

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**BANCO DE SEMENTES E MANEJO DE AZEVÉM EM
CULTURAS AGRÍCOLAS**

TESE DE DOUTORADO

André Guareschi

Santa Maria, RS, Brasil

2015

BANCO DE SEMENTES E MANEJO DE AZEVÉM EM CULTURAS AGRÍCOLAS

André Guareschi

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Proteção de Plantas Cultivadas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Luiz de Oliveira Machado

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Guareschi, André
Banco de sementes e manejo de azevém em culturas agrícolas. / André Guareschi.-2015.
92 f.; 30cm

Orientador: Sérgio Luiz de Oliveira Machado
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2015

1. Lolium multiflorum (Lam.) 2. Manejo cultural 3. Sucessão de culturas 4. Planta daninha I. Machado, Sérgio Luiz de Oliveira II. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a André Guareschi. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço eletrônico: andreguar@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**BANCO DE SEMENTES E MANEJO DE AZEVÉM EM CULTURAS
AGRÍCOLAS**

elaborada por
André Guareschi

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Sérgio Luiz de Oliveira Machado, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ubirajara Russi Nunes, Prof. Dr. (UFSM)

Mário Antônio Bianchi, Dr. (CCGL TEC / UNICRUZ)

Carlos Eduardo Schaedler, Dr. (UNIPAMPA - ITAQUI)

Ivan Carlos Maldaner, Dr. (IFF - SVS)

Santa Maria, 31 de julho de 2015.

*Dedico este trabalho aos meus pais **Danilo** e **Gelci Rita**.*

*As minhas irmãs **Daniela** e **Égide**.*

*Ao meu irmão **Roberto**.*

AGRADECIMENTOS

A minha família pelo apoio, incentivo e carinho, em especial ao mano Roberto, pela ajuda nos trabalhos de campo. A todos os amigos pelo apoio e incentivo durante essa caminhada.

A orientação e dedicação dos professores e orientadores Sérgio Luiz de Oliveira Machado, Nelson Diehl Kruse e Enio Marchesan da UFSM; Mário Antônio Bianchi da CCGL TEC/UNICRUZ. Ao Professor Ubirajara Russi Nunes da UFSM pela colaboração. Ao professor Ivan Carlos Maldaner do Instituto Federal Farroupilha de São Vicente do Sul pela parceria e colaboração no trabalho de campo.

A CAPES pelo suporte financeiro. A CCGL Tec pela parceria e suporte na realização do trabalho. A FEPAGRO Sementes de Júlio de Castilhos pela parceria e suporte na realização do trabalho, em especial Maria da Graça de Souza Lima e Liege Camargo da Costa.

Ao Colégio Politécnico de Santa Maria pelo empréstimo de máquinas e ao Departamento de Solos pela cedência da Área Experimental.

Aos colegas de pós-graduação do Laboratório de Plantas Daninhas da UFSM Geovane Boschmann Reimche, Keli Souza da Silva, Kelen Muller Souto, Fernando Piccinini, César Coradini e Gustavo Spreckelsen Casagrande pela ajuda, experiências compartilhadas e pelo companheirismo. À colaboração dos estagiários e bolsistas do Laboratório de Plantas Daninhas da UFSM Joanei Cechin, Leonardo Urban, Rodrigo Roso, Andrisa Balbinot e Tiago Gindri.

Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM, Fernando Saccol Gnocato, Angelita Sangoi Martins, Marizete Rossato pela ajuda e amizade. Aos amigos e colegas Engenheiros Agrônomos, Samuel Bianchi, Silas Hesler e Juliano Dalcin Martins pela amizade e trocas de experiências. Aos colegas de apartamento Odair José Schmitt, Laudénir Basso e Getúlio Elias Pilecco pela amizade e companheirismo durante o curso. Aos amigos Adriano Griebeler e Márcio Kreutz pela ajuda. E a todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para este trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO GERAL

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

BANCO DE SEMENTES E MANEJO DE AZEVÉM EM CULTURAS AGRÍCOLAS

AUTOR: ANDRÉ GUARESCHI
ORIENTADOR: SÉRGIO LUIZ DE OLIVEIRA MACHADO
Local e Data da Defesa: Santa Maria, 31 de julho de 2015.

No Rio Grande do Sul (Brasil), o azevém anual é planta forrageira utilizada na alimentação animal, e é também considerada importante planta daninha em culturas agrícolas durante o período frio do ano. Foram realizados três trabalhos, no primeiro trabalho (I) realizado em dois anos, avaliou-se o efeito de sistemas de cultivo do solo e da rotação de culturas na redução da população e do banco de sementes de azevém anual. No segundo trabalho (II) o objetivo foi avaliar o potencial supressor de algumas culturas de inverno sobre o azevém anual e também sua contribuição na redução do banco de sementes. O experimento foi conduzido em duas safras agrícolas, as culturas de inverno utilizadas foram trigo, aveia preta, centeio, cevada, canola, ervilhaca comum, nabo forrageiro e o pousio invernal com azevém (testemunha), com e sem controle (químico ou mecânico) do azevém anual. O terceiro trabalho (III) foi conduzido com o objetivo de avaliar o potencial de herbicidas na redução da qualidade de sementes de azevém na cultura do trigo. Foram aplicados os herbicidas iodosulfurom metílico [(5 g de ingrediente ativo (i.a.) ha⁻¹] no afilhamento do trigo; glufosinato de amônio (350 g i.a. ha⁻¹ em pré-colheita, maturação fisiológica) do trigo; combinação destes dois herbicidas e o tratamento controle (testemunha); e avaliados o peso de mil sementes, germinação e vigor das sementes de azevém e trigo. Os resultados mostraram que os sistemas com rotação de culturas de inverno e verão reduzem a população de azevém, independente do sistema de plantio ser direto ou convencional. A rotação de culturas é eficaz na redução do banco de sementes de azevém independente do sistema de cultivo ser direto ou convencional, com destaque para os sistemas de rotação de culturas que incluem o milho no verão (I). O uso de culturas de inverno é importante ferramenta no manejo do azevém anual com redução da estatura de planta, matéria seca e menor realimentação do banco de sementes; e dentre culturas de inverno destacam-se nabo forrageiro, centeio e ervilhaca comum (II). No azevém, os dois tratamentos com aplicação de glufosinato de amônio em pré-colheita do trigo, reduzem o peso de mil sementes, a germinação e o vigor das plântulas. Em trigo, a aplicação de glufosinato de amônio em pré-colheita, associado com iodosulfurom metílico aplicado no início do perfilhamento, gera redução do vigor das sementes, porém, sem afetar a germinação (III).

Palavras-chave: *Lolium multiflorum* (Lam.). Manejo cultural. Sucessão de culturas. Planta daninha.

GENERAL ABSTRACT

Doctor Thesis
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

SEED BANK AND RYEGRASS MANAGEMENT IN AGRICULTURAL CROPS

AUTHOR: ANDRE GUARESCHI
ADVISER: SÉRGIO LUIZ DE OLIVEIRA MACHADO
Santa Maria, July 31, 2015.

