100 a	88,75 Cb	100 a	80 Cb	100 a
96	98,50 ABb	100 a	97 Bb	100 a	90 Bb	100 a
120	100 Aa	100 a	100 Aa	100 a	92,5 Ab	100 a
<b>F Dose</b>	3 <sup>ns</sup>		33,245 **		63 **	
<b>F Sequencial</b>	10,741 **		66,306 **		675 **	
<b>F D x S</b>	3 <sup>ns</sup>		33,245 **		63 **	
<b>CV</b>	0,94		1,46		1,26	
<b>DMS Dose</b>	1,68		2,57		2,12	
<b>DMS Sequencial</b>	1,38		2,12		1,75	

Aos tratamentos de clethodim foi adicionado 0,5% v/v do adjuvante Lanzar.

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

\*S/P= sem aplicação sequencial de paraquat, C/P= com aplicação sequencial de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

Na Tabela 12, estão expressos os resultados da aplicação de haloxifop-p-methyl, no controle de azevém resistente ao herbicida glyphosate, quando aplicado em diferentes estádios fenológicos, aos 41 DAT sem complementação de paraquat e aos 11 DAT após aplicação de paraquat.

Quando se aplicou o herbicida no estágio de perfilhamento da planta daninha, o resultado obtido mostrou diferença significativa para dose, onde a maior dose (75 g i.a.ha<sup>-1</sup>) apresentou o controle total do azevém, apesar que as doses menores, de 45 e 60 g i.a.ha<sup>-1</sup> apresentaram controle excelente (95%). A aplicação sequencial com paraquat, 30 dias após a aplicação dos tratamentos com haloxifop-p-methyl, proporcionou controle total.

Em trabalho realizado por Neves et al. (2010), em ensaio conduzido na cultura da uva, o herbicida haloxyfop-p-methyl, em doses variando de 62.1 a 189 g i.a.ha<sup>-1</sup> acrescidos de Joint Mineral Oil a 0.5% v/v, apresentou excelentes níveis de controle (> 97%), independente do estágio de desenvolvimento do azevém (pré e pós florescimento). De acordo com Ahrens (1994) os inibidores de ACCase, tal como o

haloxifop-p-methyl, são capazes de controlar com eficiência, seletivamente em culturas dicotiledôneas, plantas monocotiledôneas anuais ou perenes.

Pela Tabela 12, verifica-se, que conforme aumentou o estágio fenológico do azevém, maior foi a dificuldade para realizar o controle. Nos estádios de perfilhamento e emborrachamento, foi possível obter o controle total da planta daninha com a dose de 75 g i.a.ha<sup>-1</sup> sem necessidade de complementação com paraquat, o que não foi possível no estágio de florescimento, onde seria necessário recorrer à aplicação complementar com paraquat para obter o mesmo nível de controle, mostrando ser o estágio de florescimento menos sensível ao herbicida, e nesta situação justifica-se a aplicação sequencial com paraquat.

**Tabela 12.** Controle de *L. multiflorum* resistente ao herbicida glyphosate, em função de tratamentos com o herbicida haloxifop-p-methyl, aplicado na fase de perfilhamento, emborrachamento e florescimento, com (C/P) e sem complementação de paraquat (S/P). Avaliação realizada aos 41 DAT da aplicação isolada de haloxifop-p-methyl e 11 DAT da complementação com paraquat. Pereiras, SP, 2013.

Dose de haloxifop P-methyl (g e.a.ha <sup>-1</sup> )	Estádio do azevém ( <i>L. multiflorum</i> ) no momento da aplicação					
	Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
	S/P	C/P	S/P	C/P	S/P	C/P
45	95 Bb	100 a	90 Bb	97,5 a	82,5 Bb	97,5 a
60	95 Bb	100 a	90 Bb	97,5 a	90,0 Ab	97,5 a
75	100 Aa	100 a	100 Aa	100 a	92,5 Ab	100 a
<b>F Dose</b>	3 <sup>ns</sup>		12,5 <sup>**</sup>		7,125 <sup>**</sup>	
<b>F Sequencial</b>	12 <sup>**</sup>		18 <sup>**</sup>		54 <sup>**</sup>	
<b>F D x S</b>	3 <sup>ns</sup>		4,5 <sup>**</sup>		3,375 <sup>ns</sup>	
<b>CV</b>	2,4		3,01		3,57	
<b>DMS Dose</b>	4,25		5,21		6,01	
<b>DMS Sequencial</b>	3,5		4,28		4,95	

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. S/P= sem aplicação complementar de paraquat, C/P= com aplicação complementar de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

Na Tabela 13, está expresso os resultados da aplicação do herbicida quizalofop-p-ethyl, onde obteve-se controle acima de 82,5 %, da planta daninha nos três estádios avaliados, com excelente controle da planta daninha nos estádios de perfilhamento e emborrachamento (>95%), porém no estágio de florescimento do azevém, verifica-se uma maior dificuldade em controlar a planta daninha, quando utilizou-se o quizalofop-p-ethyl isoladamente, sem a aplicação sequencial com paraquat,

principalmente na menor dose (56,25 gi.a.ha<sup>-1</sup>), onde obteve-se o controle de 82,5 % quando aplicado no florescimento, na menor dose.

Ainda com base na Tabela 13, pode-se verificar que após aplicação sequencial de paraquat, ocorreu alto controle do azevém, que variou de 98,75 %, quando utilizou-se na primeira aplicação a menor dose de quizalofop-p-ethyl, a 100% quando a complementação foi realizada após a aplicação da dose intermediária de quizalofop-p-ethyl (75,0 g i.a.ha<sup>-1</sup>) ou após a maior dose (93,75 gi.a.ha<sup>-1</sup>), logo pode-se concluir que principalmente no estágio de florescimento, a aplicação sequencial de paraquat foi benéfica, o que ficou evidenciado na análise da variância com diferença significativa, para dose e quando compara-se a aplicação com e sem complementação com paraquat.

**Tabela 13.** Controle de *L. multiflorum* resistente ao herbicida glyphosate, em função de tratamentos com o herbicida quizalofop-p-ethyl, aplicado na fase de perfilhamento, ou emborrachamento ou florescimento, com (C/P) e sem complementação de paraquat (S/P). Avaliação realizada aos 41 DAT da aplicação isolada de quizalofop-p-ethyl e 11 DAT da complementação com paraquat. Pereiras, SP, 2013.

Dose de quizalofop-p-ethyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Estádio do azevém ( <i>L. multiflorum</i> ) no momento da aplicação					
	Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
	S/P	C/P	S/P	C/P	S/P	C/P
<b>56,25</b>	98,75	100	95,0	98,75	82,5 Bb	98,75 a
<b>75</b>	99,50	100	97,5	100	90,0 Ab	100 a
<b>93,75</b>	98,75	100	100	100	92,5 Ab	100 a
<b>F Dose</b>	0,167 <sup>ns</sup>		2,478 <sup>ns</sup>		10,579**	
<b>F Sequencial</b>	2,667 <sup>ns</sup>		3,261 <sup>ns</sup>		115,105**	
<b>F D x S</b>	0,167 <sup>ns</sup>		0,913 <sup>ns</sup>		6,158**	
<b>CV</b>	1,51		2,87		2,73	
<b>DMS Dose</b>	2,7		5,1		4,63	
<b>DMS Sequencial</b>	2,22		4,19		3,81	

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. S/P= sem aplicação complementar de paraquat, C/P= com aplicação complementar de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

Pela Tabela 14, o herbicida fluazifop-p-butyl, independente do estágio fenológico que foi aplicado, sendo ele perfilhamento, emborrachamento ou no florescimento do azevém, nas doses que variaram de 187,5 a 312,5 g i.a.ha<sup>-1</sup>, não apresentou controle satisfatório da planta daninha. O melhor controle promovido pelo herbicida foi de 70 %, quando aplicou-se a dose de 312,5 g i.a.ha<sup>-1</sup>, no estágio de

perfilhamento, o que pode ser considerado insatisfatório, e nesta situação a utilização do paraquat em aplicação sequencial, foi benéfica, aumentando significativamente o controle da planta daninha, resultando em controle satisfatório do azevém.

**Tabela 14.** Controle de *L. multiflorum* resistente ao herbicida glyphosate, em função de tratamentos com o herbicida fluazifop-p-butyl, aplicado na fase de perfilhamento, emborrachamento e florescimento, com (C/P) e sem complementação de paraquat (S/P). Avaliação realizada aos 41 DAT da aplicação isolada de fluazifop-p-butyl, e 11 DAT da complementação com paraquat. Pereiras, SP, 2013.

Dose de fluazifop-p-butyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Estádio do azevém ( <i>L. multiflorum</i> ) no momento da aplicação					
	Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
	S/P	C/P	S/P	C/P	S/P	C/P
187,5	53,75 Bb	93,75 a	60,0 b	98,25 a	48,75 Bb	98,75 a
250	58,75 Bb	97,5 a	56,25 b	97,5 a	58,75 Ab	100 a
312,5	70,0 Ab	100 a	58,75 b	100 a	60,0 Ab	97,5 a
<b>F Dose</b>	10,739**		0,72 <sup>ns</sup>		5,919**	
<b>F Sequencial</b>	329,087**		461,349**		860,189**	
<b>F D x S</b>	2,478 <sup>ns</sup>		0,285 <sup>ns</sup>		6,405**	
<b>CV</b>	6,2		5,85		4,64	
<b>DMS Dose</b>	8,83		8,28		6,47	
<b>DMS Sequencial</b>	7,27		6,81		5,32	

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. S/P= sem aplicação complementar de paraquat, C/P= com aplicação complementar de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

Os dados expressos na Tabela 15, mostram que ocorre um aumento significativo no controle do azevém em função do aumento da dose de tepraloxymid, de 75 para 100 ou 125 g i.a.ha<sup>-1</sup>, demonstrando que a menor dose (75 g i.a.ha<sup>-1</sup>), apresentou controle regular da planta daninha. Este fato pode ser observado tanto quando se aplicou o herbicida no estágio de perfilhamento quanto emborrachamento ou florescimento, porém mesmo utilizando-se da maior dose o controle no estágio do florescimento é mediana, mostrando a maior dificuldade em controlar o azevém pelo uso de tepraloxymid neste estágio.

Ainda na Tabela 15, quando analisa-se o efeito do uso da aplicação sequencial de paraquat, aplicado 30 dias após a aplicação de tepraloxymid, é possível concluir que esta aplicação promoveu ganho significativo no controle do azevém



resistente, promovendo um controle final excelente do azevém resistente, em todas as situações analisadas (doses de tepraloxymid e estágio do azevém).

**Tabela 15.** Controle de *L. multiflorum* resistente ao herbicida glyphosate, em função de tratamentos com o herbicida tepraloxymid, aplicado na fase de perfilhamento, emborrachamento e florescimento, com (C/P) e sem complementação de paraquat (S/P). Avaliação realizada aos 41 DAT da aplicação isolada de tepraloxymid, e 11 DAT da complementação com paraquat. Pereiras, SP, 2013.

Dose de tepraloxymid (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Estádio do azevém ( <i>L. multiflorum</i> ) no momento da aplicação					
	Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
	S/P	C/P	S/P	C/P	S/P	C/P
75	50 Cb	95 a	50 Cb	95 a	52,5 Cb	100 a
100	80 Bb	98,5 a	70 Bb	98,5 a	58,75 Bb	100 a
125	88,75 Ab	100 a	90 Ab	100 a	78,75 Ab	100 a
<b>F Dose</b>	109,742**		30,244**		41,654**	
<b>F Sequencial</b>	390,397**		138,751**		893,538**	
<b>F D x S</b>	66,162**		18,303**		41,654**	
<b>CV</b>	3,62		6,9		3,98	
<b>DMS Dose</b>	5,57		10,45		5,42	
<b>DMS Sequencial</b>	4,58		8,59		4,46	

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. S/P= sem aplicação complementar de paraquat, C/P= com aplicação complementar de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

Na Tabela 16, são apresentados os resultados de controle aos 41 dias após a primeira aplicação e 11 dias após a aplicação sequencial de paraquat. O paraquat, aplicado isoladamente, proporcionou um bom controle do azevém em todas as fases de desenvolvimento dessa planta, porém quanto mais avançado o estágio da planta daninha maior a dificuldade de obter controle. Quando o paraquat foi utilizado em aplicação sequencial, independente da dose utilizada na primeira aplicação, o controle foi excelente, ficando entre 96,25 e 97,5 %, com a presença de pequenos rebrotos do azevém.

Sendo assim, o paraquat é um herbicida com mecanismo de ação alternativo, que pode ser utilizado na estratégia de manejo de biótipos de azevém resistentes ao herbicida glyphosate, quando aplicado em uma única aplicação sequencial, ou seja uma única vez, complementando o controle iniciado por outro herbicida, com outro mecanismo de ação.

Vale aqui ressaltar, que não se recomenda a aplicação sequencial de paraquat (paraquat/paraquat), pois uma das técnicas químicas para prevenção e controle de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, segundo Christoffoleti et al (2008), é utilizar a rotação de herbicidas, com diferentes mecanismos de ação. O tratamento em análise paraquat/paraquat foi inserido no estudo como parâmetro de avaliação para os demais tratamentos. O principal objetivo deste tratamento foi verificar o efeito sequencial, em uma única aplicação, quando aplicado após um herbicida inibidor de ACCase.

**Tabela 16.** Controle de *L. multiflorum* resistente ao herbicida glyphosate, em função de tratamentos com o herbicida paraquat, aplicado na fase de perfilhamento, emborrachamento e florescimento, com (C/P) e sem aplicação sequencial (S/P). Avaliação realizada aos 41 DAT da aplicação isolada, e 11 DAT da complementação. Pereiras, SP, 2013.

Dose de paraquat (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Estádio do azevém ( <i>L. multiflorum</i> ) no momento da aplicação					
	Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
	S/P	C/P	S/P	C/P	S/P	C/P
<b>1125</b>	80 Ab	96,25 a	70 Bb	96,25 a	67,5 b	97,5 a
<b>1500</b>	85 Ab	97,5 a	73,75 Bb	97,5 a	73,75 b	97,5 a
<b>1875</b>	92,5 Ba	96,25 a	88,75 Ab	96,25 a	75 b	97,5 a
<b>F Dose</b>	5,921**		11,312**		1,240 <sup>ns</sup>	
<b>F Sequencial</b>	53,368**		132,250**		148,840**	
<b>F D x S</b>	6,237**		12,437**		1,240 <sup>ns</sup>	
<b>CV</b>	3,98		4,69		6,02	
<b>DMS Dose</b>	6,55		7,37		9,21	
<b>DMS Sequencial</b>	5,39		6,06		7,58	

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. S/P= sem aplicação complementar de paraquat, C/P= com aplicação complementar de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

Em ensaio conduzido por Roman et al. (2004), realizado em casa de vegetação, foi aplicado, entre outros herbicidas, o gluphosinate, na dose de 400 g i.a.ha<sup>-1</sup>, visando controlar azevém suscetível e resistente ao herbicida glyphosate. A aplicação foi realizada quando a planta daninha estava no estágio de 3 a 4 folhas e o resultado após 14 DAT, tanto para a população suscetível quanto para a resistente, foi de 100% de controle, mostrando que o herbicida é eficaz no controle do azevém em estádios iniciais de desenvolvimento.

No presente estudo, evidencia-se na Tabela 17, que os resultados de controle quando o gluphosinate foi aplicado no estágio de perfilhamento, na doses de

300 e 400 g i.a.ha<sup>-1</sup> o controle foi regular, e mesmo na maior dose, 500 g i.a.ha<sup>-1</sup>, o controle máximo obtido aos 41 DAT foi de 62,5 %. Em estágio de azevém mais avançado (emborrachamento e florescimento) maior foi a dificuldade de controle do azevém. Os resultados da aplicação no florescimento não foram superiores a 46,25% de controle, tornando, nestas condições, inviável utilizar este herbicida no controle do azevém, se aplicado, sem a complementação com paraquat.

A complementação realizada com paraquat, aplicado 30 dias após a aplicação de glufosinate, proporcionou controle igual ou superior a 90 %, mostrando ser esta, uma opção tecnicamente, viável de controle de azevém resistente ao glyphosate.