In Rio Grande do Sul (Brazil), the annual ryegrass is a fodder plant used for animal feed, and it is also considered an important weed in crops during the cold period of the year. Three works were conducted, the first work (I) was conducted in two years, it was evaluated the effects of these soil cropping systems and of crop rotation in the reduction of the population and the annual ryegrass seed bank. In the second work (II) the objective was to evaluate the suppressor potential of winter crops on the annual ryegrass and also their contribution in reducing the seed bank. The experiment was conducted in two agricultural years, the used winter crops were wheat, black oat, rye, barley, canola, vetch, wild turnip and the fallow is with ryegrass (control) and in the subplots, treatments with and without control (chemical or mechanical) of annual ryegrass. The third work (III) was conducted in order to evaluate the potential of herbicides in the quality reduction of ryegrass seeds in wheat. The methyl iodosulfurom herbicides were applied (5 g of active ingredient (a.i.) ha⁻¹ in wheat tillering; glufosinate (350 g ai ha⁻¹ in pre-harvest physiological maturity) of wheat; combination of these two herbicides and control treatment (control); and evaluated the weight of a thousand seeds, germination and vigor of ryegrass and wheat. The results demonstrated that the systems with rotation of winter and summer crops reduce the population of ryegrass, regardless the tillage system being direct or conventional. The crop rotation is effective in reducing ryegrass seed bank, regardless the cultivation system being direct or conventional highlighting the crop rotation systems that include maize in the summer (I). The use of winter crops is an important tool in the management of annual ryegrass, with the reduction in the plant height, dry matter and lower replenishment of soil seed bank; and among winter crops stand out radish, rye and vetch (II). In ryegrass the two treatments with application of glufosinate ammonium in pre-harvest grain, reduce the weight of a thousand seeds, germination and seedling vigor. In wheat, the use of glufosinate ammonium in pre-harvest, associated with methyl iodosulfurom applied at the beginning of tillering, reduces the seed vigor, however, without affecting germination (III).

Keywords: *Lolium multiflorum* (Lam.). Crop management. Crop succession. Weed.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Banco de sementes do solo. Destino de sementes de plantas daninhas, entradas para o banco de sementes são mostradas com setas pretas e perdas com setas brancas..... 18
- Figura 2** – Dinâmica do banco de sementes do solo de azevém anual20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma dos sistemas de rotação utilizados no estudo na CCGL TEC. Santa Maria, RS. 2015	31
Tabela 2 – População de azevém (plantas m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas em duas épocas de avaliação. Santa Maria, RS, 2015.....	34
Tabela 3 – Banco de sementes de azevém (sementes m ⁻²) em três profundidades, nos diferentes sistemas de cultivo e rotação de culturas na safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015	36
Tabela 4 – Banco de sementes de azevém (sementes m ⁻²) em três profundidades, nos diferentes sistemas de cultivo e rotação de culturas na safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015.....	38
Tabela 5 – População inicial das culturas de inverno e de azevém anual. Santa Maria, RS, 2015.....	47
Tabela 6 – Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno. Santa Maria, RS, 2015	49
Tabela 7 – Estatura de plantas de azevém aos 45 dias após os tratamentos de manejo nas culturas de inverno. Santa Maria, RS, 2015.....	51
Tabela 8 – Matéria seca de azevém e das culturas de inverno com e sem controle de azevém. Santa Maria, RS, 2015	54
Tabela 9 – Sementes de azevém anual no banco de sementes do solo com cultivo de culturas de inverno. Santa Maria, RS. 2015	55
Tabela 10 – Tratamentos utilizados na cultura do trigo na safra agrícola 2013. Santa Maria, RS, 2015	65
Tabela 11 – Peso de mil sementes de azevém e trigo. Santa Maria, RS, 2015.....	67
Tabela 12 – Primeira contagem do teste de germinação de sementes de azevém e trigo. Santa Maria, RS, 2015	68
Tabela 13 – Porcentagem de germinação de sementes azevém e trigo. Santa Maria, RS, 2015.....	69
Tabela 14 – Comprimento das estruturas primárias das plântulas de azevém e trigo. Santa Maria, RS, 2015	70

LISTA DE ANEXO

Anexo A – Escala de Zadoks et al. (1974)	75
---	----

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A –	Análise da variância para população de azevém (plantas m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas, na primeira época de avaliação (E1) ¹ , na safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015.....	78
Apêndice B –	Análise da variância para população de azevém (plantas m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas, na primeira época de avaliação (E2) ¹ , na safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015.....	78
Apêndice C –	Análise da variância para população de azevém (plantas m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas, na primeira época de avaliação (E1) ¹ , na safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015.....	79
Apêndice D –	Análise da variância para população de azevém (plantas m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas, na segunda época de avaliação (E2) ¹ , na safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015.....	79
Apêndice E –	Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P1) ¹ , safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015.....	80
Apêndice F –	Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P2) ¹ , safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015.....	80
Apêndice G –	Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P3) ¹ , safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015.....	81
Apêndice H –	Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P1) ¹ , safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015.....	81
Apêndice I –	Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P2) ¹ , safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015.....	82
Apêndice J –	Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m ⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P3) ¹ , safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015.....	82
Apêndice K –	Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2012, primeira avaliação. Santa Maria, RS, 2015.....	83

Apêndice L –	Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2012, segunda avaliação. Santa Maria, RS, 2015.....	83
Apêndice M –	Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2013, primeira avaliação. Santa Maria, RS, 2015.....	84
Apêndice N –	Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2013, segunda avaliação. Santa Maria, RS, 2015.....	84
Apêndice O –	Estatura de plantas de azevém aos 45 dias após os tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2012. Santa Maria, RS, 2015.....	84
Apêndice P –	Estatura de plantas de azevém aos 45 dias após os tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2013. Santa Maria, RS, 2015.....	85
Apêndice Q –	Matéria seca das culturas de inverno com e sem controle de azevém na safra 2012. Santa Maria, RS, 2015	85
Apêndice R –	Matéria seca de azevém com e sem controle de azevém na safra 2012. Santa Maria, RS, 2015.....	86
Apêndice S –	Matéria seca das culturas de inverno com e sem controle de azevém na safra 2013. Santa Maria, RS, 2015	86
Apêndice T –	Matéria seca de azevém com e sem controle na safra 2013. Santa Maria, RS, 2015.....	87
Apêndice U –	Sementes de azevém anual no banco de sementes do solo com cultivo de culturas de inverno. Santa Maria, RS. 2015	87
Apêndice V –	Peso de mil sementes de azevém. Santa Maria, RS, 2015	88
Apêndice W –	Peso de mil sementes de trigo. Santa Maria, RS, 2015.....	88
Apêndice X –	Primeira contagem do teste de germinação de sementes de azevém. Santa Maria, RS, 2015	89
Apêndice Y –	Primeira contagem do teste de germinação de sementes de trigo. Santa Maria, RS, 2015.....	89
Apêndice Z –	Porcentagem de germinação de sementes de azevém. Santa Maria, RS, 2015.....	90
Apêndice AA –	Porcentagem de germinação de sementes de trigo. Santa Maria, RS, 2015.....	90
Apêndice BB –	Comprimento da parte aérea das plântulas de azevém. Santa Maria, RS, 2015.....	91
Apêndice CC –	Comprimento da raiz primária das plântulas de azevém. Santa Maria, RS, 2015.....	91