**Tabela 17.** Controle de *L. multiflorum* resistente ao herbicida glyphosate, em função de tratamentos com o herbicida glufosinate, aplicado na fase de perfilhamento, emborrachamento e florescimento, com (C/P) e sem aplicação sequencial de paraquat (S/P). Avaliação realizada aos 41 DAT da aplicação isolada, e 11 DAT da complementação. Pereiras, SP, 2013.

Dose de glufosinate (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Estádio do azevém ( <i>L. multiflorum</i> ) no momento da aplicação					
	Perfilhamento		Emborrachamento		Florescimento	
	S/P	C/P	S/P	C/P	S/P	C/P
<b>300</b>	50 Bb	90 a	46,25 Bb	90 a	41,25 b	90 Ba
<b>400</b>	60 Ab	95 a	57,5 Bb	95 a	42,5 b	90 Ba
<b>500</b>	62,5 Ab	95 a	60 Ab	95 a	46,25 b	96,25 Aa
<b>F Dose</b>	14,333**		19,258**		7,552**	
<b>F Sequencial</b>	616,333**		837**		1416,103**	
<b>F D x S</b>	2,333 <sup>ns</sup>		3,774*		0,310 <sup>ns</sup>	
<b>CV</b>	4,69		4,44		4,69	
<b>DMS Dose</b>	6,38		5,92		5,72	
<b>DMS Sequencial</b>	5,25		4,87		4,71	

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. S/P= sem aplicação complementar de paraquat, C/P= com aplicação complementar de paraquat (300 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

## 6.7 Conclusões

Nas condições em que o presente estudo foi conduzido, pode-se concluir que:

- Quanto mais avançado o estágio fenológico do azevém, maior a dificuldade de seu controle com os herbicidas glyphosate, clethodim, haloxyfop-p-methyl, quizalofop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl, tepraloxym, paraquat e glufosinate;

- Os herbicidas inibidores de ACCase, clethodim, haloxyfop-p-methyl, e quizalofop-p-ethyl, apresentaram-se como as melhores alternativas de controle ao azevém resistente ao herbicida glyphosate, sendo necessário ajustar a dose conforme o estágio que se encontra o azevém no momento da aplicação;
- O herbicida tepraloxym dim obteve bom controle do azevém quando aplicado na dose de 125 gi.a.ha<sup>-1</sup>, nos estádios de perfilhamento e emborrachamento, porém mesmo com esta dose, não obteve controle satisfatório, quando aplicado no estágio de florescimento;
- Os herbicidas fluazifop-p-butyl e gluphosinate, nas doses estudadas, apresentaram baixo controle de azevém resistente ao glyphosate;
- A aplicação complementar ou sequencial com paraquat, independente da dose, do herbicida e do estágio fenológico do azevém se mostrou ser uma prática tecnicamente viável, pois promoveu os melhores controles da planta daninha.

## 6.8 Referências bibliográficas

ADEGAS, F. S. et al. Diagnóstico da existência de *Digitaria insularis* resistente ao herbicida glyphosate no sul do Brasil. **Trabalhos**, XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, p.761-765, Ribeirão Preto, 2010.

AHRENS, W.H. **Herbicide handbook**. 7 ed., Champaign: 1994. 352 p.

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

BECERRIL, J. M.; DUKE, S. O.; LYDON, J. Glyphosate effect on shikimate pathway products in leaves and flowers of velvet leaf. **Phytochemistry**, v. 28, n. 3, p. 695-699, 1989.

BENTLEY, R. The shikimate pathway ó a metabolic tree with many branches. **Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology**, v. 25, n. 5, p. 307-384, 1990.

- 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.
- BREZEANU, L.A.; DAVIS, D.G.; SHIMABUKURU, R.H. Ultrastructural effects and translocation of methyl 2 [4-(2,4-dichloro-phenoxy) phenoxy] propionate in wheat (*Triticum aestivum*) and wild oat (*Avena fatua*). **Can. J. Bot.**, v.54, p.2038-2048, 1976.
- BUEHRING, N. W., MASSEY, J. H., AND REYNOLDS, D. B. Shikimic acid accumulation in field-grown corn (*Zea mays*) following simulated glyphosate drift. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 3, p. 819-824, 2007.
- BRUNHARO, C. A. C. G. **Resistência da planta daninha capim branco (*Chloris polidactyla*) ao herbicida glyphosate**. 2014. 153p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura ãLuiz de Queirozö, USP, Piracicaba/SP.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos da resistência de plantas daninhas a herbicidas**. HRAC-BR: Piracicaba, 2008. 120p.
- CENTRO de informações sobre o Paraquat. **Dados e fatos sobre o Paraquat**. Disponível em: <[http:// paraquat.com/portugues/banco-de-conhecimentos/ dados-e-fatos-sobre-paraquat](http://paraquat.com/portugues/banco-de-conhecimentos/dados-e-fatos-sobre-paraquat)> Acesso em: 20 abr. 2015.
- CULPEPPER, A. S.; GREY, T. L.; VENCILL, W. K. et al. Glyphosate-resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) confirmed in Georgia. **Weed Science**, v. 54, n. 4, p. 620-626, 2006.
- DEVINE, M. D.; BANDENN, J. D.; MCKERSIE, B. D. Temperature effects on glyphosate absorption, translocation and distribution quack grass (*Agropyron repens*). **Weed Science**. Champaign, v. 31., n. 4, p. 461-464, 1993.
- DEVINE, M.D.; SHIMABUKURO, R.H. Acetyl coenzyme A carboxylase inhibiting herbicides. In: POWLES, S.B.; HOLTUM, J. A.M. (Eds.). **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. London: CRC Press, 1994. p.141-169.
- FENG, J. C.; THOMPSON, D. G. Fate of glyphosate in a Canadian forest watershed 2: persistence in foliage and soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 38, n. 4, p. 1118-1125, 1990.
- FOLONI, J. S. S. et al. Dessecação química em pré-colheita da mamona. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 665-669, set./out. 2011.
- FRANZ, J. E.; MAO, M. K.; SIKORSKI, J. A. **Glyphosate: a unique global herbicide**. American Chemical Society, 1997.
- 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, 2005. Colonia del Sacramento. **Anais**.

- Colonia del Sacramento: INIA, 2005. p. 61-71. Disponível em: [www.inia.org.uy/estaciones/la\\_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/galliantonio.pdf](http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/galliantonio.pdf)>.
- GALLI, A.J.B. A molécula glyphosate e a agricultura brasileira. In: VELINI et al. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p.17-19.
- GEIGER, D. R.; KAPITAN, S. W.; TUCCI, M. A. Glyphosate inhibits photosynthesis and allocation of carbon to starch in sugar beet leaves. **Plant Physiology**, v. 82, n. 2, p. 468-472, 1986.
- GEIGER, D. R.; TUCCI, M. A.; SERVIATES, J. C. Glyphosate effects on carbon assimilation and gas exchange in sugar beet leaves. **Plant Physiology**, v. 85, n. 2, p. 365-369, 1987.
- GIANCOTTI, P. R. F. et al. Controle em pós-emergência e características germinativas de agriãozinho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 335- 340, 2012.
- GOMES, G. L. G. C. **Alterações metabólicas de plantas de milho submetidas à aplicação de glyphosate e fosfito**. 2011. 97p. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu.
- GRONWALD, J.W. Lipid biosynthesis inhibitors. **Weed Science**, v.39, p.435-449, 1991.
- HARWOOD, J. L. Graminicides which inhibit lipid synthesis. *Pesticide Outlook.*, Hemel Hempstead, v. 10, p. 154-158, 1999.
- HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Wednesday, October 14, 2015 . Available [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)
- HESS, M. et al. Use of the extend BBCH scale ó general for the descriptions of the growth stages of mono and dicotyledonous weed species. **Weed Research**, Oxford, v. 37, n.6, p. 433-441, 1997.
- HERNANDEZ, A.; GARCÍA-PLAZAOLA, J. I.; BECERRIL, J. M. Glyphosate effects on phenolic metabolism of nodulated soybean (*Glycine max* L. Merr.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 7, p. 2920-2925, 1999.
- LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *C. bonariensis* e *C. canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.
- 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. 626-672, 2003.
- LYDON, J.; DUKE, S. O. Glyphosate induction of elevated levels of hydroxybenzoic acids in higher plants. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 36, n. 4, p. 813-818, 1988.

MAPA ó Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. **AGROFIT - Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 05/05/2013.

MARÍA, N. et al. New insights on glyphosate mode of action in nodular metabolism: role of shikimate accumulation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 7, p. 2621-2628, 2006.

MATALLO, M. B. et al. Microwave-assisted solvent extraction and analysis of shikimic acid from plant tissues. **Planta Daninha**, v. 27, n. especial, p. 987-994, 2009.

NANDULA, M. N. et al. Glyphosate-resistant and -susceptible soybean (*Glycine max*) and canola (*Brassica napus*) dose response and metabolism relationships with glyphosate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 9, p. 3540-3545, 2007.

NEVES, R. et al. Eficiência do herbicida haloxyfop methyl no controle de azevém resistente ao glyphosate e sua seletividade a cultura da uva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto, SP. **Palestras...**Londrina, PR, SBCPD, 2010.

ORCARAY, L. et al. The possible role of quinate in the mode of action of glyphosate and acetolactate synthase inhibitors. **Pest Management Science**, v. 66, n. 3, p. 2626-2629, 2010.

OWLES, S.B.; LORRAINE-COLWILL, D.F.; DELLOW, J.J.; PRESTON, C. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. **Weed Science**, v.46, p.604-607, 1998.

PETERSEN, I. L. et al. Metabolic effects in rapeseed (*Brassica napus* L.) seedlings after root exposure to glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 89, n. 3, p. 220-229, 2007.

PEREZ, A.; KOGAN, M. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. **Weed Research**, Oxford, 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) ó Oregon State University, Oregon, 2007. Disponível em <<http://ir.library.oregonstate.edu/dspace/handle/1957/4330>>. Acesso em 10 ago. 2015.

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. My view: will glyphosate continue to aid world food production? **Weed Science**, v. 51, n. 4, p. 471, 2003.

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: conservação e utilização**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979.

REDDY, K. N.; BELLALLOUI, N.; ZABLOTOWICZ, R. M. Glyphosate effect on shikimate, nitrate reductase activity, yield, and seed composition in corn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 6, p. 3646-3650, 2010.

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.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, B. N. **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 648 p.

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

SANTOS, G. **Resistência múltipla ao glyphosate e ao chlorimuron-ethyl em biótipos de *Conyza sumatrensis***. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Produção de Plantas) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

SANTOS, G. *et al.* *Conyza sumatrensis*: A new weed species resistant to glyphosate in the Americas. **Weed Biology and Management**, v. 14, p. 106-114, 2014.

SERRA, A.; DOMINGOS, F.; PRATA, M. M. Intoxicação por Paraquat. **Acta Médica Portuguesa**, Lisboa, v. 16, p. 25-32, 2003.

SERVIATES, J. C.; TUCCI, M. A.; GEIGER, D. R. Glyphosate effects on carbon assimilation, ribulose biphosphate carboxylase activity, and metabolite levels in sugar beet leaves. **Plant Physiology**, v. 85, n. 2, p. 370-374, 1987.

SHIEH, W. J.; GEIGER, D. R.; SERVIATES, J. C. Effect of N-(Phosphonomethyl) glycine on carbon assimilation and metabolism during a simulated natural day. **Plant Physiology**, v. 97, n. 3, p. 1109-1114, 1991.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.

SPADER, V. *et al.* Manejo de azevém (*Lolium multiflorum*) resistente ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26, 2008, Ouro Preto. **Resumos**. Sete Lagoas: SBCPD/Embrapa Milho e Sorgo. 2008. CD ROM.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p.



VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Características e manejo de azevém resistente ao glyphosate**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 9 p. (Documentos Online, 59). Disponível em:<[www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do59.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do59.htm)>.

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A. Resistência. **Cultivar**, v.9, n.97, p.5-7, 2007. (suplemento).

VARGAS, L. et al. Buva (*C. bonariensis*) resistente ao glyphosate na região Sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

VELINI, E. D. et al. **Características e usos do glyphosate**. In: VELINI, E. D. et al. Glyphosate: uso sustentável. Fepaf: Botucatu, 2012a. 213 p.

VIDAL, R.A.; MEROTTO Jr., A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf. 2001. 152p.

VIDAL, R.A. **Ação dos herbicidas**. Porto Alegre: Edição do Autor, 2002. 89p.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: Palotti, 1997.

WALKER, K.A.; RIDLEY, S.M.; LEWIS, T.; HARWOOD, J.L. Action of aryloxyphenoxy carboxylic acids on lipid metabolism. **Reviews in Weed Science**, v.4, p.71-84, 1989.

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

## 7 Capítulo III: EFEITO RESIDUAL (õCARRY OVERö) DE HERBICIDAS INIBIDORES DA ACCase À CULTURA DO MILHO.

### 7.1 Resumo

O uso intensivo de glyphosate selecionou biótipos de algumas gramíneas (família *Poaceae*) como o azevém (*Lolium multiflorum*) e o capim amargoso (*Digitaria insularis*). Constatada a presença de biótipos resistentes de azevém e/ou do capim amargoso ao glyphosate, a utilização de rotação de mecanismos de ação tem se mostrado uma alternativa eficaz, na qual o uso de herbicidas inibidores de ACCase, glutamina sintetase (GS) e inibidores do fotossistema 2 (FS2), tornaram-se a principal ferramenta para controle destas gramíneas na pré-semeadura de diversas culturas, inclusive do milho. Os herbicidas inibidores da ACCase, são utilizados para controle de plantas daninhas do tipo gramíneas, perenes e anuais em condições de pós emergência, e geralmente são seletivos a plantas da classe das dicotiledôneas. Herbicidas podem apresentar atividade residual, também conhecido como *carry over* mais longa do que o intervalo entre cultivos e pode proporcionar efeitos negativos nas culturas subsequentes devido a presença de resíduos com atividade biológica, porém no caso de controle em pré-semeadura da cultura, este residual, mesmo se for relativamente curto, pode ser prejudicial a cultura, pois esta operação é realizada nos dias que antecedem a semeadura, e uma vez que moléculas do herbicida ou seus metabólitos estejam presentes no solo em concentrações suficientes, a intensidade dos danos dependerá da suscetibilidade da cultura em sucessão. Este estudo, teve como objetivo verificar o potencial de fitointoxicação de herbicidas inibidores da

ACCCase à cultura do milho, quando aplicados 0, 5, 10 e 15 dias anterior a semeadura do milho, em dois tipos de solos, franco argilo arenoso e argiloso. O estudo foi constituído por dois experimentos, um para cada tipo de solo, à campo, organizados em esquema fatorial de composição dos tratamentos  $5 \times 4 \times 4 + 1$ , (5 herbicidas, aplicados em quatro doses, em quatro datas distintas, aos 15, 10, 5 e 0 dias anterior a semeadura das culturas) mais uma testemunha. Os tratamentos foram: clethodim (84, 108,132 e 156 g.i.a.ha<sup>-1</sup>), tepraloxym (50, 100, 150 e 200 g i.a.ha<sup>-1</sup>), haloxyfop-p-methyl (49,88; 62,34; 74,82; e 87,29 g i.a.ha<sup>-1</sup>), quizalofop-p-ethyl (25, 50, 75, e 100 g i.a.ha<sup>-1</sup>), e fluazifop-p-butyl (187,5; 250; 312,5 e 375 g i.a.ha<sup>-1</sup>). Foi avaliado, Índice de velocidade de Emergência (IVE), altura das plantas aos 24 e 49 dias após semeadura, fitointoxicação e produtividade. O maior efeito residual foi obtido em solo franco argilo arenoso no qual quizalofop-p-ethyl, na dose de 75 g i.a.ha<sup>-1</sup> promoveu fitointoxicação quando aplicado em um período inferior a 15 dias pré semeadura do milho (DPS), fluazifop-p-ethyl, nas doses de 312,5 g i.a.ha<sup>-1</sup>, e 375 g i.a.ha<sup>-1</sup> apresentou fitointoxicação a cultura quando aplicado em um período de 0 a 10 e 0 e 15 DPS, respectivamente; haloxyfop-p-ethyl, em doses  $\times 74,82$  g i.a.ha<sup>-1</sup> promoveu fitointoxicação ao milho quando aplicado em um período entre 0 e 5 DPS e clethodim apresentou fitointoxicação leve a cultura do milho, quando aplicado na dose de 144 g i.a.ha<sup>-1</sup>, no dia da semeadura da cultura.

---

**Palavras-chave:** inibidores da ACCCase, efeito residual, carry over, milho.

**RESIDUAL EFFECT ("CARRY OVER") OF HERBICIDES INHIBITORS ACCase ON CORN. Botucatu, 2015. 40 p.**

**Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências**

**Author: ANGELO STASIEVSKI**

**Adviser: CAIO ANTONIO CARBONARI**

## **7.2 Summary**

The intensive use of glyphosate has selected biotypes of some grasses (*Poaceae* family), ryegrass (*Lolium multiflorum*) and the sourgrass (*Digitaria insularis*). Given the presence of glyphosate-resistant biotypes of ryegrass and/or sourgrass, the use of rotational mechanisms of action have been shown to be an effective alternative, in which the use of ACCase inhibiting herbicides, glutamine synthetase (GS) and photosystem 2 inhibitors (FS2) have become the main tool for controlling these grasses in the pre-sowing of various crops, including corn. The ACCase inhibiting herbicides are used for controlling weed grasses, perennials and annuals, in post emergency conditions and are usually selective to dicotyledonous plants. Herbicides may have residual activity longer than the interval between crops, also known as 'carry over', causing negative effects on succeeding crops, due to the presence of waste with biological activity. In case of control in pre-sowing of the crop, this residual, even whether it is relatively small, can be detrimental to the crop, once this operation is performed in the days before sowing. Once the herbicide molecules or their metabolites are present in the soil in sufficient concentrations, the intensity of the damage will depend on the susceptibility of the succeeding crop. This study aimed to verify the potential of phytointoxication of ACCase inhibitor herbicide to corn, when applied 0, 5, 10 and 15 days before the sowing of corn, in both soils, sandy and clay. The study consisted of two experiments, one for each type of soil, at field, arranged in factorial composition of the treatments 5 x 4 x 4 + 1, (5 herbicides applied at four doses, on four separate dates) including an untreated check. The treatments applied were clethodim (84, 108.132 and 156 g a.i.ha<sup>-1</sup>), tepraloxymid (50, 100, 150 and 200 g a.i.ha<sup>-1</sup>) haloxyfop-P-methyl (49.88; 62.34; 74, 82, and 87.29 g a.i.ha<sup>-1</sup>), quizalofop-p-ethyl (25, 50, 75, and 100 g a.i.ha<sup>-1</sup>) and fluazifop-p-butyl (187.5, 250, 312.5 and 375 g a.i.ha<sup>-1</sup>). It was evaluated, emergency speed index (IVE), plant height at 24 and 49 days after sowing, plant

intoxication and yield. The greater residual effect was obtained in sandy soil, in which quizalofop-p-ethyl at 75 g a.i. ha<sup>-1</sup> promoted phytotoxicity when applied in a period less than 15 days pre corn seeding (DPS); fluazifop-p-ethyl at doses of 312.5 g a.i. ha<sup>-1</sup> and 375 g a.i. ha<sup>-1</sup> caused phytointoxication to the crop when applied in a period from 0 to 10 and 0 to 15 DPS, respectively; haloxyfop-p-ethyl, at doses higher than 74.82 g a.i. ha<sup>-1</sup> promoted phytotoxicity to corn, when applied in a period between 0 and 5 DPS. Clethodim showed a slight phytotoxicity to corn when applied at a dose of 144 g a.i. ha<sup>-1</sup>, at the same day of the sowing.

---

Keywords: ACCase inhibitors, residual effect, carry over, corn.

### 7.3 Introdução

A atividade residual de herbicidas no início do ciclo das culturas pode agir positivamente suprimindo novos fluxos de plantas daninhas, permitindo assim, que a cultura possa emergir no limpo. Porém, herbicidas com atividade residual mais longa do que o intervalo entre cultivos podem proporcionar efeitos negativos nas culturas subsequentes devido a presença de resíduos com atividade biológica (KARAM, et al., 1996; MACHADO et al., 2006; DAN et al., 2011).

O efeito residual é a habilidade que um herbicida tem para reter a integridade de sua molécula e, conseqüentemente, suas características físicas, químicas e funcionais no ambiente. Este fenômeno, também conhecido como *“carry over”* depende em grande parte da estrutura química de um herbicida, uma vez que afeta sua solubilidade em água, pressão de vapor, adsorção ao solo e suscetibilidade à degradação química e microbiana. Estas características, associadas as condições de clima e solo predominantes, determinam a quantidade de herbicida presente no solo no momento do plantio da cultura em sucessão. Uma vez que moléculas do herbicida ou seus metabólitos estejam presentes no solo em concentrações suficientes, a intensidade dos danos dependerá da suscetibilidade da cultura em sucessão (OLIVEIRA, 2001).

Com a evolução dos casos de biótipos de azevém resistentes ao glyphosate tornou-se necessária a busca por novas opções de dessecação em áreas com azevém resistente ao glyphosate, visando a semeadura de culturas de verão como o milho.

A associação de glyphosate com outros herbicidas na operação de dessecação é prática utilizada visando efeito aditivo, ou seja, de ampliação do espectro de controle. Dentre as opções de graminicidas com atividade em azevém resistente ao glyphosate estão os herbicidas do grupo dos inibidores da enzima acetil coenzima A (ACCCase) (VIDAL e MEROTTO Jr., 2001).

Os herbicidas inibidores da ACCCase, comumente chamados de *õ*graminicidas, são utilizados para o controle de plantas daninhas do tipo gramíneas, perenes e anuais, em condição de pós-emergência. Os mesmos são divididos em dois grupos químicos: os ariloxifenoxipropionatos (APP), comumente chamado de "fop", e as ciclohexanodionas (CHD) ou "dim" (HARWOOD, 1999) que, embora apresentem diferenças em suas estruturas químicas, possuem afinidade pelo mesmo sítio de ação na ACCCase (RENDINA et al., 1989). Os principais herbicidas do grupo dos APP são: quizalofop-p-ethyl, propaquizafop, fluazifop-p-butyl, haloxyfop- methyl, clodinafop propargyl, cyalofop-butyl, diclofop-methyl, fenoxaprop- p-ethyl; e dos CHD são: butroxydim, alloxydim, clefoxydim, clethodim, tralkoxydim, tepraloxyn, sethoxydim e cicloxydim.

Existem poucas informações na literatura, mostrando o comportamento residual dos herbicidas sobre culturas suscetíveis como o milho e o trigo. O conhecimento do comportamento dos herbicidas inibidores da enzima ACCCase no solo, aliado às informações de eficácia dos mesmos sobre biótipos de azevém resistentes ao glifosato, poderão subsidiar as empresas detentoras dessas moléculas e os órgãos públicos, na busca de registros para o posicionamento desses herbicidas na dessecação em pré semeadura de culturas agrícolas (OLIVEIRA, 2001)..

Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação conjunta dos herbicidas glyphosate e clethodim na dessecação do azevém resistente ao glyphosate, sobre a produtividade do milho, em diferentes épocas após a dessecação, Turra et al., (2012) conduziram um experimento em parcelas subdivididas sendo as diferentes doses de dessecação alocadas nas parcelas principais (glyphosate ó 1080 g e.a.ha<sup>-1</sup>; glyphosate + clethodim ó 1080 g e.a.ha<sup>-1</sup> + 240 g i.a.ha<sup>-1</sup>) e as épocas de semeadura do milho nas subparcelas (10 dias após a aplicação dos tratamentos de dessecação ó DAT; 20 e 30 DAT). A maior produtividade de grãos foi obtida quando a semeadura do milho foi realizada 10 DAT, obtendo-se 5505 kg ha<sup>-1</sup>. O herbicida clethodim na dose de 240 gi.a.ha<sup>-1</sup> quando associado ao glyphosate (1080 g e.a.ha<sup>-1</sup>) na dessecação de azevém, em intervalo

de, pelo menos 10 dias para a semeadura do milho, é eficiente no manejo do azevém resistente ao glyphosate e não causou dano a cultura.

A utilização de outros herbicidas para a operação de dessecação, como o paraquat, não é suficiente quando aplicado isoladamente, pois se trata de um herbicida de contato (VIDAL, 2007) e, assim, não impede que as plantas de azevém rebrotem após o tratamento. Contudo, a aplicação de herbicidas inibidores da enzima ACCase, em associação ao glifosato ou em seqüencial com o paraquat, tem se mostrado uma alternativa eficaz no controle de biótipos de azevém resistente ao glifosato (VARGAS et al., 2005; SPADER et al., 2010).

O objetivo deste estudo foi determinar a atividade residual dos herbicidas inibidores de ACCase, aplicados em pré semeadura, na cultura do milho, em dois tipos de solos.

#### **7.4 Revisão de literatura**

O solo é o destino final dos produtos químicos usados na agricultura, sejam eles aplicados diretamente no solo ou aplicados na parte aérea das plantas. Ao entrarem em contato com o solo, os herbicidas estão sujeitos a processos físico-químicos que regulam seu destino no ambiente (OLIVEIRA, 2001).

Devido à necessidade de uso racional dos insumos agrícolas para minimizar os impactos ambientais da agricultura, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de compreender o comportamento de herbicidas no solo.

A correlação entre as características inerentes a esses solos, como a presença de cargas dependentes de pH, a predominância de minerais de argila 1:1 e óxidos de ferro e alumínio, além da grande importância da matéria orgânica na CTC total, definem a dinâmica desses produtos no solo (OLIVEIRA, 2001).

Verifica-se que os sistemas adotados em parte por alguns produtores encontram-se baseados simplesmente no controle químico com herbicidas preestabelecidos, não considerando as condições específicas locais, como solo, clima, cultivar ou mesmo o sistema rotacional de cultivo utilizado, logo, um dos grandes problemas constatados nos diversos cultivos tem sido a intoxicação das plantas causada por herbicidas utilizados durante o ciclo da cultura ou, ainda, por aqueles pulverizados em

culturas antecessoras e que possuem efeito residual no solo, comprometendo, portanto, a produtividade. Assim, a compreensão da dinâmica dos herbicidas no solo em função das características do clima, do solo e do próprio herbicida é fundamental para a adoção do manejo integrado de plantas daninhas no cultivo da safra e nas culturas em sucessão (OLIVEIRA, 2001).

Uma das principais dúvidas das pessoas envolvidas com a recomendação e aplicação de herbicidas é sobre a dinâmica dos produtos no solo, e os fatores que afetam esta dinâmica (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

Partindo da ideia que o efeito residual de herbicidas está intimamente ligado a dinâmica destes no solo, faz-se necessário entender como esses se dissipam no ambiente, bem como os processos envolvidos.

O processo de dissipação de herbicidas no ambiente está relacionado com as propriedades físico-químicas do herbicida e do solo, com as condições climáticas, com o manejo e com o sistema de cultivo utilizado (CLAY, 1993; NIEKAMP e JOHNSON, 2001). Entre os processos envolvidos após a aplicação dos herbicidas está a retenção (sorção (adsorção e absorção), transformação (degradação química e/ou biológica), transporte (deriva, volatilização, lixiviação e escoamento superficial) e a interação entre todos esses processos. Muito do herbicida aplicado é perdido nesses processos, sendo pouco absorvido pelas plantas-alvo. Para minimizar as perdas ou mesmo o efeito residual danoso dos herbicidas no ambiente, é necessário estudar as propriedades físico-químicas desses.

O conhecimento das principais propriedades físico-químicas das moléculas de herbicidas é muito utilizado no estudo de seu comportamento no ambiente, o que permite uso mais racional dos mesmos (OLIVEIRA, 2001).

A constante de equilíbrio de ionização ( $pK_a/pK_b$ ) relaciona-se com a possibilidade de ionização das moléculas em soluções com diferentes valores de pH (Oliveira, 2001). Segundo o mesmo autor, herbicidas ácidos são aqueles cujas formas moleculares (neutras) são capazes de doar um próton e formar íons carregados negativamente. Quanto maior for o valor do  $pK_a$  do herbicida, mais fraca é a sua força ácida, logo menor a chance do herbicida ficar aniônico. Para esses herbicidas, se o pH da solução do solo for igual ao  $pK_a$  do herbicida, as concentrações das formas não dissociada (molecular) e dissociada (ionizada, nesse caso aniônica) são iguais. Se o pH da solução do



solo for menor que o pKa do herbicida, a concentração da forma não dissociada será maior que a da forma dissociada ou aniônica (OLIVEIRA, 2001).

O herbicida ficando na forma original (neutra) terá comportamento semelhante às substâncias não iônicas. Por outro lado, se o pH da solução solo for maior que o pKa do herbicida, a concentração da forma não dissociada (molecular) será menor que a da forma aniônica. Isso ocorre principalmente com uma ou mais unidades de pH acima do valor do pKa do herbicida ácido. O herbicida ficando na forma aniônica terá mais chances de ser transportado livremente através da solução do solo, a não ser que ele forme reações de complexação (OLIVEIRA, 2001).

Também segundo Oliveira (2001), herbicidas básicos são aqueles cujas formas neutras (moleculares) são capazes de receber prótons e formar íons carregados positivamente. Para os herbicidas básicos, quanto maior for o valor de pKb do herbicida (ou menor valor de pKa), mais fraca é a sua força básica, isto é, menor a chance do herbicida ficar catiônico. Se o pH da solução for igual ao pKa do herbicida a concentração das formas não dissociada (molecular ou neutra) e associada (catiônica ou protonada) são iguais. Por outro lado, se o pH da solução do solo for menor que o pKa do herbicida, a concentração da forma catiônica (protonada) será maior do que a forma neutra. Isto ocorre principalmente com uma ou mais unidades de pH abaixo do valor do pKa do herbicida básico. Nestas condições, o herbicida tem grandes probabilidades de ficar adsorvido aos componentes do solo e não ser transportado para outras partes do ambiente. Mas, se o pH da solução for maior que o pKa do herbicida básico, a concentração da forma neutra será maior que da forma protonada ou catiônica. Os herbicidas que não doam e nem recebem prótons em solução são considerados não iônicos, permanecendo em sua forma molecular em solução.

O coeficiente de partição octanol-água ( $K_{ow}$ ) refere-se à medida da intensidade da afinidade da molécula pela fase polar (representada pela água) e apolar (representada pelo 1-octanol). É uma medida da lipofilicidade da molécula. Valores de  $K_{ow}$  são adimensionais, sendo expressos normalmente na forma logarítmica ( $\log K_{ow}$ ) e é constante para certa molécula a uma dada temperatura. Quanto maior o  $K_{ow}$ , maior a adsorção e maior a persistência do herbicida no solo, favorecendo assim a ocorrência do efeito residual ou carry over. Em contrapartida, quanto menor o  $K_{ow}$ , maior a solubilidade do herbicida e menor sua sorção no solo, facilitando assim a movimentação desses em direção à região de germinação das plantas daninhas (OLIVEIRA, 2001).

A Solubilidade em água indica a quantidade máxima de uma molécula que se dissolve em água pura a uma determinada temperatura. A solubilidade em água pode ser considerada como a partição de uma molécula entre ela mesma e a água. Quanto maior a quantidade de grupos hidrofílicos a substância possuir (mais polar), maior será sua afinidade pela água, logo, maior sua solubilidade. Seu valor é expresso em miligramas do herbicida por litro de água, normalmente a 25°C (OLIVEIRA, 2001).

As moléculas na fase líquida tendem a escapar desta fase e passar para a fase gasosa (volatilização). Quanto maior a pressão de vapor, maior a volatilização do herbicida.

A constante da lei de Henry (H) é um coeficiente de partição entre o ar e a água (solução do solo). Sua determinação é importante para os herbicidas na fase líquida do solo, podendo ser utilizado na indicação do potencial de volatilização de determinados herbicidas. Valores elevados de H são indicativos de herbicidas altamente voláteis (PROCÓPIO et al., 2001).