Apêndice DD – Comprimento da parte aérea das plântulas de trigo. Santa Maria, RS, 2015.....	92
Apêndice EE – Comprimento da raiz primária das plântulas de trigo. Santa Maria, RS, 2015.....	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
Referências	22
3 SISTEMAS DE CULTIVO DO SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS REDUZEM A POPULAÇÃO DE AZEVÉM ANUAL E O BANCO DE SEMENTES ..	26
Resumo	26
Abstract	27
Introdução	27
Material e métodos	29
Resultados e discussão	32
Conclusões	39
Referências	39
4 SUPRESSÃO DE AZEVÉM ANUAL COM CULTURAS DE INVERNO	42
Resumo	42
Abstract	43
Introdução	43
Material e métodos	44
Resultados e discussão	48
Conclusões	56
Referências	57
5 REDUÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE AZEVÉM COM HERBICIDAS	60
Resumo	60
Abstract	61
Introdução	61
Material e métodos	63
Resultados e discussão	66
Conclusões	70
Referências	71
6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	73
ANEXO	74
APÊNDICES	77

1 INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma poácea anual de fecundação cruzada originária da região do Mediterrâneo (KISSMANN; GROTH, 1997). É uma espécie muito próxima do azevém perene (*Lolium perene* Gaudin) possuindo espiguetas com 11 a 22 flores e lemas aristadas, enquanto *L. perene* possui espiguetas com menos de 10 flores e lemas múticas (KISSMANN; GROTH, 1997). As folhas do azevém anual são de coloração verde brilhante, ásperas na face superior e com bainhas achatadas (LORENZI, 2006). O azevém está disseminado na Região Sul do Brasil onde é utilizada principalmente como forrageira e para fornecimento de palha ao sistema plantio direto. Adaptada a solos de baixa e média fertilidade, fácil dispersão e, por isso, caracteriza-se como planta daninha em praticamente todas as lavouras de outono-inverno.

No trigo, cevada, centeio e triticale, as sementes de azevém, muitas vezes, já estão presentes por ocasião da semeadura dessas culturas. É também problema em lavouras de milho cultivado na safra. Em face da boa adaptação ao sistema de plantio direto, o azevém como planta daninha apresenta grande capacidade de competição com as culturas no outono-inverno. Segundo Fleck (1980), a competição de azevém com o trigo reduziu a produtividade de grãos em 18 a 56% quando a infestação de azevém variou de 130 a 750 plantas m⁻². Reduções na produtividade de trigo também foram observadas por Liebel; Worsham (1987), atingindo de 4,2% para cada 10 plantas de azevém m⁻².

Uma das mais importantes ferramentas no manejo de plantas daninhas é o uso de herbicidas. No entanto, para azevém o controle ineficiente tem aumentado quando a alternativa se restringe apenas a aplicação de glifosato na pré-semeadura das culturas e/ou herbicidas seletivos, como iodosulfuron metílico em pós-emergência. O glifosato tem intenso uso no sistema de plantio direto, em função disso, as chances de seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a este herbicida são maiores, como pode ocorrer também com outras herbicidas cujos mecanismos de ação são repetidamente utilizados (KRUSE et al., 2000). Neste contexto, os sistemas de cultivo e de rotação de culturas são ferramentas importantes no controle do azevém.

A rotação de culturas, especialmente aquelas com diferentes ciclos de vida, reduz o sucesso das plantas daninhas que já estão sincronizadas com a cultura (POWLES; HOLTUM, 1994). Para mensuração das práticas culturais e manejos realizados, estudos de bancos de sementes são importantes e necessários. Por isso, ações que visem reduzir o potencial de produção de sementes à um nível aceitável de convivência com os cereais de inverno, mas com a manutenção dos níveis de produtividade das culturas são importantes. Desta forma, é necessário selecionar culturas cultivadas em sucessão e/ou rotação com potencial para reduzir o banco de sementes; usar plantas de cobertura do solo com efeito supressor; e herbicidas com possibilidade de reduzir a produção de sementes viáveis de azevém.

Frente a isto, foram realizados três trabalhos, com o objetivo de avaliar o efeito de sistemas de cultivo do solo e da rotação de culturas na redução da população e do banco de sementes de azevém anual (Capítulo I); avaliar o potencial supressor de algumas culturas de inverno sobre o azevém anual e também sua contribuição na redução do banco de sementes (Capítulo II); e avaliar o potencial de herbicidas na redução da qualidade de sementes de azevém na cultura do trigo (Capítulo III).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A preocupação do azevém como importante infestante dos cereais de inverno se deve a sua adaptabilidade na região Sul do Brasil, de ser excelente forrageira e ter boa aceitação pelos pecuaristas, além de fácil disseminação. Outra preocupação se deve a previsão de que no mercado de agrotóxicos não há novas moléculas de herbicidas, com mecanismos de ação diferentes dos já existentes, para serem registradas no curto prazo, enquanto que os utilizados no momento têm casos de resistência comprovados. Estudos comprovam a existência de biótipos de azevém anual resistente a herbicidas com diferentes mecanismos de ação, como a glifosato, inibidor da enzima 5-enol-piruvil-shikimato-3-fosfato sintase (EPSPs) (ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2004); iodosulfuron metílico, inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS) (MARIANI, 2014), e a cletodim, herbicida inibidor da enzima Acetil Coenzima A Carboxilase (ACCCase) (VARGAS et al., 2013). Portanto, são necessários estudos sobre manejo cultural para melhor entendimento das modificações causadas pelos sistemas de rotação na população e no banco de sementes de plantas daninhas, especialmente de azevém anual, as quais nos conduzam a alternativas que permitam um nível aceitável de convivência dos cereais de inverno com o esta planta daninha.

Biótipos de azevém resistentes a herbicidas tiveram as primeiras ocorrências registradas na metade norte do Rio Grande do Sul (RS). Dentre as razões para a disseminação para outras regiões incluí-se a demanda de sementes de azevém para o estabelecimento de pastagens, que em sua maioria, são produzidas sem nenhum tipo de controle de qualidade e certificação das sementes. É importante enfatizar que a constatação de um caso de resistência não necessariamente representa a predominância de biótipos resistentes na lavoura e que o problema já esteja disseminado na região.

Em função da adaptação, e das dificuldades de manejo do azevém, podem ocorrer falhas de controle, as plantas não controladas são conhecidas também como “escapes” de aplicação. No caso do azevém em trigo, também podem ocorrer plantas que emergiram após a dessecação, e/ou que não foram controladas pelo herbicida pós-emergente, ou ainda plantas de azevém que emergiram tardiamente

após a aplicação em pós-emergência. Estas plantas remanescentes produzem sementes e realimentam do banco de sementes do solo sementes nos anos seguintes (Figura 1 e 2).

O banco de sementes é o estoque de sementes viáveis existentes no solo, desde a superfície até as camadas mais profundas, em uma dada área e em um dado momento (DE ALMEIDA-CORTEZ, 2004). Representa o total de sementes e outras estruturas de propagação (rizomas, estolões e tubérculos) das plantas presentes no solo (CARMONA, 1992).