A meia vida ( $T_{1/2}$ ) é o tempo necessário para que ocorra a dissipação de 50% da quantidade inicial aplicada do herbicida (PROCÓPIO et al., 2001). Assim como os herbicidas apresentam suas propriedades físico-químicas, o solo tem diversas características que influenciam na dinâmica dos herbicidas no solo. Entre elas, pode-se citar a textura, mineralogia, matéria orgânica, pH, capacidade de retenção de água (umidade), potencial redox (Eh) e atividade microbiológica. Esses interagem entre si, além de interagirem com as propriedades de cada herbicida.

A baixa umidade do solo no momento da aplicação do herbicida também pode afetar o processo de sorção deste. Conforme Procópio et al. (2001) teores menores de água no solo favorecem a ligação das moléculas do herbicida à fase sólida, reduzindo a sua mobilidade no perfil do solo.

O herbicida ideal seria aquele que efetuasse o controle de plantas daninhas com a maior eficiência possível e logo depois se dissipasse sem deixar vestígios e sem ocasionar nenhum dano ao ambiente, cumprindo assim também o seu segundo objetivo (OLIVEIRA Jr., 2001).

Devido à elevada utilização de herbicidas nos cultivos agrícolas brasileiros, tem-se observado maior preocupação quanto à contaminação do ambiente e à utilização racional dos recursos hídricos e do solo. Entre os efeitos diretos percebidos pelos produtores estão os sintomas de intoxicação e a redução de produtividade das

culturas, ocasionados por herbicidas de ação residual. Sua permanência e degradação no solo são processos chave na determinação do seu efeito residual, sendo fundamentais para avaliar a eficiência de controle das plantas daninhas (HINZ, 2001).

Os herbicidas residuais são aqueles que apresentam um maior período de atividade. Entretanto, esses herbicidas podem apresentar um efeito residual (carry over), que pode acarretar impacto ambiental negativo. Segundo Oliveira (2001), efeito residual é a habilidade que um herbicida tem para reter a integridade de sua molécula e, conseqüentemente, suas características físicas, químicas e funcionais no ambiente.

O potencial de carry over depende do herbicida utilizado, da cultura em sucessão e das condições ambientais após a aplicação de herbicidas. O planejamento da sucessão de culturas deve ser criterioso para evitar este problema, sendo que a situação ideal deve ser o controle com efeito residual até o fechamento da cultura.

Johnson & Talbert (1996), ao avaliarem o efeito residual de imazaquin, demonstraram que resíduos desse herbicida no solo causaram toxicidade às culturas de melão, pepino, girassol e mostarda, até quando semeadas aos 112 dias após aplicação. Em trabalhos realizados durante três anos consecutivos, Walsh et al. (1993) também avaliaram os efeitos residuais no solo de imazaquin, utilizado na cultura da soja, sobre as culturas sucessivas de trigo, milho, sorgo e algodão. Constataram que o herbicida, na maior dosagem, causou injúria em algodão, sem, no entanto, afetar a produtividade. Renner et al. (1988) também detectaram prejuízos para o crescimento e produtividade da cultura do milho plantada após a aplicação de imazaquin em soja. Já Oliveira et al. (1996) comentam que o consecutivo incremento da área de plantio do chamado milho safrinha, após o cultivo de verão, torna-se de grande importância investigar a possibilidade de aparecimento de carry over dos herbicidas aplicados na cultura da soja, como é o caso do imazaquin. Diante disso, Rodrigues e Almeida (2005) recomendam um intervalo de 300 dias entre a aplicação do imazaquin e a semeadura do milho em rotação.

O herbicida imazethapyr, do grupo das imidazolinonas (mesmo grupo do imazaquin), tem a persistência influenciada por propriedades do solo como o pH, a textura (Loux e Reese, 1992, 1993), a umidade (BAUGHMAN e SHAW, 1996) e o teor de matéria orgânica (Stougaard et al., 1990). O imazethapyr pode prejudicar o girassol semeado em sucessão à cultura da soja. Outros cultivos como pepino, espinafre, brássicas e beterraba são também sensíveis ao resíduo desse produto (JOURDAN e AVENI, 1998).

De acordo com Rodrigues e Almeida (2005), não é recomendado cultivar o milho em sucessão à soja onde foi aplicado imazethapyr.

O fomesafen, quando misturado comercialmente com o fluazifop-p-butil, apresenta um longo efeito residual no solo (COBUCCI et al., 1998), e o plantio posterior de culturas sensíveis, como o milho e o sorgo, apresenta necessidade de intervalo mínimo de 150 dias após aplicação, podendo variar conforme o clima e a textura do solo (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005). Alguns experimentos foram realizados por Silva et al. (2007) em plantas-teste e dois tipos de solo utilizando esse produto. Os autores observaram, que as plantas cultivadas no Latossolo Amarelo apresentaram menor valor de matéria seca da parte aérea, se comparadas com as cultivadas em Argissolo Amarelo. As médias da matéria seca das raízes nas culturas de abóbora, pepino e milho não apresentaram diferença significativa entre os solos avaliados, assim como entre as áreas que receberam a aplicação da mistura comercial ou as isentas desta. Contudo, quando se comparou o Latossolo Amarelo, coletado da área sem aplicação do herbicida, com o coletado da área que recebeu a mistura comercial, verificou-se redução de 38% da matéria seca das raízes de mudas de maracujá, o que não se constatou para o solo do tipo Argissolo Amarelo, sendo este o resultado mais extremo.

Diversos experimentos demonstram que o trifluralin pode permanecer no solo até a estação seguinte de cultivo, em concentrações capazes de causar danos a culturas susceptíveis como milho (FINK, 1972 e OLIVEIRA et al., 1996), sorgo (ABERNATHY e KEELING, 1979), arroz (BREWER et al., 1982) e trigo (CORBIN et al., 1994).

Carvalho et al. (2010), trabalhando com a avaliação do efeito residual dos herbicidas nicosulfuron isolado e nicosulfuron + atrazine nas culturas da soja, feijão, algodão, pepino, girassol e arroz, constataram diversos problemas de fitotoxicidade. Os autores observaram que todas as culturas estudadas sofreram algum tipo de efeito causado pelos herbicidas até 15 dias após a semeadura, diminuindo gradualmente aos 30 e 45 dias após a semeadura. É importante salientar que todos os sintomas de fitotoxicidade já eram esperados devido a não seletividade dos herbicidas utilizados às culturas estudadas. Através dos resultados, os autores definiram períodos seguros para se realizar a semeadura dessas culturas: feijão, pepino e girassol podem ser semeados 30 dias após a aplicação dos herbicidas estudados; a soja de 15 a 30 dias após a aplicação; o algodão 60

dias após a aplicação de nicosulfuron e 45 dias após a aplicação de nicosulfuron + atrazine; e o arroz 60 dias após aplicação dos herbicidas em questão.

Para compreender o comportamento dos herbicidas no solo e utilizá-los de maneira racional, é de fundamental importância a escolha dos produtos e suas respectivas dosagens para mistura ou aplicação isolada, tomando-se o devido cuidado quanto ao tipo de solo e clima nos quais serão utilizados, assim como entender o motivo dos problemas ocorridos e prevenir falhas de controle, a fim de reduzir o risco do impacto ambiental que o efeito residual (carry over) possa vir a causar, além de minimizar problemas de fitotoxicidade e perdas em culturas subsequentes (CUZATO et al., 2011)

A dessecação pré semeadura ou manejo inicial, realizados com herbicidas de ação total (SOUZA et al., 2000), é uma das práticas mais importantes para a implantação das culturas. Procurar manter a cultura no limpo pelo maior período de tempo possível, evitando-se ao máximo a mato-competição, principalmente no estágio inicial de desenvolvimento, pois é nesta fase que o milho mais necessita de nutrientes, água e luz para realizar a fotossíntese, e desta forma termos plantas com adequada nutrição e sanidade.

É fundamental a realização das dessecações antecipadas, de forma a possibilitar o controle efetivo das plantas daninhas presentes no local, ou mesmo, na constatação de uma falha de aplicação, ou controle insatisfatório, permitir tempo hábil para uma segunda intervenção antes da implantação da cultura, reiterando a importância da semeadura da cultura ser efetuada no *õlimpoö* (COAGRIL, 2010).

Os objetivos principais do controle químico é a obtenção de máxima eficácia de controle, com alta seletividade para a cultura de forma econômica e com a minimização dos efeitos ambientais. Os herbicidas atualmente em uso nas aplicações de manejo apresentam variações específicas de eficácia de controle das espécies que compõem a comunidade infestante, e também no grau de seletividade para a cultura em função da dose, época de aplicação, condições edáficas e climáticas e estágio fenológico e condições fisiológicas das plantas daninhas.

## **7.5 Material e métodos**

O presente estudo, foi constituído por dois experimentos, sendo um em solo de textura franco argilo arenosa, e outro em solo argiloso, os quais foram

conduzidos em condições de campo, durante o mesmo período. As características físicas e químicas de cada tipo de solo estão ilustradas na Tabela 18.

Para determinar a classe textural dos solos foi utilizado o Triângulo de classificação textural de solos (LEMOS e SANTOS, 1984), (Figura 8), onde substituindo os dados expressos na Tabela 18, no triângulo textural obteve-se assim, a classificação textural dos solos.

**Tabela 18.** Características físico-químicas dos solos onde foram instalados os experimentos. Pereiras, SP, 2013

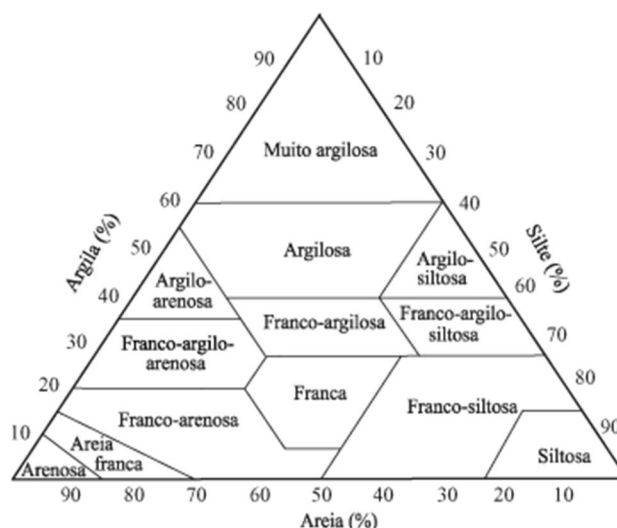
Tipo de solo	Cu		Fe		Zn		Mn		B	
	-----DTPA-----								Água quente	
-----mg.dm <sup>-3</sup> -----										
<b>Argiloso</b>	3,3		57		4,0		97,2		0,54	
<b>Franco argilo arenoso</b>	2,2		59		4,5		35,6		0,56	

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma de bases	Sat. Base	Sat Al
	CaCl	g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	-----mmol.dm <sup>-3</sup> -----				-----		V%	m%
<b>Argiloso</b>	5,6	25	54	10,8	62	21	28	0	94	77	0
<b>Franco argilo arenoso</b>	5,5	18	48	6,4	51	17	25	0	74	75	0

	Argila	Silte	Areia total	Areia	Areia fina
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----				
<b>Argiloso</b>	550	290	160	80	80
<b>Franco argilo arenoso</b>	400	280	320	140	160



**Figura 8.** Triângulo de classificação textural de solos (Lemos e Santos, 1984)

Os tratamentos utilizados para verificar o efeito residual na cultura do milho, foram os mesmos para os dois experimentos, e podem ser apresentados na Tabela 19.

Os experimentos foram conduzidos, no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola da Arysta LifeScience do Brasil (CPDA), localizado no município de Pereiras, SP, no período entre outubro de 2013 a março de 2014.

### 7.5.1 Semeadura e Tratos culturais

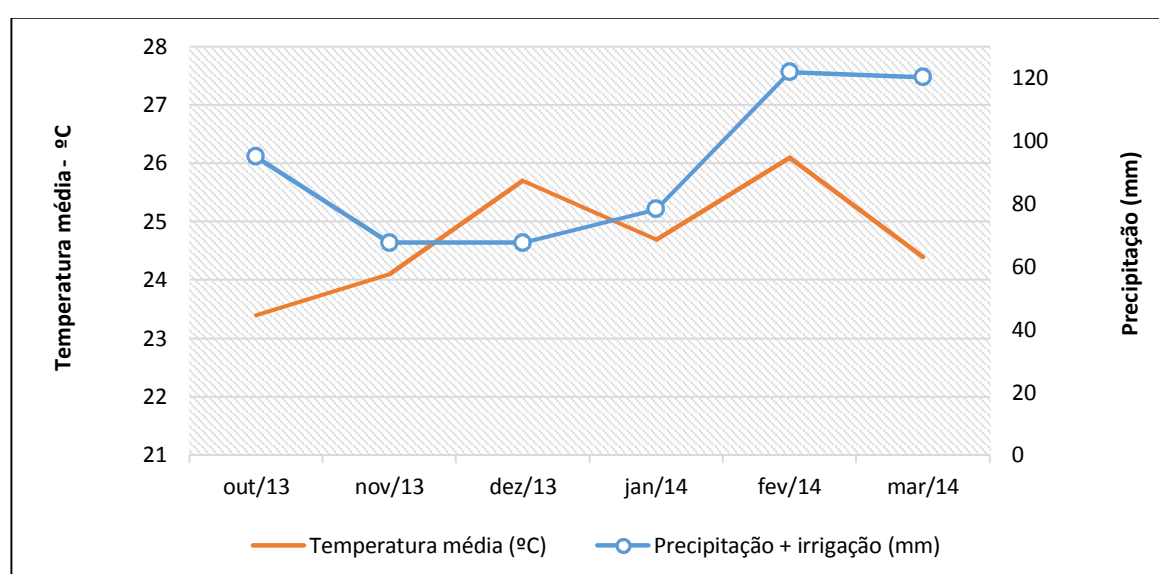
O milho utilizado nos dois ensaios, foi o híbrido, AG7098 Pro 2, de ciclo precoce, porte alto, inserção da espiga alta, bom empalhamento, bom *stay green*, com grão do tipo semidentado, amarelo. A semeadura foi realizada no dia 25 de outubro de 2013, e a emergência média foi variável, e será discutida adiante, no item 7.6. Resultados e Discussão.

O sistema escolhido para condução da cultura, foi o plantio convencional, evitando assim a interferência da palhada nos resultados. As áreas destinadas aos experimentos foram previamente preparadas por gradagem leve, e antecedendo à semeadura do milho as áreas permaneceram em pousio por dois anos.

O espaçamento adotado foi de 0,5 m entre linhas de semeadura, e 0,3 m entre sementes (3,25 sementes/m), resultando em uma população de 65.000

plantas.ha<sup>-1</sup>, ficando dentro da faixa de recomendação, para este híbrido, que é de 60.000 a 70.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, para o período e região. A adubação de base constituiu de 300 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-25-25 na semeadura, e a adubação de cobertura constituiu de 200 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia aplicados, no estágio fenológico V4.

O controle de plantas daninhas, foi realizado por capinas. Visando suprir a deficiência hídrica no período, foi realizado irrigação por aspersão, sendo que a temperatura média e o balanço hídrico, somados às irrigações por aspersão, ocorridos no período de condução dos experimentos encontram-se na Figura 9.