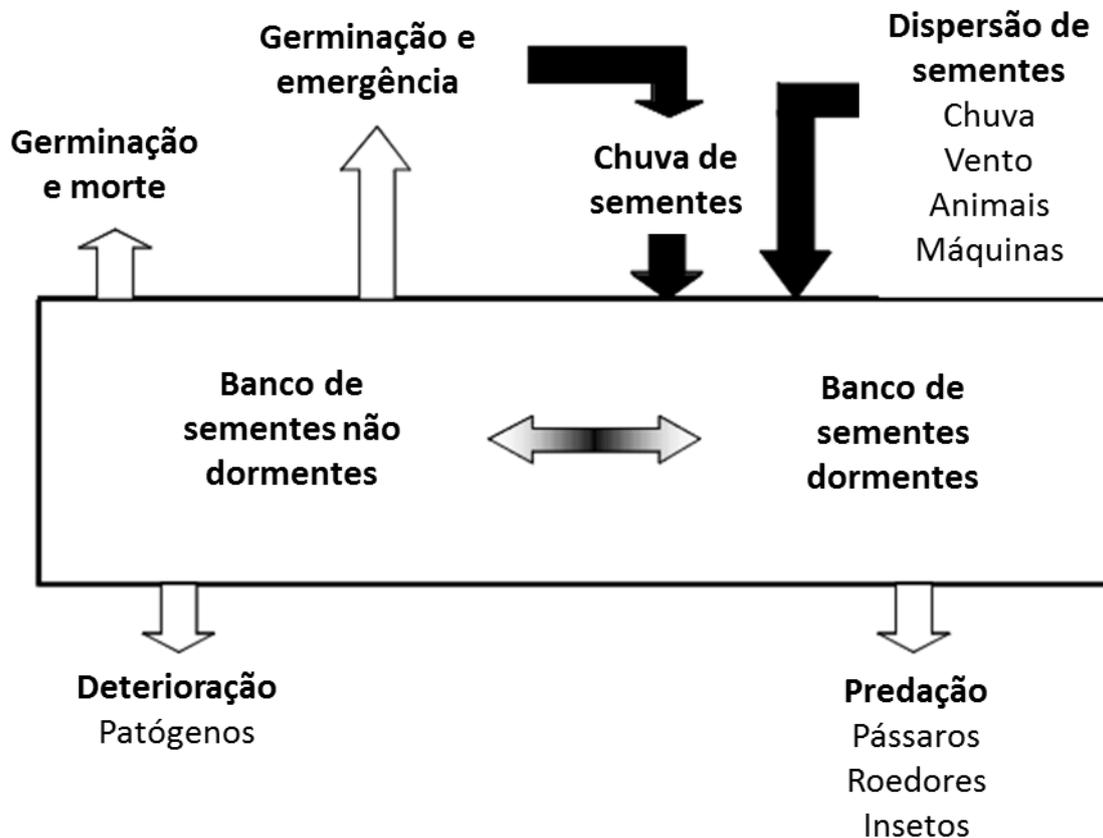


Figura 1 – Banco de sementes do solo. Destino de sementes de plantas daninhas, entradas para o banco de sementes são mostradas com setas pretas e perdas com setas brancas

Fonte: adaptado de Menalled, (2008).

O banco de sementes do solo é uma importante forma de regeneração de azevém e é influenciado pela cultura antecessora em rotação e/ou sucessão, sendo

a sobrevivência de sementes das plantas daninhas no solo, é variável com a espécie, profundidade de enterrio e manejo do solo (VOLL et al., 1997). As variações na composição do banco de sementes estão diretamente associadas às variações dos fatores edáficos e guardam relação de dependência com os sistemas de cultivo (FAVARETO; MEDEIROS, 2006).

As sementes de azevém não se mantêm viáveis por mais de um ano no solo, por isso a ressemeadura natural de pastagens e cobertura de solo no sistema de plantio direto de soja depende da produção de sementes anuais (MAIA et al., 2009). Lavouras onde a soja antecede o azevém apresentam maior banco de sementes, e a maior parte das sementes de azevém teve a dormência superada, germinando ao final do verão e início do outono (MAIA et al., 2007), caracterizando um típico banco de sementes transitório (Figura 2).

As sementes de azevém permanecem dormentes no solo até o início do outono na região Sul do Brasil (Figura 2) quando inicia a germinação escalonada, que é uma estratégia importante na sobrevivência da espécie (PIANA, 1986). Nos cereais, a expressão da dormência ocorre quando as sementes sadias e morfológicamente maduras não germinam sob condições adequadas de umidade, temperatura, luz e oxigênio (CASTRO et al., 2004). Em termos de manejo, esta característica reduz o sucesso das medidas de controle, pois novos fluxos de emergência garantem a produção de sementes e a sobrevivência do azevém.

As sementes produzidas por plantas daninhas que escapam aos métodos de controle, normalmente, resultam em populações estáveis ou crescentes no banco de sementes. Assim, para evitar a floração e a produção de sementes, as medidas de controle não devem se restringir apenas ao período em que as plantas daninhas competem com as culturas. Várias práticas de manejo podem ser implementadas visando esgotar o banco de sementes, além da prevenção, a superação de dormência e exposição das sementes na superfície do solo pode ser utilizada, pois as sementes na camada superficial do solo estão mais susceptíveis à ação de predadores, como pássaros e roedores, com a predisposição de diminuição rápida do banco de sementes do solo (CARMONA, 1992).

A aplicação de herbicidas no período de florescimento pode impedir a formação ou reduzir a qualidade das sementes de azevém e conseqüentemente, evita o reabastecimento do banco de sementes no período posterior a maturação. Esta prática também pode levar a formação de sementes menos vigorosas, em

consequência, estas podem mostrar maior sensibilidade aos métodos mecânico e químico ou mesmo apresentar maior suscetibilidade às medidas culturais recomendadas para reduzir sua interferência (ANDRES; FLECK, 1994). Ao eliminar mecanicamente as plantas de azevém ou dessecar antes da floração inviabilizando a produção de sementes, o banco não será abastecido e a infestação tende diminuir rapidamente na área (MAIA et al., 2008).

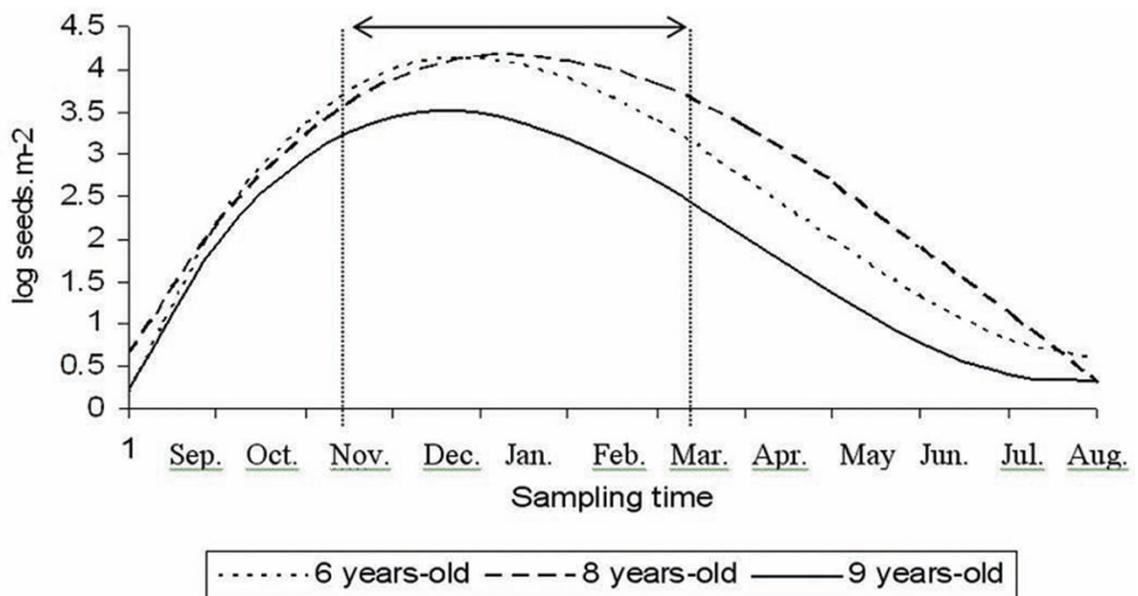


Figura 2 – Dinâmica do banco de sementes do solo de azevém anual

Fonte: Maia et al., (2008).