**Figura 9.** Temperatura média e o balanço hídrico, somados às irrigações por aspersão, ocorridos no período de condução dos experimentos. Pereiras, SP, 2013

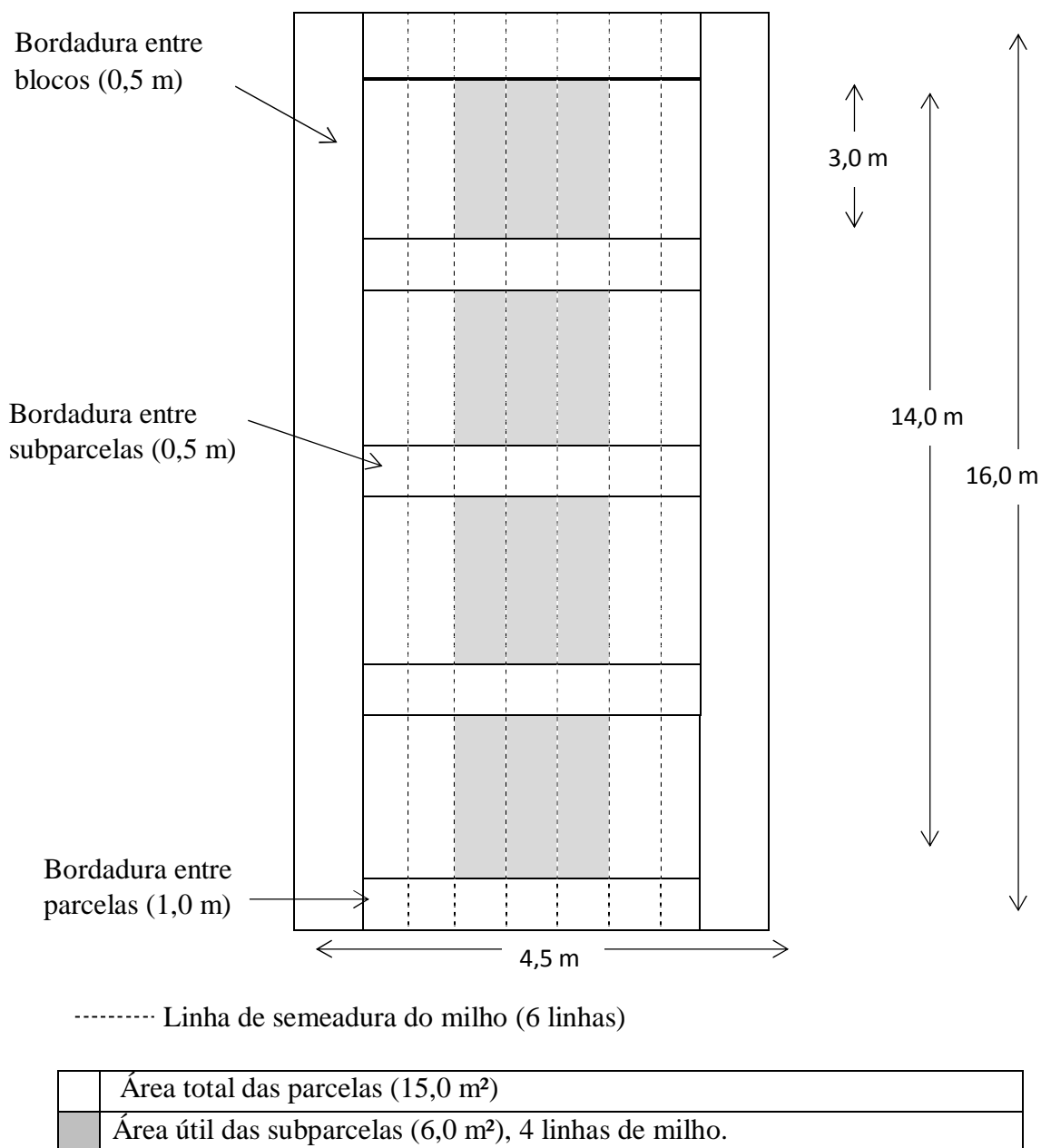
### 7.5.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, organizados em esquema fatorial de composição dos tratamentos 5 x 4 x 4 + 1, (5 herbicidas, aplicados em quatro doses, em quatro datas distintas, aos 15, 10, 5 e 0 dias anterior a semeadura das culturas (Dias Pré Semeadura - DPS), incluindo uma testemunha, totalizando 81 tratamentos. Os tratamentos, e período de aplicação podem ser visualizados na Tabela 19.

Os tratamentos foram aplicados em parcelas, subdivididas, em quatro subparcelas, cada uma para um período de aplicação (15, 10, 5 e 0 DPS). A área



total de cada parcela era de 16,0 m x 4,5 m (72,0 m<sup>2</sup>). Visando a composição da área útil das subparcelas foi desconsiderado 0,5 m nas bordas, e uma linha de semeadura em cada lateral das parcelas, resultando em uma área de útil de 6,0 m<sup>2</sup> (3,0 x 2,0 m), e quatro linhas de milho, conforme Figura 10.



**Figura 10.** Esquema e dimensões das parcelas do experimento.

**Tabela 19.** Nome comum, e formulado, doses em gramas do ingrediente ativo (g i.a.ha<sup>-1</sup>) e litros do produto formulado por hectare (L p.f.ha<sup>-1</sup>) e período de aplicação dos tratamentos (DPS ó Dias Anterior (Pré semeadura). Pereiras, SP, 2013.

Tratamentos			Período de	Dose	
Nº	Ingrediente ativo	Produto formulado	aplicação (Dias Pré Semeadura ó DPS)	g.i.a.ha <sup>-1</sup>	g, ml pf.ha <sup>-1</sup>
1	Testemunha	-		-	-
2	clethodim	Select 240 EC <sup>1</sup>		72	300
3				96	400
4				120	500
5				144	600
6				50	250
7	tepraloxymidim	Aramo 200 <sup>2</sup>		100	500
8				150	750
9			Todos os tratamentos	200	1000
10			foram aplicados, em	48	400
11	haloxifop-p-methyl	Verdict R <sup>2</sup>	parcelas subdivididas	60	500
12			aos 15, 10, 5 e 0 dias	72	600
13			anterior a semeadura	84	700
14			do milho.	25	500
15	quizalofop-p-ethyl	Targa 50 EC		50	1000
16				75	1500
17				100	2000
18				187,5	750
19	fluazifop-b-butyl	Fusilade 250 EW		250	1000
20				312,5	1250
21				375	1500

(<sup>1</sup>) Adicionado adjuvante Lanza ó 0,5% V/V;

(<sup>2</sup>) Adicionado óleo mineral Assist ó 0,5% V/V;

### 7.5.3 Aplicação dos tratamentos

Os tratamentos, foram aplicados, em pré-plantio, sem a presença de cobertura morta (palhada), ou de plantas daninhas, aos 15, 10, 5 e 0 dias anterior a semeadura da cultura do milho conforme pode ser visualizado na Tabela 20.

A aplicação foi efetuada com um pulverizador costal, à pressão constante de 172,5 KPa, pelo CO<sup>2</sup> comprimido, equipado com seis pontas de jato plano, do tipo ôlequeö XR110.02 VS, espaçadas 0,5 m entre elas. A velocidade de aplicação foi de 4,5 km.h<sup>-1</sup>, resultando em volume da calda de 150 L.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 20.** Período, datas e condições climáticas, no momento das aplicações dos tratamentos. Pereiras, SP, 2013.

	<b>Período da aplicação</b> (Dias anterior a semeadura do milho-DPS)	<b>Data</b>	<b>Horário</b> (h)	<b>Temp</b> (°C)	<b>Umidade Relativa do ar</b> (%)	<b>Velocidade do vento</b> (km.h <sup>-1</sup> )
<b>Experimento I ó Solo franco argilo arenoso</b>	<b>15</b>	09/11/13	16:00	26,4	60	3-6
	<b>10</b>	04/11/13	14:30	28,1	71	0-5
	<b>5</b>	30/10/13	9:00	21,0	55	2-5
	<b>0</b>	25/10/13	15:30	26,0	63	2-6
<b>Experimento I ó Solo argiloso</b>	<b>15</b>	09/11/13	15:00	26,2	60	3-6
	<b>10</b>	04/11/13	13:30	28,0	71	0-5
	<b>5</b>	30/10/13	8:00	20,2	55	2-5
	<b>0</b>	25/10/13	14:30	26	63	2-6

### 7.5.4 Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas foram: emergência, altura de plantas, fitointoxicação e produtividade da cultura.

A emergência das plântulas de milho, foi avaliada aos 5, 7, 10 e 12 dias após semeadura (DAS), utilizando-se 2,0 m da linha central, previamente marcada, de cada parcela. No decimo dia ocorreu a estabilização da emergência, logo foi utilizado esta data, como sendo a última data de avaliação de emergência, para realizar a discussão e conclusões sobre emergência final.

Os dados de emergência foram utilizados para determinar o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), o qual foi calculado pela fórmula proposta por Maguire, 1962:  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ , onde: IVE = índice de velocidade de emergência. E1, E2...En = número de plântulas emergida computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem. N1, N2... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Aos 24 e 49 dias após a semeadura do milho (DAS), foram realizadas avaliações visuais dos tratamentos herbicidas nas plantas de milho, utilizando-se escala atribuindo-se notas variando de 00 (sem sintomas visíveis) e 100 (morte das plantas) onde a nota zero significou nenhum sintoma de injúria nas plantas e a nota 100 representou morte das plantas conforme Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (1995),

Nas mesmas datas foi avaliado a altura das plantas, a partir do colo até a extremidade da maior folha estendida, em 10 plantas/ parcela, escolhidas aleatoriamente.

Na colheita, a qual foi realizada manualmente, foi determinado a produtividade, colhendo-se em uma área de 4,0 m<sup>2</sup>/ parcela (4 linhas de plantio x 2,0 m). Foi determinado, no momento da colheita, a umidade dos grãos através do uso de medidor de umidade John Deere, modelo SW08120, e a pesagem das amostras.

Os resultados da pesagem das amostras, expresso em g/4 m<sup>2</sup>, foram ajustados para umidade de 13 % e em kg.ha<sup>-1</sup>.

### **7.5.5 Análise dos resultados**

Os resultados, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, análise fatorial e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade.

## 7.6 Resultados e Discussão

Na Tabela 21 estão apresentados todos os resultados da análise de variância do fatorial triplo (herbicida x período de aplicação x dose). Observa-se que a interação tripla não foi significativa para nenhum dos parâmetros avaliados e desta forma optou-se por apresentar os resultados para cada um dos herbicidas comparando-se os períodos de aplicação e as doses do herbicida.

**Tabela 21.** Resultados da análise de variância de todos os parâmetros avaliados nos solos arenoso e argiloso.

Solo Argiloso							
	IVE <sup>1</sup>	Emergência final (%)	Fitointoxicação (%)		Altura das plantas (cm)		Prod. kg.ha <sup>-1</sup>
		10 DAS <sup>2</sup>	24 DAS	49 DAS	24 DAS	49 DAS	
<b>F Herb</b>	4,019**	0,387	46,754**	42,221**	34,174**	23,405**	6,466**
<b>F Período</b>	0,561	1,191	7,887**	8,385**	5,965**	16,776**	2,932
<b>F Dose</b>	0,720	1,164	8,301**	7,985**	0,065	1,354	2,041
<b>F H x P x D</b>	0,704	0,960	0,989	1,070	0,570	0,274	0,343
<b>CV</b>	23,29	10,16	255,63	232,22	7,07	7,1	7,35

Solo Franco argilo arenoso							
	IVE	Emergência final (%)	Fitointoxicação (%)		Altura das plantas (cm)		Prod. kg.ha <sup>-1</sup>
		10 DAS	24 DAS	49 DAS	24 DAS	49 DAS	
<b>F Herb</b>	9,004**	0,701	49,487**	40,360**	16,763**	10,342**	4,272**
<b>F Período</b>	4,122**	2,251	12,413**	9,650**	17,256**	5,739**	1,423
<b>F Dose</b>	2,234	1,813	23,710**	19,130**	13,540**	14,737**	3,433**
<b>F H x P x D</b>	0,755	0,349	0,988	1,139	0,539	0,343	0,607
<b>CV</b>	13,6	8,74	166,38	181,03	9,25	7,01	6,36

Com base na Tabela 22, pode-se analisar o efeito do herbicida clethodim, quando aplicado, em pré-plantio da cultura do milho em solo de textura franco argilo arenosa.

Verifica-se que o clethodim aplicado em um período de 15 dias que antecedeu a semeadura do milho, até o dia da semeadura (0 dias), em doses que variaram de 72 a 144 g i.a.ha<sup>-1</sup>, não influenciou a emergência final do milho, não apresentando diferença estatística entre os tratamentos, tanto para dose quanto para período, ou para a interação destes dois fatores.

Segundo Edmond & Drapala (1958), quanto maior o valor obtido pela fórmula de velocidade de germinação ou emergência (IVE) têm-se sementes com maior vigor, com maior potencial fisiológico, logo pode-se inferir que quanto maior o IVE, menor foi a interferência de fatores externos, neste caso a influência do herbicida na emergência.

A análise, demonstra que não ocorreu diferença estatística para período e dose quando analisamos o fator Índice de velocidade de Emergência (IVE), para clethodim, logo a aplicação do herbicida não interferiu significativamente na velocidade de emergência do milho.

As plantas de milho, aos 24 DAS, apresentaram leves sintomas de fitointoxicação ao herbicida clethodim, quando aplicado no dia da semeadura do milho, e na maior dose avaliada, 144 g i.a.ha<sup>-1</sup>. Estes sintomas desapareceram aos 49 DAS, logo não foram apresentados. Na mesma data, e na mesma dose, é possível verificar que ocorreu uma redução significativa na altura das plantas, confirmando o efeito de fitointoxicação.

Quando, foi aplicado clethodim, nesta mesma dose (144 g i.a.ha<sup>-1</sup>), porém em períodos de aplicação diferentes do dia da semeadura (0 dias), aos 5, 10 e 15 DPS, não ocorreu sintomas de fitointoxicação a cultura, sendo, nas condições relatadas, seguro a aplicação de no máximo 144 g i.a.ha<sup>-1</sup>, em até 5 dias que antecedem a semeadura do milho, em solo franco argilo arenoso.

Analisando a Tabela 23, no qual o clethodim foi aplicado em solo de textura argilosa, pode-se analisar que o herbicida não afetou negativamente a cultura, não apresentando diferença significativa em nenhum dos fatores avaliados, IVE, emergência final, altura das plantas e produtividade, mesmo quando aplicado no dia da semeadura na dose máxima avaliada neste experimento.

Analisando-se o(s) efeito(s) do herbicida fluazifop-p-butyl, na Tabela 24, quando aplicado, em pré-plantio da cultura do milho em solo de textura franco argilo arenosa, o qual aplicado em doses igual ou acima de 250 g i.a.ha<sup>-1</sup>, no dia da semeadura do milho, em condições de solo arenoso, apresentou diferença significativa entre os tratamentos, reduzindo a velocidade de emergência da cultura, o mesmo ocorrendo para doses igual ou superior a 312,5 g i.a.ha<sup>-1</sup>, quando aplicou-se o herbicida aos 5, 10, e 15 dias antes da semeadura.

**Tabela 22.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida clethodim, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo **franco argilo arenoso**. Pereiras, SP, 2013.

Dose de clethodim (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS <sup>1</sup>			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	1,58	1,31	1,41	1,41	100	91,7	91,7	95,8
72	1,50	1,17	1,29	1,41	100	91,7	100	91,7
96	1,53	1,24	1,24	1,43	95,8	91,7	91,7	91,7
120	1,35	1,31	1,32	1,53	91,7	91,7	87,5	100
144	1,36	1,35	1,4	1,29	91,7	91,7	87,5	95,8
<b>F Período</b>	5,198 <sup>ns</sup>				1,383			
<b>F Dose</b>	0,655				0,675			
<b>F P x D</b>	1,149				0,842			
<b>CV</b>	10,43				7,72			
<b>DMS Período</b>	0,34				16,83			
<b>DMS Dose</b>	0,31				15,8			
	Fitointoxicação - 24 DAS <sup>1</sup>				Altura de Plantas - 24 DAS <sup>1</sup>			
Dose	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	0	0	0	0	69,5 AB	71,2 AB	71,7	74,1
72	0	0	0	0	66,1 ABC	67,7 AB	68,6	71,2
96	0	0	0	0	62,9 BC	67,0 AB	67,5	64,9
120	0	0	0	0	75,2 A	76,1 A	72,1	75,6
144	8,33 b	0a	0a	0a	57,3 Cb	62,6 Bb	66,7 ab	75,4 a
<b>F Período</b>	25,000**				3,669*			
<b>F Dose</b>	25,000**				7,678**			
<b>F P x D</b>	25,000**				1,299			
<b>DMS Período</b>	1,41				10,98			
<b>DMS Dose</b>	1,5				11,7			
	Altura de Plantas (cm) - 49 DAS				Produtividade kg.ha <sup>-1</sup>			
Dose	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	216,3	213,5 AB	217	221,1 AB	8213,3	8462,5	8039,1	8330,8
72	203,9	199 AB	208,6	195,1 B	8270,8	7930,8	7986,6	8460
96	203,6	192,1 B	204,3	196,3 B	8056,6	8189,1	7386,6	7901
120	223,2	214 AB	215,3	215,3 AB	7930,8	8432,5	7917,5	7632,5
144	218,3	219,3 B	229,2	232,8 A	8430	8100,8	7808,3	8360
<b>F Período</b>	1,158				1,905			
<b>F Dose</b>	11,558**				1,065			
<b>F P x D</b>	0,601				0,739			
<b>CV</b>	5,32				6,19			
<b>DMS Período</b>	24,69				1095,67			
<b>DMS Dose</b>	26,31				1167,44			

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Tabela 23. Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida clethodim, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo argiloso. Pereiras, SP, 2013.

Dose de clethodim (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS*			
	Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	1,28	1,24	1,03	1,15	87,5	87,5	91,66	91,66
72	1,27	1,44	1,37	1,06	83,33	95,83	87,5	91,66
96	1,23	1,22	1,29	1,28	87,5	91,66	87,5	95,83
120	1,33	1,24	1,31	1,18	95,83	83,33	95,83	83,33
144	1	1,09	1,29	1,16	83,33	91,66	83,33	87,5
<b>F Período</b>	0,429				0,276			
<b>F Dose</b>	0,829				0,397			
<b>F P x D</b>	0,655				1,109			
<b>CV</b>	19,85				9,75			
<b>DMS</b>	0,53				19,02			
<b>DMS Dose</b>	0,56				20,27			
Dose	Altura de Plantas 24 DAS				Altura de Plantas 49 DAS			
	Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	67,93	69,6	68,93	64,53	209,86	222,46	223,2	226,53
72	66,13	65,4	67	69,46	203,06	213,4	217,13	221,46
96	65,93	70	67,13	69,8	213,13	209,2	220,46	217,73
120	67,86	70,53	69,46	67,53	208	221,33	219,26	221,53
144	67,33	71,93	72,33	70,73	216,06	218,53	227	231,53
<b>F Período</b>	1,341				2,882*			
<b>F Dose</b>	1,725				0,957			
<b>F P x D</b>	0,787				0,203			
<b>CV</b>	5,25				6,32			
<b>DMS</b>	7,87				30,16			
<b>DMS Dose</b>	8,38				32,14			
Dose	Produtividade Kg ha <sup>-1</sup>							
	Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)							
	0	5		10		15		
0	8406,66	8584,16		8506,66		8407,5		
72	8663,33	8313,33		9053,33		8395,83		
96	8593,33	8250,83		8466,66		8270		
120	8320	8312,5		8437,5		8209,16		
144	8533,33	8412,5		8275		8438,33		
<b>F Período</b>	0,261							
<b>F Dose</b>	0,249							
<b>F P x D</b>	0,158							
<b>CV</b>	8,83							
<b>DMS</b>	1632,67							
<b>DMS Dose</b>	1739,62							

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.



Quanto a emergência final, não foi constatado diferença significativa em todas as doses e período de aplicação, ou interação significativa entre os fatores, dose x período de aplicação.

O milho apresentou sintomas de fitointoxicação quando o fluazifop-p-butyl, foi aplicado em doses igual ou superior a 312,5 g i.ha<sup>-1</sup>, em períodos inferiores a 10 dias da semeadura da cultura (DPS), o que perdurou até a avaliação de 49 DAS. Já, na maior dose avaliada, de 375 g i.a.ha<sup>-1</sup>, pode-se observar, que até mesmo quando o herbicida foi aplicado 15 (DPS), ocorreu sintomas de fitointoxicação a cultura, em solo franco argilo arenoso.

Apesar de que a aplicação do herbicida, nas doses acima ter promovido sintomas de fitointoxicação à cultura, não se visualizou efeito negativo na altura das plantas aos 24 e 49 DAS, (Tabela 25), não apresentando diferença estatística, para este fator, o mesmo podendo ser comentado sobre a produtividade, a qual não foi alterada significativamente pela aplicação de doses entre 187 e 375,5 g i.a.ha<sup>-1</sup> do fluazifop-p-butyl, nos períodos avaliados.

A Tabela 26, demonstra que o herbicida fluazifop-p-butyl, aplicado em pré semeadura da cultura do milho, em solo de textura argilosa, não afetou a cultura, não apresentando diferença significativa em nenhum dos fatores avaliados, IVE, Emergência final, altura das plantas e produtividade, independente da dose utilizada.

Com base na Tabela 27, as variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida haloxyfop-p-methyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo franco argilo arenoso, a análise de IVE e emergência final, demonstra que não ocorreu diferença estatística para período e dose não ocorrendo interação entre estes fatores, pois a aplicação do herbicida, no período compreendido entre 0 a 15 dias que antecederam a semeadura, não interferiu significativamente na velocidade de emergência do milho.

Foi constatado, aos 24 DAS, leve fitointoxicação à cultura nas doses de 72 g i.a.ha<sup>-1</sup> e 84 g i.a.ha<sup>-1</sup>, quando aplicado no dia da semeadura (0 DPS) e 5 dias anterior a semeadura, sintomas estes que ainda eram visíveis, em menor grau, aos 49 DAS.

Em relação a variável altura, (Tabela 28) foi constatado que aos 24 DAS, que haloxyfop-p-methyl aplicado na maior dose, (84 g i.a.ha<sup>-1</sup>) promoveu redução significativa no porte das plantas, porém, também pode-se verificar que aos 49 DAS, ocorreu uma recuperação no porte das plantas, não ocorrendo diferença significativa entre

os tratamentos, para altura, assim como não foi encontrado diferença estatisticamente significativa para produtividade, logo os dados, demonstram que a fitointoxicação, causada pelo haloxyfop-p-methyl, quando aplicado no dia da semeadura do milho, não afetou a produtividade da cultura.

A Tabela 29, demonstra que os resultados aferidos, quando haloxyfop-p-methyl, aplicado na pré semeadura do milho, porém em solo argiloso, não mostrou efeito negativo, para as variáveis avaliadas, em nenhuma das doses ou período de aplicação, mesmo quando aplicado na maior dose e no dia da semeadura da cultura.

Os resultados expressos na Tabela 30, demonstram o efeito da aplicação de quizalofop-p-ethyl, na pré semeadura da cultura do milho, em solo Franco argilo arenosos, a qual demonstra que a aplicação do herbicida, não afetou a emergência final, porém quando avalia-se o índice de velocidade de emergência (IVE) constata-se que a aplicação realizada no dia da semeadura afetou negativamente esta variável, quando utilizou-se as maiores doses do herbicida (75 e 100 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

A avaliação de variável fitointoxicação, mostrou efeito negativo da aplicação do herbicida, sendo significativo para dose, período e para a interação destes fatores. Quando se aplicou quizalofop-p-ethyl, no dia da semeadura do milho, e aos 5 dias anterior a semeadura, em avaliação realizada aos 24 DAS, demonstra a ocorrência de fitointoxicação para todas as doses utilizadas (25, 50, 75 e 100 g i.a.ha<sup>-1</sup>), já aos 10 e 15 DPS, a fitointoxicação foi visível somente nas maiores doses, 75 e 100 g i.a.ha<sup>-1</sup>. A tabela, também demonstra que ocorreu um aumento da fitointoxicação conforme aumentou-se a dose do herbicida, confirmando a interação significativa entre estes fatores, quanto mais próximo da semeadura e maior a dose, maior a fitointoxicação promovida pela aplicação do herbicida.

Com base na Tabela 31, pode-se verificar que a variável altura das plantas, também foi afetada significativa, pela aplicação do quizalofop-p-ethyl, mostrando resultados significativos para dose, e período, porém não sendo significativo para a interação destes fatores. Comparando os tratamentos químicos com a testemunha sem aplicação, visualiza-se que ocorreu uma redução significativa no porte das plantas de milho quando se aplicou quizalofop-p-ethyl aos 0 e 5 DPS, nas quatro doses avaliadas (25, 50, 75 e 100 g i.a.ha<sup>-1</sup>).

A análise estatística não mostrou diferença estatística para a avaliação de produtividade, em nenhuma das datas e período de aplicação.

Assim como foi visualizado sintomas de fitointoxicação causados pela aplicação de quizalofop-p-ethyl, na pré emergência da cultura do milho em solo franco argilo arenoso, com base na Tabela 32, verifica-se o mesmo efeito quando a aplicação se realizou em solo com textura argilosa, com doses que variaram de 25 a 100 g i.a.ha<sup>-1</sup>, porém estes sintomas foram mais evidentes quando o herbicida foi aplicado em datas mais próximas a sementeira, alcançando a maior nota de fitotoxicidade quando aplicado no dia da sementeira do milho e pouco ou não visível quando o herbicida foi aplicado aos 15 DPS. Estas mesmas doses, nos mesmos períodos de aplicação, promoveram redução significativa, na altura das plantas, o que podemos analisar na Tabela 33.

A produtividade do milho foi afetada pela aplicação de quizalofop-p-ethyl, com diferença significativa entre doses quando a aplicação ocorreu aos 0 e 5 DPS, nas doses de 75 e 100 g i.a.ha<sup>-1</sup>.

O herbicida tepraloxym mostrou-se seguro a cultura do milho quando aplicado na pré sementeira da cultura, inclusive quando aplicado no mesmo dia da sementeira (0 DPS), pois baseado nos resultados das Tabelas 34 e 35, quando o herbicida foi aplicado em solos de textura franco argilo arenoso e argiloso, não afetou as variáveis IVE, emergência final, não promoveu fitointoxicação a cultura, redução na altura das plantas ou na produtividade da cultura.

**Tabela 24.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida fluazifop-p-butyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo franco argilo arenoso. Pereiras, SP, 2013.

Dose de fluazifop-p-butyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS*			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	1,58 A	1,31	1,41	1,41	100	91,66	91,66	95,83
187,5	1,38 AB	1,46	1,47	1,49	87,5	91,66	95,83	95,83
250	1,21 B	1,33	1,45	1,47	87,5	95,83	91,66	95,83
312,5	1,19 Bb	1,2 b	1,53 a	1,49 ab	87,5	91,66	91,66	91,66
375	1,10 Bb	1,26 ab	1,56 a	1,43 a	87,5	91,66	91,66	95,83
<b>F Período</b>	7,509**				1,00			
<b>F Dose</b>	1,514				0,458			
<b>F P x D</b>	2,091*				0,514			
<b>CV</b>	10,07				8,55			
<b>DMS Período</b>	0,3				17,3			
<b>DMS Dose</b>	0,32				18,44			
Dose	Fitointoxicação - 24 DAS <sup>1</sup>				Fitointoxicação - 49 DAS <sup>1</sup>			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0
187,5	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0
250	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0A	0
312,5	20 B	13 B	10 B	0A	8,33 Bc	6,66 Bbc	5 Bb	0a
375	30 C	20 C	16,6 C	10B	8,33 Bb	6,66 Bb	8,33 Bb	0a
<b>F Período</b>	49,333**				15,733**			
<b>F Dose</b>	274,250**				51,200**			
<b>F P x D</b>	18,917**				6,4**			
<b>CV</b>	30,43				66,62			
<b>DMS Período</b>	3,99				3,16			
<b>DMS Dose</b>	4,25				3,36			

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

**Tabela 25.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida fluazifop-p-butyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo franco argilo arenoso. Pereiras, SP, 2013.

Dose de fluazifop-p-butyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Altura de Plantas 24 DAS				Altura de Plantas 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	69,46	71,2	71,73	74,13	216,26	213,46	217	221,13
187,5	64,66	64,53	63,93	67,6	194	193,53	191,46	209,53
250	59,8	61,4	60,06	66,4	200,4	182,66	196,4	209,13
312,5	58,86	66,4	64,33	71,06	200,6	191,2	196	194,26
375	56,6	69,6	65,6	69,13	199,53	196,2	206,93	194,53
<b>F Período</b>	4,075**				0,954			
<b>F Dose</b>	3,904**				3,305**			
<b>F P x D</b>	0,492				0,404			
<b>CV</b>	9,44				8,44			
<b>DMS Período</b>	13,59				37,16			
<b>DMS Dose</b>	14,48				39,59			
<b>Produtividade Kg ha<sup>-1</sup></b>								
Dose	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	8213,33	8462,5	8039,16	8230,83	8039,16	8230,83	8039,16	8230,83
187,5	7958,33	7815,83	7491,66	7755,83	7491,66	7755,83	7491,66	7755,83
250	7712,5	7905,83	7491,66	7710,83	7491,66	7710,83	7491,66	7710,83
312,5	7765	7782,33	7910,83	7991,66	7910,83	7991,66	7910,83	7991,66
375	7385,83	7850	7692,5	7749,16	7692,5	7749,16	7692,5	7749,16
<b>F Período</b>	0,802				0,802			
<b>F Dose</b>	3,223*				3,223*			
<b>F P x D</b>	0,364				0,364			
<b>CV</b>	5,66				5,66			
<b>DMS Período</b>	972,5				972,5			
<b>DMS Dose</b>	1036,2				1036,2			

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

**Tabela 26.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida fluazifop-p-butyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo argiloso. Pereiras, SP, 2013.

Dose de fluazifop-p-butyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS*			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	1,28	1,24	1,03	1,15	84,5	87,5	91,66	91,66
187,5	1,3	1,19	1,3	1,12	91,66	87,5	83,33	87,5
250	1,08	0,95	1,34	1,25	87,5	75	83,33	87,5
312,5	1,25	1,38	1,26	1,46	95,83	95,83	87,5	100
375	1,28	1,17	1,4	1,49	87,5	83,33	87,5	95,83
<b>F Período</b>	0,407				1,657			
<b>F Dose</b>	1,109				2,379			
<b>F P x D</b>	0,639				0,520			
<b>CV</b>	22,8				10,45			
<b>DMS Período</b>	0,62				20,29			
<b>DMS Dose</b>	0,66				21,62			
Dose	Altura de Plantas 24 DAS				Altura de Plantas 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
0	67,73	69,6	68,93	64,53 B	209,86	222,46	223,2	226,53
187,5	67	68,4	69,6	71,2 AB	215,2	209,8	220	214,26
250	66,93	71,6	70,4	72,66 AB	215,73	213,8	234,93	220
312,5	71,6	71,13	73,4	74,4 A	216,86	218,53	227,8	225,53
375	72,53	70,13	67,93	74,46 A	214,93	217,93	224,3	233
<b>F Período</b>	0,802				1,695			
<b>F Dose</b>	2,639*				0,428			
<b>F P x D</b>	0,917				0,268			
<b>DMS Período</b>	8,94				36,37			
<b>DMS Dose</b>	9,52				38,75			
Dose	Produtividade kg ha <sup>-1</sup>							
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15				
0	8406,66	8584,16	8506,66	8407,5				
187,5	8196,66	8076,66	8191,66	8350,83				
250	8503,33	8320	8145	8473,33				
312,5	8536,66	8289,16	8430,83	8274,16				
375	8330	8265	8590,83	8584,16				
<b>F Período</b>	0,111							
<b>F Dose</b>	0,430							
<b>F P x D</b>	0,194							
<b>CV</b>	6,64							
<b>DMS Período</b>	1217,08							
<b>DMS Dose</b>	1295,8							

**Tabela 27.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida haloxifop-p-methyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo franco argilo arenoso. Pereiras, SP, 2013.

Dose haloxifop-p- methyl (g e.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS*			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	1,28	1,24	1,03	1,15	87,5	87,5	91,66	91,66
48	1,17	0,84	1,21	1,11	100	91,66	87,5	79,16
60	1,15	1,35	1,3	1,16	83,33	91,66	91,66	95,83
72	0,95	1,34	1,2	1,33	87,5	95,83	91,66	91,66
84	1,27	1,28	1,17	0,96	83,33	83,33	91,66	87,5
<b>F Período</b>	0,119				0,208			
<b>F Dose</b>	0,624				0,547			
<b>F P x D</b>	0,163				1,172			
<b>CV</b>	21,81				10,19			
<b>DMS Período</b>	0,56				19,98			
<b>DMS Dose</b>	0,59				21,29			
Dose	Fitointoxicação (%) -24 DAS				Fitointoxicação (%) - 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	0A	0A	0	0	0A	0A	0	0
48	0A	0A	0	0	0A	0A	0	0
60	0A	0A	0	0	0A	0A	0	0
72	6,66 Bc	3,33 Bb	0a	0a	0A	0A	0	0
84	8,33 Bb	6,66 Cb	0a	0a	5B	1,66B	0	0
<b>F Período</b>	20,250**				8,000**			
<b>F Dose</b>	22,500**				16,000**			
<b>F P x D</b>	8,167**				8,000**			
<b>CV</b>	103,28				193,65			
<b>DMS Período</b>	2,82				1,41			
<b>DMS Dose</b>	3,01				1,5			

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

**Tabela 28.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida haloxifop-p-methyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo franco argilo arenoso. Pereiras, SP, 2013.