A rotação de culturas pode alterar a composição de espécies de plantas daninhas nas lavouras. Em áreas com azevém, a rotação de soja com a utilização do milho cultivado na safra, tem a semeadura antecipada em comparação com a da soja, além disso, requer dessecação antecipada, e desta forma consegue impedir parte da formação de sementes de azevém, logo reduz a quantidade de sementes produzidas desta planta daninha que poderiam reabastecer o banco de sementes no solo. Esta dessecação antecipada para implantação do milho reduz o fluxo de emergência de plantas daninhas após emergência do milho e proporciona ganhos de produtividade (CONSTANTINI et al., 2007), neste trabalho os autores realizaram a primeira aplicação aos 24 dias antes da semeadura e a segunda na data da semeadura. A rotação aveia preta/milho mostrou a menor quantidade de plantas de

azevém por área em comparação com o pousio/soja e também trigo/soja, sendo que a aveia preta foi dessecada para semeadura do milho, e esta operação realizada antes do estágio reprodutivo do azevém (GALVAN et al., 2015).

É importante destacar que para o milho, há registro de herbicidas visando o controle de azevém com mecanismos de ação diferentes do glifosato e que podem ser aplicados tanto na dessecação em pré-semeadura, como em pós-emergência da cultura. Herbicidas pós-emergentes como a atrazina e nicosulfuron, foram eficazes no controle de plantas de azevém que emergiram na cultura do milho após a semeadura (GALVAN et al., 2015).

O intervalo de tempo após a colheita do milho cultivado na safra também oportuniza aos produtores a utilização do solo com plantas de cobertura como o nabo forrageiro, que apresenta ampla adaptação, rápido crescimento e fácil estabelecimento. O sombreamento do solo pelo nabo forrageiro reduz substancialmente a germinação e emergência do azevém, permitindo que a cultura em sucessão apresente um melhor desenvolvimento inicial (RIZZARDI et al., 2006).

A aveia preta também exerce efeito supressor sobre azevém (RIZZARDI; SILVA, 2006). Nesse sentido, aveia preta ($5,4 \text{ t ha}^{-1}$) dessecada, reduziu a emergência de 44,7 para 1,8 plantas de azevém por m^2 (VOLL et al., 2005). Para biótipos de azevém resistente a glifosato a ervilhaca comum é também uma excelente alternativa visando o controle de azevém, após o controle inicial do mesmo pelo herbicida cletodim (MAROCHI et al., 2004). Outra possibilidade é a utilização do solo no inverno com cultivo consorciado destas espécies para cobertura que permitam alta produção de palha para proteção do solo no verão, e também reduz a infestação de plantas daninhas (BALBINOT JR. et al., 2008).

No Rio Grande do sul os produtores de cereais de inverno têm utilizado herbicidas visando antecipar, uniformizar a maturação dessas culturas e também dessecar plantas daninhas que causam problemas durante a colheita e aumentam o banco de sementes no solo. Na maturação fisiológica do trigo, a aplicação destes herbicidas visa reduzir ou inviabilizar a produção de sementes de plantas daninhas e também antecipar a colheita dos cereais principalmente em períodos chuvosos, onde a umidade além de depreciar a qualidade dos grãos (CUNHA et al., 2004), favorece a germinação das sementes ainda presas à espiga (FRANCO et al., 2009).

Para a sustentabilidade do sistema, o controle dos escapes das plantas de azevém pode ser realizado pela remoção manual das espigas ou com a utilização da

barra química. A época limite de dessecação do azevém é no estágio anterior a antese completa (GALVAN, 2013), estágio 69 da escala, segundo (ZADOKS et al., 1974).

O glufosinato de amônio é um herbicida que possui registro para a dessecação em cultivos de feijão, batata e soja (AGROFIT, 2015), e tem sido sugerido como um herbicida possível de ser usado em aplicações de pré-colheita em trigo e cevada. Nestas culturas, apenas há registro para aplicação em pré-semeadura; daí a importância de trabalhos com aplicação em pré-colheita, para obter informações quanto a dose aplicada, adjuvantes e época ideal de aplicação, resíduo nos grãos e período de carência (REUNIÃO, 2012).

Referências

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acessado em: 13 mai. 2015.

ANDRES, A.; FLECK, N. G. Efeitos de herbicidas aplicados no período reprodutivo sobre o crescimento inicial de plantas daninhas na geração seguinte. **Planta Daninha**, v. 12, n. 2, p. 70-77, 1994.

BALBINOT JR., A. A. et al. Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho (*Zea mays*) cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 569-576, 2008.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, n. 1/2, p. 5-16, 1992.

CASTRO, R. D. et al. Embebição e reativação do metabolismo. In: **Germinação do básico ao aplicado**. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.

CONSTANTINI, J. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade do milho. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 513-520, 2007.

- CUNHA, G. R. et al. Introdução ao problema da germinação na pré-colheita em trigo no Brasil. In: CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F. (Ed.). **Germinação pré-colheita em trigo**. Passo Fundo, 2004. p. 11-20.
- DE ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. p. 225-235.
- FAVARETO, R.; MEDEIROS, R. B. Banco de sementes do solo em lavoura sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 34-44, 2006.
- FERREIRA, E. A. et al. Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 261-269, 2008.
- FLECK, N. G. Competição de azevém (*Lolium multiflorum* L.) com duas cultivares de trigo. **Planta Daninha**, v. 3, n. 2, p. 61-67, 1980.
- FRANCO, F. A. et al. Pré-esfriamento para superação da dormência de sementes de trigo colhidas na época da maturidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 245-252, 2009.
- GALVAN, J. **Banco de sementes e fluxo gênico de azevém sensível e resistente ao herbicida glifosato**. 2013. 200 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. Basf, Tomo I, 2. ed., p. 825, 1997.
- KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPs: Revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2000.
- LIEBEL, R.; WORSHAM, A. D. Effect of chlorsulfuron on diclofop phytotoxicity to Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Weed Science**, v. 35, n. 3, p. 383-387, 1987.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6. ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 339 p.
- MAIA, F. C. et al. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: I. Soil seed bank dynamics in a no till system. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 100-110, 2008.

_____. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: I. Soil seed bank dynamics in a no till system. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 100-110, 2007.

_____. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: II. Longevity under natural conditions. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 123-128, 2009.

MARIANI, F. **Caracterização de biótipos de *Lolium multiflorum* Lam. resistentes a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS)**. 2014. 112 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

MAROCHI, A. I. et al. Sistemas de manejo para controle de biótipos resistentes de azevém (*Lolium multiflorum*) através de rotação com cobertura verde de ervilhaca (*Vicia sativa*) e herbicidas. In: Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas, 24., São Pedro, 2004. **Resumos...** Londrina: SBCPD, p. 269, 2004.

MENALLED, F. **Weed Seedbank Dynamics e Integrated Management of Agricultural Weeds**. Department of Land Resources and Environmental Sciences, Montana State University-Bozeman. Outubro, 2008. Disponível em: <www.msu.edu/extension.org/publications.asp> Acessado em: 27 mai. 2015.