Dose haloxifop-p-methyl (g e.a.ha <sup>-1</sup> )	Altura de Plantas (cm) - 24 DAS				Altura de Plantas (cm) - 49 DAS			
	Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)							
	0	5	10	15	0	5	10	15
Testemunha	67,7 AB	69,6	68,9	64,5	209,9	222,5	223,2	226,5
48	69,3 AB	70,8	70,8	71,5	215,6	227,2	227,9	228,8
60	71,9 A	70,2	70,3	72,6	214,5	216,4	221,1	219,6
72	68,1 AB	67,9	69,5	67,8	209,0	213,6	224,3	215,0
84	61,1 B	66,5	65,5	71,3	193,9	191,2	211,3	218,2
<b>F Período</b>		0,829				2,334		
<b>F Dose</b>		4,390**				2,965*		
<b>F P x D</b>		1,346				0,338		
<b>CV</b>		5,08				7,4		
<b>DMS Período</b>		7,65				35,09		
<b>DMS Dose</b>		8,15				37,39		
		<b>Produtividade Kg.ha<sup>-1</sup></b>						
		<b>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</b>						
		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>			
Testemunha		8406,66	8584,16	8506,66	8407,5			
48		8426,66	8324,16	8662,5	8275			
60		8400	8135,83	8782,5	8482,5			
72		8663,33	8318,33	8411,66	8320,5			
84		8130	8007,5	8443,33	8311,66			
<b>F Período</b>				0,533				
<b>F Dose</b>				0,300				
<b>F P x D</b>				0,181				
<b>CV</b>				7,61				
<b>DMS Período</b>				1400,06				
<b>DMS Dose</b>				1491,77				

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.



**Tabela 29.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida haloxifop-p-methyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo argiloso. Pereiras, SP, 2013.

Dose haloxifop-p-methyl (g e.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS*			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	1,58	1,31	1,41	1,41	100	91,7	91,7	95,8
48	1,52	1,40	1,35	1,48	91,7	87,5	91,7	95,8
60	1,50	1,46	1,49	1,49	95,8	87,5	95,8	91,7
72	1,34	1,28	1,17	1,56	91,7	87,5	87,5	95,8
84	1,34	1,25	1,32	1,38	91,7	91,7	91,7	91,7
<b>F Período</b>	1,628				1,000			
<b>F Dose</b>	1,355				0,348			
<b>F P x D</b>	0,454				0,268			
<b>CV</b>	14,76				10,04			
<b>DMS Período</b>	0,45				20,29			
<b>DMS Dose</b>	0,48				21,62			
Dose	Altura de Plantas (cm) 24 DAS				Altura de Plantas (cm) 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	69,46	71,2	71,73	74,13	216,26	213,46	217	221,13
48	62	65,8	65,13	67,13	201,33	194,6	192,33	195,66
60	68,26	70,33	72,26	72,86	212,8	195	200,53	207,46
72	69,86	69,73	71,4	74,2	218,6	203,46	205,46	202,8
84	61,93	69,6	70,66	71,33	201,73	184,33	202,93	192,93
<b>F Período</b>	3,528*				1,663			
<b>F Dose</b>	3,956**				4,412**			
<b>F P x D</b>	0,263				0,334			
<b>CV</b>	7				7,21			
<b>DMS Período</b>	10,64				32,18			
<b>DMS Dose</b>	11,34				34,29			
Dose	Produtividade Kg.ha <sup>-1</sup>							
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15				
<b>Testemunha</b>	8213,33	8462,5	8039,16	8230,83				
48	8039,16	8088,33	8505	7779,16				
60	7787,5	8673,33	8270,83	7785				
72	8533,33	7909,16	8056,66	7917,5				
84	8088,33	8116,66	7930,83	7808,33				
<b>F Período</b>	0,950							
<b>F Dose</b>	0,279							
<b>F P x D</b>	0,664							
<b>CV</b>	7,21							
<b>DMS Período</b>	1280,76							
<b>DMS Dose</b>	1364,65							

**Tabela 30.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida quizalofop-p-ethyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo franco argilo arenoso. Pereiras, SP, 2013.

Dose Quizalofop- p-ethyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS*			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	1,58 A	1,13	1,41	1,41	100	91,66	91,66	95,83
<b>25</b>	1,45AB	1,35	1,24	1,14	95,83	91,66	95,83	91,66
<b>50</b>	1,40AB	1,2	1,55	1,19	95,83	87,5	91,66	91,66
<b>75</b>	1,04B	1,04	1,3	1,24	87,5	87,5	87,5	91,66
<b>100</b>	1,03B	1,06	1,4	1,5	83,33	87,5	91,66	95,83
<b>F Período</b>	1,797				0,583			
<b>F Dose</b>	2,489*				1,016			
<b>F P x D</b>	1,581				0,452			
<b>CV</b>	17,2				9,96			
<b>DMS Período</b>	0,48				19,98			
<b>DMS Dose</b>	0,51				21,29			
Dose	Fitointoxicação (%) - 24 DAS				Fitointoxicação (%) - 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A	0 A
<b>25</b>	33,3 B	6,7 AB	0 A	0 A	6,7 B	0 A	0 A	0 A
<b>50</b>	28,3 B	10,0 B	0 A	0 A	8,3 B	5 B	0 A	0 A
<b>75</b>	26,7 B	23,3 C	20 B	10 B	10,0 BC	10 C	8,3 B	0 A
<b>100</b>	53,3 C	40,0 D	30 C	11,7 B	13,3 C	10 C	8,3 B	5 B
<b>F Período</b>	152,213**				35,458**			
<b>F Dose</b>	188,740**				49,500**			
<b>F P x D</b>	18,847**				6,083**			
<b>CV</b>	22,01				42,96			
<b>DMS Período</b>	7,06				3,99			
<b>DMS Dose</b>	7,52				4,25			

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

**Tabela 31.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida quizalofop-p-ethyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo franco argilo arenoso. Pereiras, SP, 2013.

Dose Quizalofop- p-ethyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Altura de Plantas 24 DAS				Altura de Plantas 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	69,46 A	71,20 A	71,73	74,13	213,26 A	213,46 A	217	221 A
<b>25</b>	53,33 B	54,4 B	59,8	63,2	183,6 B	178,4 AB	202	192 B
<b>50</b>	52,86 Bb	51,73 Bb	67,46 a	64 ab	190 Bab	173 Cb	197 a	195 Bab
<b>75</b>	52,73 Bb	60,40 Ab	56,6 b	72 a	204,8 AB	203,4 A	213	211 AB
<b>100</b>	58,93 AB	56,20 AB	64,46	69,13	194,66 AB	196,9 BC	211	208 AB
<b>F Período</b>	8,790**				7,204**			
<b>F Dose</b>	8,406**				17,652**			
<b>F P x D</b>	1,060				0,638			
<b>CV</b>	10,64				4,99			
<b>DMS Período</b>	14,48				21,99			
<b>DMS Dose</b>	15,43				23,44			
	<b>Produtividade Kg ha<sup>-1</sup></b>							
Dose	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	8213,3	8462,5	8039,2	8230,8				
<b>25</b>	7911,7	7646,7	8430,0	7917,5				
<b>50</b>	7547,5	7590,8	8103,3	7930,8				
<b>75</b>	7721,7	7794,8	7413,3	8025,8				
<b>100</b>	7672,5	7970,8	7837,5	7798,3				
<b>F Período</b>	0,327							
<b>F Dose</b>	1,811							
<b>F P x D</b>	0,725							
<b>CV</b>	6,55							
<b>DMS Período</b>	1134,44							
<b>DMS Dose</b>	1208,75							

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

**Tabela 32.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida quizalofop-p-ethyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo argiloso. Pereiras, SP, 2013.

Dose Quizalofop-p-ethyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS*			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
Testemunha	1,28	1,24	1,03	1,15	87,5	84,5	91,7	91,7
25	1,01	1,21	1,02	0,97	95,83	91,66	83,3	91,7
50	1,08	0,9	0,91	0,79	95,83	87,5	87,5	87,5
75	0,92	0,96	1,18	0,84	75	87,5	95,8	84,5
100	1,12	1,22	1,23	1,17	75	87,5	83,3	95,8
<b>F Período</b>		0,365				0,774		
<b>F Dose</b>		1,460				0,758		
<b>F P x D</b>		0,316				1,661		
<b>CV</b>		31,49				10,17		
<b>DMS Período</b>		0,73				19,67		
<b>DMS Dose</b>		0,78				20,95		
Dose	Fitointoxicação (%) 24 DAS				Fitointoxicação (%) 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
Testemunha	0 A	0 A	0 A	0	0 A	0 A	0 A	0
25	6,7 A	6,7AB	3,33 AB	0	1,7 A	1,7 AB	0 A	0
50	26,7 Bb	23,3 BCb	20,0 BCb	0 a	6,7 Bb	5,0 BCb	3,3 ABab	0 a
75	33,3 Bb	16,7 ABCa	8,3 ABCa	6,7 a	8,3 Bb	5,0 BCb	5,0 Bb	0 a
100	43,3 Bc	31,7 Cbc	23,3 Cb	0 a	6,7 Bb	6,7 Cb	5,0 Bb	0 a
<b>F Período</b>		21,640**				20,714**		
<b>F Dose</b>		23,472**				19,500**		
<b>F P x D</b>		3,710**				2,738**		
<b>CV</b>		57,97				62,1		
<b>DMS Período</b>		15,86				3,73		
<b>DMS Dose</b>		16,9				3,98		

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

**Tabela 33.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida quizalofop-p-ethyl, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo argiloso. Pereiras, SP, 2013.

Dose Quizalofop-p-ethyl (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Altura de Plantas - 24 DAS				Altura de Plantas - 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	67,7 A	69,6 A	68,93	64,53	209	222 A	223 A	226
<b>25</b>	58,1 AB	57,73 B	61,4	65,46	184	181 B	188 B	213
<b>50</b>	54,5 B	55,06 B	59,4	63,66	183b	173 Bb	195 Abab	216a
<b>75</b>	53,5 Bb	56,73 Bb	61,53ab	69a	190	192 AB	202 AB	219
<b>100</b>	52,1 Bb	61,80 Abab	62,66 a	67,06 a	190ab	185 Bb	214 ABab	220a
<b>F Período</b>	8,847**				12,618**			
<b>F Dose</b>	6,728**				7,762**			
<b>F P x D</b>	1,738				0,707			
<b>CV</b>	7,73				7,17			
<b>DMS Período</b>	10,41				31,65			
<b>DMS Dose</b>	11,09				33,73			
	<b>Produtividade Kg.ha<sup>-1</sup></b>							
Dose	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15				
<b>Testemunha</b>	8406,7 A	8584,16 A	8506,66	8407,5				
<b>25</b>	7580 AB	8066,66 AB	8371,66	8423,33				
<b>50</b>	7920 A	7650,00 ABC	8239,16	8410,83				
<b>75</b>	7270 ABab	6857,5 Cb	8394,16 a	8315 a				
<b>100</b>	6466,7 Bb	7020 BCb	8453,33 a	8230,83 a				
<b>F Período</b>	11,323**							
<b>F Dose</b>	6,520**							
<b>F P x D</b>	1,831							
<b>CV</b>	6,48							
<b>DMS Período</b>	1130,09							
<b>DMS Dose</b>	1204,12							

Significativo a\*5% e \*\*1% probabilidade, ns= não significativo pelo teste F; Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha se diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

**Tabela 34.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida tepraloxymidim, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo franco argilo arenoso. Pereiras, SP, 2013.

Dose tepraloxymidim (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	Índice de Velocidade de emergência				Emergência Final (%) ó 10 DAS*			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	1,58	1,31	1,41	1,41	100	91,66	91,66	95,83
<b>50</b>	1,56	1,59	1,49	1,45	95,83	95,83	91,66	91,66
<b>100</b>	1,49	1,58	1,49	1,5	91,66	91,66	91,66	91,66
<b>150</b>	1,6	1,41	1,56	1,54	100	91,66	95,83	100
<b>200</b>	1,56	1,63	1,41	1,39	91,66	95,83	91,66	97,5
<b>F Período</b>	1,384			0,480				
<b>F Dose</b>	0,980			0,900				
<b>F P x D</b>	1,046			0,447				
<b>DMS Período</b>	0,31			17,66				
<b>DMS Dose</b>	0,33			18,82				
Dose	Altura de Plantas 24 DAS				Altura de Plantas 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	69,46	71,2	71,73	74,13	216	213	217	221
<b>50</b>	63,06	65,53	66,46	72,6	222	205	210	221
<b>100</b>	61,86	68,13	71,26	67,73	205	205	217	208
<b>150</b>	70,4	75,2	73,66	73,4	216	206	217	198
<b>200</b>	67,86	70,6	71,6	72,86	220	211	227	213
<b>F Período</b>	1,959			1,392				
<b>F Dose</b>	2,031			1,041				
<b>F P x D</b>	0,249			0,553				
<b>CV</b>	9,56			6,69				
<b>DMS Período</b>	14,64			31,32				
<b>DMS Dose</b>	15,6			33,38				
Dose	Produtividade Kg.ha <sup>-1</sup>							
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15				
<b>Testemunha</b>	8213,33	8462,5	8039,16	8230,16				
<b>50</b>	8103,33	7736,66	8033,33	7978,33				
<b>100</b>	8114,16	8704,16	7930,83	7824,16				
<b>150</b>	8571,66	8220,83	8074,16	8320				
<b>200</b>	8083,33	7972,5	7991,66	8582,5				
<b>F Período</b>	0,510							
<b>F Dose</b>	0,674							
<b>F P x D</b>	0,763							
<b>CV</b>	6,52							
<b>DMS Período</b>	1165,15							
<b>DMS Dose</b>	1241,47							

**Tabela 35.** Variáveis avaliadas, em função de tratamentos com o herbicida tepraloxymid, aplicado 15, 10, 5 e 0 dias pré semeadura do milho (DPS), em solo argiloso. Pereiras, SP, 2013.

Dose tepraloxymid (g i.a.ha <sup>-1</sup> )	IVE				Emergência Final			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	1,28	1,24	1,03	1,15	87,5	84,5	91,7	91,7
<b>50</b>	1,28	1,3	1,0	1,05	95,8	95,8	83,3	91,7
<b>100</b>	1,19	1,23	1,10	1,4	84,5	83,3	91,7	95,8
<b>150</b>	1,32	1,24	1,24	1,4	95,8	83,3	91,7	91,7
<b>200</b>	1,5 a	1,13 ab	1,12 ab	0,96 b	95,8	83,3	91,7	87,5
<b>F Período</b>	3,782**				1,127			
<b>F Dose</b>	0,874				0,118			
<b>F P x D</b>	1,334				0,784			
<b>CV</b>	20,39				10,43			
<b>DMS Período</b>	0,53				20,6			
<b>DMS Dose</b>	0,56				21,95			
Dose	Altura de Plantas 24 DAS				Altura de Plantas 49 DAS			
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15	0	5	10	15
<b>Testemunha</b>	67,73	69,6	68,93	64,53	209	222	223	226
<b>50</b>	72,93	73,6	72,06	68,86	215	227	231	232
<b>100</b>	65,33	72	72,86	74,13	219	229	241	235
<b>150</b>	71	70,2	69,73	71,8	223	224	243	232
<b>200</b>	67,46	67,86	72,8	73,6	220	232	239	229
<b>F Período</b>	0,818				8,350**			
<b>F Dose</b>	1,561				2,404			
<b>F P x D</b>	1,207				0,397			
<b>DMS Período</b>	9,58				22,44			
<b>DMS Dose</b>	10,21				23,92			
Dose	Produtividade Kg.ha <sup>-1</sup>							
	<i>Período de Aplicação (Dias Pré Semeadura do milho- DPS)</i>							
	0	5	10	15				
<b>Testemunha</b>	8406,66	8584,16	8506,66	8407,5				
<b>50</b>	8703,33	8470	8724,16	8225				
<b>100</b>	8443,33	8204,16	8429,16	8373,33				
<b>150</b>	8523,33	8495,83	8532,5	8538,33				
<b>200</b>	8280	8200	8399,16	8305,83				
<b>F Período</b>	0,236							
<b>F Dose</b>	0,422							
<b>F P x D</b>	0,141							
<b>CV</b>	6,55							
<b>DMS Período</b>	1209,8							
<b>DMS Dose</b>	1289,5							

## 7.7 Conclusões

Nas condições em que o presente estudo foi conduzido, pode-se concluir que:

- Em aplicações realizadas em solo de textura franco argilo arenosa:
  - A aplicação de clethodim apresentou fitointoxicação leve a cultura do milho, quando aplicado na dose de 144 g i.a.ha<sup>-1</sup>, no dia da semeadura da cultura, não apresentando fitointoxicação nas demais doses e períodos;
  - fluazifop-p-ethyl, nas doses de 312,5 g i.a.ha<sup>-1</sup>, e 375 g i.a.ha<sup>-1</sup> apresentou fitointoxicação a cultura quando aplicado em um período de 0 a 10 e 0 e 15 dias anterior a semeadura, respectivamente;
  - haloxyfop-p-ethyl, em doses  $\times$  74,82 g i.a.ha<sup>-1</sup> promoveu fitointoxicação ao milho quando aplicado em um período entre 0 e 5 dias anterior a semeadura;
  - quizalofop-p-methyl, em doses entre 25 e 50 g i.a.ha<sup>-1</sup> promoveu fitointoxicação a cultura quando aplicado entre 0 e 5 dias anterior a cultura, e quando aplicado em doses superiores a 75 g i.a.ha<sup>-1</sup> promoveu fitointoxicação quando aplicado em um período inferior a 15 dias.
- Em aplicações realizadas em solo de textura argilosa:
  - clethodim (em doses menor ou igual a 144 g i.a.ha<sup>-1</sup>), fluazifop-p-ethyl (Ö 375 g i.a.ha<sup>-1</sup>), haloxyfop-p-methyl (Ö 87,29 g i.a.ha<sup>-1</sup>) e tepraloxym (Ö 200 g i.a.ha<sup>-1</sup>), mostraram-se seguros para aplicação em pré semeadura do milho, mesmo quando esta ocorreu no dia da semeadura (0 DPS), sem apresentar efeito residual (carry over) à cultura;
  - quizalofop-p-ethyl, quando aplicado em doses superiores a 25 g i.a.ha<sup>-1</sup>, promoveu fitointoxicação quando aplicado de 0 a 10 dias anterior a semeadura do milho.



## 7.8 Referências bibliográficas

- ABERNATHY, J.R.; KEELING, J.W. Efficacy and rotational crop response to levels and dates of dinitroaniline herbicide applications. **Weed Science**, v.27, n.3, p.312-317, 1979.
- BAUGHMAN, T.A.; SHAW, D.R. Effect of wetting/drying cycles on dissipation patterns of bioavailable imazaquin. **Weed Science**, v. 44, n.2, p.380-382, 1996.
- BREWER, F.; LAVY, T.L.; TALBERT, R.E. Effect of three dinitroaniline herbicides on rice (*Oryza sativa*) growth. **Weed Science**, v. 30, n.2, p.153-158, 1982.
- CARVALHO, F.T.; MORETTI, T.B.; SOUZA, P.A. Efeito do residual no solo de nicosulfuron isolado e em mistura com atrazine. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.9, n.1, p. 26-34, 2010.
- COBUCCI, T. et al. Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residue on rotational crops. **Weed Science**, v.46, n.2, p.258-263, 1998.
- CORBIN JR, B.R. et al. Dissipation of fluometuron and trifluralin residues after longterm use. **Weed Science**, v.42, n.3, p.438-445, 1994
- CLAY, D.V. Herbicide residues in soils and plants and their bioassay. In: STREIBIG, J.; KUDSK, P. **Herbicide bioassays**. Florida: CRC Press, 1993. p.153-172.
- CUZATO, M. A. et al. Efeito residual de herbicidas no solo (õ*Carryover*õ). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, 2011
- DAN, H. A. et al.. Atividade residual de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja sobre o milho cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 663-671, 2011.
- EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of the temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. Proceedings of the American society for horticultural Science. Alexandria, v.71, p 428-434, 1958.
- FINK, R.J. Effects of tillage method and incorporation on trifluralin *carryover* injury. **Agronomy Journal**, v.64, n.1, p.75-77, 1972.
- HINZ, C. Description of sorption data with isotherm equations. **Geoderma**, v.99, n.3-4, p.225-243, 2001.
- HARWOOD, J. L. Graminicides which inhibit lipid synthesis. Pesticide Outlook., Hemel Hempstead, v. 10, p. 154-158, 1999.
- JOHNSON, D.H.; TALBERT, R.E. Cotton (*Gossypium hirsutum*) response to mazaquin and imazethapyr soil residues. **Weed Science**, v.44, n.1, p.156-161, 1996.

JOURDAN, S. W.; AYENI, A. O. Imazethapyr bioactivity and movement in soil. **Weed Science**, v.46, n.5, p.608-613, 1998.

KARAM, D. et al. Avaliação do efeito residual de herbicidas pós-emergentes do grupo das imidazolinonas aplicados na cultura da soja sobre o sorgo em sucessão. *In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO*, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 267.

LEMONS, R. C; SANTOS, R. D. Manual de descrição e levantamento de solo no campo. Campinas, SBCS ó Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1984.

LOUX, M.M.; REESE, K.D. Effect of soil type and pH on persistence and carryover of imidazolinone herbicides. **Weed Technology**, v.7, n.2, p.452-458, 1993.

LOUX, M.M.; REESE, K.D. Effect of soil pH on adsorption and persistence of imazaquin. **Weed Science**, v.40, n.3, p.490-496, 1992.

MACHADO, A. F. L. et al. Misturas de herbicidas no manejo de plantas daninhas na cultura do feijão. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p. 107-114, 2006.

NIEKAMP, J.W.; JOHNSON, W.G. Weed management with sulfentrazone and flumioxazin in no-tillage soybean (*Glycine max*). **Crop Protection**, v.20, n.3, p.215-220, 2001.

OLIVEIRA, M.F. Comportamento de Herbicidas no Ambiente. *In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. Plantas Daninhas e seu Manejo*. Guaíba: Agropecuária, Porto Alegre, RS, 2001. 362p.

OLIVEIRA, V.R. et al. Efeito do herbicida trifluralin sobre a germinação de sementes e o índice mitótico em raízes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Unimar**, v.18, n.2, p.537-544, 1996.

PROCÓPIO, S.O. et al. Sorção do herbicida atrazine em complexos organominerais. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.391-400, 2001. JOHNSON, D.H.; TALBERT, R.E. Cotton (*Gossypium hirsutum*) response to mazaquin and imazethapyr soil residues. **Weed Science**, v.44, n.1, p.156-161, 1996.

RENDINA, A. R. et al. Kinetics of inhibition of acetyl-CoA carboxylase by the aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione graminicides. *In: THE BRIGHTON*

RENNER, K.A.; MEGGIT, W.F.; PENNER, D. Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr adsorption to soil and Mancuso, et al. 164 Rev. Bras. Herb v.10, n.2, p.151-164, mai./ago. 2011 phytotoxicity to corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v.36, n.1, p.78- 83, 1988.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, B. N. **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 648 p.

SILVA, C.M.M.; FREITAS, S.P.; ROSA, R.C.C. Efeito residual da aplicação de fluazifop-p-butyl + fomesafen em solos com plantas-teste. **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1450-1452, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS.

**Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.**  
Londrina: SBCPD, 1995.

SPADER, V.; MAKUCH, E. I; MATERA, J. MACHADO, D. **Seletividade de clethodim aplicado anterior a semeadura da cultura do milho.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, julho de 2010.

STOUGAARD, R.N.; SHEA, P.J.; MARTIN, A.R. Effect of soil type and pH on adsorption, mobility and efficacy of imazaquin and imazethapyr. **Weed Science**, v.36, n.1, p.67-73, 1990.

TURRA, M. A. et al. Épocas de semeadura do milho pós-dessecação de azevém com Glyphosate e Clethodim em associação. XXVIII 2012

VIDAL, R.A.; MEROTTO Jr., A. **Herbicidologia.** Porto Alegre: Evangraf. 2001. 152p.

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

WALSH, J.D.; DEFELICE, M.S.; SIMS, B.D. Soybean (*Glycine max*) herbicide carryover to grain and fiber crops. **Weed Technology**, v.7, n.3, p.625-632, 1993.

## 8 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foi desenvolvida esta pesquisa, foi possível concluir que:

- A população de azevém utilizada para realização dos ensaios apresentou resistência ao herbicida glyphosate;
- Os estádios fenológicos de desenvolvimento das plantas de azevém afetaram o grau de resistência ao glyphosate, sendo que para os estádios mais avançados existe a necessidade de maior dose para controle de 50% do azevém (C50);
- Quanto mais avançado o estágio fenológico do azevém, maior a dificuldade de seu controle com os herbicidas clethodim, haloxyfop-p-methyl, quizalofop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl, tepraloxymid, paraquat e amônio-glufosinate;
- Os herbicidas inibidores de ACCase, clethodim, haloxyfop-p-methyl, e quizalofop-p-ethyl, apresentaram-se como as melhores alternativas de controle ao azevém resistente ao herbicida glyphosate;
- Os herbicidas fluazifop-p-butyl e glufosinate, nas doses estudadas, apresentaram baixo controle de azevém resistente ao glyphosate;
- A aplicação complementar com paraquat, após herbicidas inibidores de ACCase, e amônio-glufosinate promoveu os melhores níveis de controle;

Em aplicações realizadas em solo de textura franco argilo arenosa:

- A aplicação de clethodim no dia da semeadura da cultura apresentou fitointoxicação leve a cultura do milho, quando aplicado na dose de 144 g i.a.ha-1;
- fluazifop-p-ethyl, nas doses de 312,5 g i.a.ha-1, e 375 g i.a.ha-1 causou fitointoxicação a cultura quando aplicado em um período de 0 a 10 e 0 e 15 dias dias anterior a semeadura, respectivamente;
- haloxyfop-p-ethyl, em doses  $\times$  74,82 g i.a.ha-1 promoveu fitointoxicação ao milho quando aplicado em um período entre 0 e 5 dias anterior a semeadura;
- quizalofop-p-methyl, em doses entre 25 e 50 g i.a.ha-1 promoveu fitointoxicação a cultura quando aplicado entre 0 e 5 dias anterior a cultura, e quando aplicado em doses superiores a 75 g i.a.ha-1 promoveu fitointoxicação quando aplicado em um período inferior a 15 dias.

Em aplicações realizadas em solo de textura argilosa:

- clethodim em doses menor ou igual a 144 g i.a.ha-1, fluazifop-p-ethyl (Ö 375 g i.a.ha-1), haloxyfop-p-methyl (Ö 87,29 g i.a.ha-1) e tepraloxymidim (Ö 200 g i.a.ha-1) não causaram fitointoxicação a cultura do milho independente do período de aplicação;
- quizalofop-p-ethyl em doses superiores a 25 g i.a.ha-1, promoveu fitointoxicação quando aplicado de 0 a 10 dias anterior a semeadura do milho.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, M.J.; OLIVEIRA, J.G.; RAMALHO, G. Influência do pasto de azevém (*Lolium multiflorum*) na produção de leite de vacas mestiças na região do Alto Paraíba, Minas Gerais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24. Brasília, DF. **Anais...**Viçosa, p.221, 1987.

CARVALHO, P. C. F.; et al. **O estado da arte em integração lavoura-pecuária**. In: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Org.). Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia. Canoas-RS, p.7-44, 2005.

COUSENS, R. D.; MORTIMER, M. **Dynamics of weed populations**. Press Syndicate of the University of Cambridge: Cambridge, 1995.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1., Dourados, 1997. Palestrasí Dourados: EMBRAPA, 1997. p.75-94.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTÓRIA FILHO, R.; MONQUERO, P.A. Resistência cruzada e herbicidas alternativos de controle de biotipos de *Bidens pilosa* resistentes aos herbicidas inibidores da ALS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, Caxambu, 1997. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p.64.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C.B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v.12, n.1, p.13-20, 1994.

DERPSCH, R. e CALEGARI, A., 1992. Plantas para adubação verde de inverno. Iapar, Londrina. 80 p. (Circular 73).

FONTANELI, P. R. S. Azevém anual. In: Encontro de integração lavoura-pecuária do Planalto Médio Rio-Grandense, 1984, Passo Fundo. **Anais...**Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1984. p. 139-150.

FONTANELI, R. S. Azevém anual. In: FONTANELI, R.S.; SARTORI, J.F. **Estabelecimento, utilização e manejo de plantas forrageiras**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1993. 139p.

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, 2005. Colonia del Sacramento. **Anais...** Colonia del Sacramento: INIA, 2005. p. 61-71. Disponível em: [www.inia.org.uy/estaciones/la\\_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/galliantonio.pdf](http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/galliantonio.pdf).

GERDES, L. et al. **Características do dossel forrageiro e acúmulo de forragem em pastagem irrigada de capim-aruana exclusivo ou sobre-semeado com uma mistura de espécies forrageiras de inverno**. Revista Brasileira de Zootecnia, vol. 34, n.4, p. 1088 a 1097, 2005.

HEAP, I. A. **Criteria for confirmation of the herbicide-resistant weeds**. 2005. Disponível em: <http://www.weedscience.org/in.asp>. Acesso em: 25/06/2015.

HEAP, I. A. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Internet. Disponível em: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org). Acesso em: 12, mai, 2015.

MORAES, Y.J.B. **Forrageiras**: conceito, formação e manejo. Guaíba: Agropecuária, 1995. 215p.

POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton, 1994.

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

POWLES, S. B.; YU, Q. Evolution in Action: Plants Resistant to Herbicides. **Annual Review of Plant Biology**, v. 61, n. 1, p. 317-47, 2010.

RIOS, F.A.F.; FERNÁNDEZ, G.; RIOS, A. Evaluación de la susceptibilidad de raigrás espontáneo (*Lolium multiflorum* lam) a glyphosate en sistemas de siembra directa del litoral agrícola. In: SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN TÉCNICA MANEJO DE MALEZAS, 2007. Young. **Anais...** Young: INIA / SRRN, 2007. p. 33-58.

SPADER, V. et al. Manejo de azevém (*Lolium multiflorum*) resistente ao herbicida glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26, 2008, Ouro Preto. **Resumos**. Sete Lagoas: SBCPD/Embrapa Milho e Sorgo. 2008. CD ROM.

TOCCHETTO, S. et al. Resistência da planta daninha azevém (*Lolium multiflorum* Lam) ao herbicida glyphosate na região sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24. São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. CD-ROM. (Arquivo 496).

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

VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A. Resistência. **Cultivar**, v.9, n.97, p.5-7, 2007. (suplemento).

VARGAS, L. Azevém resistente ao glyphosate: características e manejo. Agapomi, Vacaria, 177 ed. 2009. Disponível em: <[www.agapomi.com.br/jornal.php?noticia=90](http://www.agapomi.com.br/jornal.php?noticia=90)>.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Características e manejo de azevém resistente ao glyphosate. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 9 p. (Documentos Online, 59). Disponível em: <[www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do59.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do59.htm)>.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P., KARAM, D. Azevém resistente ao glifosato: características, manejo e controle. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. 9 p. (Documentos Online, 298). Disponível em: <[www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co298.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co298.htm)>.

VELINI, E. D. et al. **Modo de ação do glyphosate**. In: VELINI, E. D. et al. Glyphosate: uso sustentável. Fepaf: Botucatu, 2012. 213 p.

VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. **Herbicidas**: mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: Palotti, 1997b. 165p.

WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <http://www.weedscience.org/in.asp>. Acesso em: 25/06/2015.