PIANA, Z. Superação da dormência de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 8, n. 1, p. 58-72, 1986.

POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 61-82.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 6., 2012, Londrina. **Informações técnicas para trigo e triticale - Safra 2013**. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), 2013. 220 p.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. F. Influência das coberturas vegetais antecessoras de aveia-preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 669-675, 2006.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. F.; VARGAS, L. Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidades de palha de nabo forrageiro. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 263-270, 2006.

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

VARGAS, L. et al. Dose-response curves of *Lolium multiflorum* biotypes resistant and susceptible to clethodim. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 887-892, 2013.

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

VOLL, E. et al. **A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo**. Londrina, Embrapa Soja, 2005. 85 p. Documentos/Embrapa Soja, 260.

3 SISTEMAS DE CULTIVO DO SOLO E DE ROTAÇÃO DE CULTURAS REDUZEM A POPULAÇÃO DE AZEVÉM ANUAL E O BANCO DE SEMENTES

Resumo

Avaliou-se o efeito destes sistemas de cultivo do solo e de rotação de culturas na redução da população e do banco de sementes de azevém anual. Os dados foram coletados em 2012 e 2013, utilizando área onde se desenvolve o projeto "Influência do preparo do solo e da rotação de culturas sobre o rendimento e a rentabilidade das culturas", desde 1985. Os dois sistemas de cultivo (plantio convencional e plantio direto) foram comparados com cinco sistemas de rotação e sucessão de culturas, com o objetivo de quantificar a redução da população de azevém anual e o banco de sementes do solo. Os sistemas com rotação de culturas de inverno e verão reduzem a população de azevém, independente do sistema de plantio ser direto ou convencional. A rotação de culturas é uma ferramenta eficaz na redução do banco de sementes de azevém independente do sistema de cultivo ser direto ou convencional, com destaque para os sistemas de rotação de culturas que incluem o milho no verão.

Palavras-chave: *Lolium multiflorum* Lam. Planta daninha. Manejo cultural. Sucessão de culturas.

CROPPING SYSTEMS AND CROP ROTATION REDUCE THE POPULATION OF ANNUAL RYEGRASS AND THE SEED BANK

Abstract

It was evaluated the effect of these soil cropping systems and of crop rotation in the reduction of the population and the annual ryegrass seed bank. The data were collected in 2012 and 2013, using the area where the project "Influence of tillage and crop rotation on yield and profitability of crops" has been developed since 1985. The two cropping systems (conventional tillage and no-tillage) were compared with five rotation and crop succession systems, in order to quantify the reduction of population and the annual ryegrass and the seed bank. Systems with rotation of winter and summer crops reduce the population of ryegrass, regardless the tillage system being direct or conventional. The crop rotation is an effective practice in reducing ryegrass seed bank, regardless the cultivation system being direct or conventional highlighting the crop rotation systems that include maize in the summer.

Keywords: *Lolium multiflorum* Lam. Weed. Crop management. Crop succession.

Introdução

O azevém é uma planta forrageira anual de fácil disseminação e é considerada importante planta daninha em lavouras com culturas de outono-inverno e de milho cultivado na safra no Sul do Brasil. O azevém adaptou-se ao sistema de plantio direto, que é amplamente utilizado e por vezes tem o próprio azevém como planta de cobertura durante o pousio invernal. No entanto, durante as décadas de 1950 e 1960, o sistema convencional de preparo do solo foi amplamente utilizado por imigrantes europeus no Sul do Brasil. Este sistema com revolvimento do solo causou problemas na conservação do mesmo em função de perdas provocadas pela erosão. O não revolvimento do solo foi considerado uma possibilidade visando reduzir este problema, e foi introduzido no município de Não-Me-Toque, Rio Grande do Sul (RS), o sistema plantio direto, tecnologia desenvolvida e aplicada na Europa (BORGES, 1993).

Inicialmente o crescimento do sistema de plantio direto foi impulsionado com o uso do herbicida paraquat na dessecação de plantas daninhas (DERPSCH, 1998).

Nos anos seguintes, obteve expressivo crescimento em área cultivada juntamente com a rotação de culturas, aliado ao uso do herbicida glifosato, sendo esta prática adotada a mais de 20 anos no Brasil (VARGAS et al., 2007). Por outro lado, a aplicação repetida deste herbicida selecionou biótipos de azevém anual resistentes em lavouras com culturas anuais e pomares da região Sul do Brasil (ROMAN et al., 2004). No Rio Grande do Sul foi confirmada a resistência do azevém a glifosato (ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2004); e também, a herbicidas inibidores da enzima ALS (MARIANI, 2014); e cletodim, herbicida inibidor da enzima ACCase (VARGAS et al., 2013).

Os sistemas de rotação de culturas, particularmente aquelas que apresentam ciclo de vida diferentes do azevém podem reduzir a infestação da área, além da possibilidade de uso de herbicidas com mecanismos de ação diferentes do glifosato (POWLES; HOLTUM, 1994). Aliado aos estes problemas de resistência, o período de ocorrência do azevém coincide com o cultivo de trigo e de outros cereais de estação fria; além da escassez de herbicidas seletivos para estas culturas no mercado. É importante ressaltar também que geralmente a alternância das práticas de manejo visando o controle de azevém pelos produtores, normalmente ocorre quando a presença de biótipos resistentes a herbicidas já se encontra no nível crítico (BURGOS et al., 2013).

Nesse cenário, a utilização de práticas distintas e complementares é uma necessidade frente aos problemas diagnosticados nas áreas de produção agrícola do Sul do Brasil. O uso de rotação de culturas aliada ao uso de herbicidas de diferentes mecanismos de ação pode contribuir na redução da evolução da resistência (COLLAVO et al., 2012). Em consequência disso, ocorre a diminuição do banco de sementes do solo, além disso, as práticas de manejo cultural são importantes, pois tem maior contribuição na diminuição do banco de sementes do solo em relação ao número de anos que estas práticas são implementadas (MAIA et al., 2008).

Objetivou-se avaliar a contribuição dos sistemas de rotação de culturas submetidos ao preparo convencional e plantio direto sobre a redução da população de azevém e do banco de sementes.

Material e métodos

O experimento foi realizado na área experimental da CCGL TEC em Cruz Alta (latitude de 28°36' Sul, longitude de 53°40' Oeste e altitude média de 409m) localizada na região do Planalto Médio do RS (Rio Grande do Sul, 1994). Os dados coletados para a realização do experimento foram extraídos dos tratamentos que constituem o projeto "Influência do preparo do solo e da rotação de culturas sobre o rendimento e a rentabilidade das culturas", desenvolvido na área experimental desde 1985 (RUEDELL, 1995). Antecedendo a instalação do projeto, o preparo do solo na área experimental era realizado no sistema convencional, sendo cultivados trigo e soja. Atualmente os cultivos são conduzidos no sistema de plantio convencional e direto, com rotação de culturas de inverno e verão. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013).

Os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas, com dois fatores, o fator "A" representou dois sistemas de preparo do solo (preparo convencional e sistema de plantio direto) em área de 2400m² (40 x 60m) combinado com o fator "B" representado por cinco sistemas de rotação de culturas em área de 400m² (13,33 x 30). Os sistemas de rotação de culturas utilizados foram: sem rotação com monocultura de inverno/verão (trigo/soja); rotação 1-1 com rotação de inverno e verão (trigo/soja/aveia preta/soja/aveia preta + ervilhaca/milho/nabo forrageiro); rotação 1-2 com rotação de inverno e verão (aveia preta + ervilhaca/milho/nabo forrageiro /trigo/soja/aveia preta/soja); rotação 1-3 com rotação de inverno e verão (aveia preta/soja/aveia preta + ervilhaca/milho/nabo forrageiro/trigo/soja); rotação 2 com rotação de inverno e monocultura de verão (aveia preta/soja/trigo/soja) conforme a Tabela 1. Foi acrescido um tratamento adicional (testemunha), com monocultivo de soja no verão e pastagem de azevém espontâneo no inverno. Este tratamento adicional localizam-se em uma propriedade no município de Boa Vista do Inca (RS), e teve como objetivo fornecer informações para comparar com os sistemas de rotação de culturas.

Foram avaliadas a população de azevém emergida e o banco de sementes do solo. No campo, a população de azevém foi determinada aleatoriamente em cada subparcela, em duas épocas durante o período de outono-inverno de 2012 e 2013 utilizando-se o quadro amostral de 0,5 x 0,5m. A primeira contagem foi realizada antes da aplicação do herbicida idosulfurom metílico (5 g do ingrediente ativo ha⁻¹)

com o trigo em estágio de afilamento [estádio 23 da escala de Zadoks et al. (1974)] e azevém em início de afilamento; e a segunda, aos 30 dias após a aplicação do herbicida no trigo.

Para avaliar o banco de sementes de azevém no solo foram realizadas coletas de solo após a senescência do azevém, nos meses de fevereiro de 2012 e 2013, em 10 pontos aleatórios em cada subparcela, nas profundidades de: 0-5cm, 5-10cm e 10-20cm utilizando trado cilíndrico com 5 cm de diâmetro conforme a metodologia proposta por (VOLL et al., 2003). As amostras foram colocadas em recipientes plásticos devidamente identificados e transferidas para o laboratório onde permaneceram em repouso até a perda do excesso de umidade. Após as amostras foram transferidas para bandejas plásticas previamente identificadas e colocadas para germinar, a umidade do solo foi mantida na capacidade de campo. Realizou-se o revolvimento do solo uma vez durante o período, visando proporcionar maior contato das sementes com o solo e também para trazê-las para a superfície, estimulando a germinação. As contagens de plantas emergidas foram realizadas a cada 15 dias por um período total de 90 dias (BROWN, 1991). Neste estudo, consideramos como banco de sementes do solo a soma das plantas emergidas durante o fluxo de emergência, realizado em casa de vegetação, e as sementes não germinadas neste período, mas que se mostraram viáveis pelo teste de tetrazólio.

Posteriormente, as amostras de solo foram lavadas com aspersão de água em peneiras de latão (malha inox de 0,5mm), para separar as sementes não germinadas durante o fluxo de emergência. Após a secagem das amostras à sombra, as sementes de azevém foram identificadas em lupa (10x) e contadas, separando as sementes chochas (VOLL et al., 2003). Depois de separadas, as sementes foram submetidas a assepsia, sendo expostas por cinco minutos em álcool (70%) e por 20 minutos em hipoclorito de sódio (2%) (BRASIL, 2009). Em seguida foram triplamente lavadas em água corrente e transferidas para papel de germitest umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel, e transferidas para a câmara de germinação/crescimento (BOD), com temperatura constante de 20 °C, fotoperíodo de 12 horas (luz/escuro).

Tabela 1 – Cronograma dos sistemas de rotação utilizados no estudo na CCGL TEC. Santa Maria, RS, 2015.

Sistemas de rotação ¹		R0	R1.1	R1.2	R1.3	R2
Safras	Sistemas de cultivo					
Verão 2011/2012	SPC ²	Soja	Milho/nabo ⁴	Soja	Soja	Soja
	SPD ³	Soja	Milho/nabo	Soja	Soja	Soja
Inverno 2012	SPC	Trigo	Trigo	Aveia ⁵ + ervilhaca ⁶	Aveia	Aveia
	SPD	Trigo	Trigo	Aveia + ervilhaca	Aveia	Aveia
Verão 2012/2013	SPC	Soja	Soja	Milho/nabo	Soja	Soja
	SPD	Soja	Soja	Milho/nabo	Soja	Soja
Inverno 2013	SPC	Trigo	Aveia	Trigo	Aveia + ervilhaca	Trigo
	SPD	Trigo	Aveia	Trigo	Aveia + ervilhaca	Trigo

¹R0 (monoculturas no inverno e verão); R1.1, R1.2 e R1.3 (rotação de culturas no inverno e verão) e R2 (rotação de culturas no inverno e monocultura no verão).

²Sistema plantio convencional.

³Sistema plantio direto.

⁴Nabo forrageiro.

⁵Aveia preta.

⁶Ervilhaca comum.

A avaliação da germinação foi realizada aos cinco e quatorze dias considerando como semente germinada aquela que apresentou extrusão visível da radícula ou coleóptilo. As sementes que não germinaram, foram submetidas ao teste de tetrazólio (0,5%) (BRASIL, 2009). Os dados obtidos através das contagens de sementes inteiras (testes de germinação e viabilidade das sementes) foram utilizados para estimar a densidade por área e a viabilidade das sementes.

Os dados de população de azevém foram previamente transformados para \sqrt{x} ; e os dados de banco de sementes para $\sqrt{x} + 0,5$; e depois submetidos a análise das pressuposições da análise de variância. Os dados que atenderam os pressupostos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Cada sistema de rotação de culturas foi comparado também com a testemunha pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos mostraram a interação entre os sistemas de cultivo, sendo que o sistema de preparo convencional do solo reduziu a população de azevém quando comparado com o plantio direto, principalmente no tratamento com monocultivo de inverno e verão (Tabela 2). O sistema convencional de preparo do solo altera o banco de sementes, além disso, o banco de sementes pode apresentar alta similaridade com a vegetação em áreas agrícolas (FAVARETO; MEDEIROS, 2006). Entretanto, quando se analisou o banco de sementes do solo (Tabelas 3 e 4), observaram-se diferenças significativas na redução do banco de sementes quando utilizado o sistema de plantio direto em relação ao plantio convencional, para o tratamento com monocultivo, sendo que este apresentou as maiores populações de azevém após a testemunha. O sistema plantio direto quando bem conduzido pode proporcionar melhor controle de plantas daninhas, com redução da população e também da diversidade das espécies (PEREIRA; VELINI, 2003). Além do aporte de palha que as culturas em rotação alocam na superfície do solo formando uma barreira física à emergência de plântulas (THEISEN et al., 2000).

Entre os sistemas de rotação, os sistemas com rotação de inverno e verão (R1.1; R1.2 e R1.3) proporcionaram as maiores reduções da população de azevém anual quando comparados com o monocultivo de inverno e verão, diferindo significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), independentemente do sistema de cultivo ser o convencional ou direto (Tabela 2). Até mesmo a rotação de culturas apenas de inverno com monocultivo de verão (R2) foi melhor na redução da população de azevém comparada ao monocultivo de inverno e verão.

O tratamento testemunha (monocultura de soja e pastagem de azevém) não difere, na maioria das avaliações, da monocultura de inverno e verão pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$), (Tabela 2). O azevém como pastagem de inverno e com ressemeadura natural é interessante para pecuaristas e prática comum, porém para muitos cultivos, o azevém é uma planta daninha com grande potencial competitivo e muitas vezes de difícil controle.

Os resultados da Tabela 2 reforçam a importância da utilização da rotação e/ou sucessão de culturas, boa cobertura do solo no outono-inverno, para bom controle de azevém e outras plantas daninhas da estação fria do ano (CASTRO, 2011). Pois os tratamentos com rotação de culturas, mesmo que apenas na safra de

inverno, apresentaram número menor de plantas de azevém em relação ao monocultivo nos dois anos do estudo, já o monocultivo não diferiu do tratamento testemunha.

Tabela 2 – População de azevém (plantas m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas em duas épocas de avaliação. Santa Maria, RS, 2015.

Tratamentos ¹	2012				2013			
	E1 ²		E2 ³		E1		E2	
	SPC ⁴	SPD ⁵	SPC	SPD	SPC	SPD	SPC	SPD
R0	b**13,6 Ba*	a 384 Aa	a 26,8 Ba	a 436,4 Aa	a 57,0 Ba	a 472,1 Aa	a 47,2 Ba	a 168,8 Aa
R1.1	b 2,8 Aa	b 1,6 Ac	b 15,2 Aab	b 3,6 Bb	b 1,8 Bb	a 11,2 Ac	b 1,2 Bbc	b 5,6 Ac
R1.2	b 5,2 Aa	b 5,6 Ab	b 4,8 Ab	b 5,2 Ab	b 6,6 Bb	a 21,1 Ac	b 0,0 Ac	b 1,2 Ac
R1.3	b 9,2 Aa	b 1,6 Ac	b 5,6 Ab	b 1,6 Ab	a 12,9 Bb	a 126,1 Ab	b 5,6 Bb	a 83,6 Ab
R2	a 21,2 Aa	a 40,0 Ab	b 4,4 Ab	b 3,6 Ab	b 3,6 Ab	b 7,2 Ac	b 2,0 Abc	b 2,8 Ac
TA ⁶ (testemunha)	a 796,8		a 804,4		a 473,4		a 404,8	
CV% (fatorial)	68,2		54,4		42,5		39,9	
CV% (fatorial + TA ⁶)	54,4		39,4		37,6		36,9	

*Na linha, para cada época de avaliação, médias seguidas da mesma letra maiúscula; e na coluna, médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

**Na coluna, para cada época de avaliação, médias antecedidas da mesma letra minúscula não diferem do TA pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

¹Monoculturas de inverno e verão (R0); sistemas de rotação de culturas de inverno e verão (R1.1; R1.2; R1.3); e rotação de culturas de inverno e monocultura de verão (R2).

²Época 1 (E1): Dados quantificados antes da aplicação do herbicida iodosulfurom metílico, realizada no afilhamento do trigo [estádio 23 da escala de Zadoks et al. (1974)].

³Época 2 (E2): 30 dias após a aplicação do herbicida.

⁴Sistema plantio convencional (SPC).

⁵Sistema plantio direto (SPD).

⁶Tratamento adicional (TA): Monocultura de soja e pastagem de azevém com ressemeadura natural no inverno.

No tratamento com monocultivo de inverno e verão as sementes de azevém se concentraram mais próximo a superfície do solo e em densidades maiores no sistema plantio direto em comparação ao plantio convencional, principalmente no segundo ano (Tabela 4). A predominância das sementes na camada superficial ($\leq 5\text{cm}$), é situação que ocorre no sistema plantio direto ou com a mobilização do solo (sistema de cultivo convencional) favorece o esgotamento rápido do banco de espécies com sementes de dimensão muito pequena, como as de azevém. Isso porque, estas sementes dificilmente emergem em profundidades superiores a 5cm (GALVAN, 2013; CARMONA, 1992).

Os tratamentos com rotação de culturas apresentaram valores menores de banco de sementes, com diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) em relação ao monocultivo na maioria das profundidades, nos dois anos avaliados (Tabelas 3 e 4). No tratamento em que se utilizaram monoculturas de inverno e verão, o banco de sementes não difere significativamente do tratamento testemunha (monocultivo soja/pastagem de azevém) pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$) (Tabelas 3 e 4). Em lavouras com monocultivo, onde o azevém é antecedido pela soja, o banco de sementes tende a ser maior, uma vez que, após o pastoreio de inverno, o azevém é manejado para a ressemeadura natural (MAIA et al., 2007). Portanto, a maioria das sementes de azevém tende a germinar logo no início do outono contribuindo para o aumento da infestação. Todavia, é importante considerar que a sobrevivência de sementes no solo varia com a espécie, profundidade de enterrio e manejo do solo (VOLL et al., 1997), e também que práticas de manejo cultural integradas tem mais efeito no banco de sementes do que o número de anos que estas são adotadas pelos produtores (MAIA et al., 2008; SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001).

Tabela 3 – Banco de sementes de azevém (sementes m⁻²) em três profundidades, nos diferentes sistemas de cultivo e rotação de culturas na safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015

Tratamentos ¹	P1 ² (0-5cm)		P2 (5-10cm)		P3 (10-20cm)	
	SPC ³	SPD ⁴	SPC	SPD	SPC	SPD
R0	a** 137,5 a*	b 84,1 a	a 61,1 Aa	b 5,1 Ba	a 48,4 Aa	b 5,1 Ba
R1.1	b 0,0 b	b 0,0 b	b 0,0 Ab	b 0,0 Aa	b 10,2 Ab	b 0,0 Aa
R1.2	b 5,1 b	b 2,5 b	b 7,6 Ab	b 0,0 Aa	b 0,0 Ab	b 2,5 Aa
R1.3	b 5,1 b	b 0,0 b	b 0,0 Ab	b 0,0 Aa	b 7,6 Ab	b 0,0 Aa
R2	b 5,1 b	b 2,5 b	b 12,7 Ab	b 0,0 Aa	b 7,6 Ab	b 0,0 Aa
TA ⁵ (testemunha)	a 450,8		a 43,3		a 48,4	
CV% (fatorial)	118,5		123,9		105,0	
CV% (fatorial + TA ⁵)	124,7		112,4		119,2	

*Na linha, para cada profundidade, médias não seguidas da mesma letra minúscula; e na coluna, médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

**Na coluna, para cada profundidade, as médias antecedidas da mesma letra minúscula, não diferem do TA, pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

¹Monoculturas de inverno e verão (R0); sistemas de rotação de culturas de inverno e verão (R1.1; R1.2; R1.3); e rotação de culturas de inverno e monocultura de verão (R2).

²Profundidade de amostragem.

³Sistema de plantio convencional (SPC).

⁴Sistema de plantio direto (SPD).

⁵Tratamento adicional (TA): Monocultura de soja e pastagem de azevém com ressemeadura natural no inverno.

As variações da composição do banco de sementes também estão diretamente associadas às variáveis edáficas, onde há uma estreita relação com os sistemas de cultivo adotados, herbicidas aplicados e a predação (FAVARETO; MEDEIROS, 2006). O sistema plantio direto ou apenas o preparo superficial do solo, resulta em maior concentração de sementes próximo à superfície, auxiliando no decréscimo de sementes recém disseminadas na área, pois induz rapidamente a germinação e com isto a perda de viabilidade (PEREIRA; VELINI, 2003). Para *Chenopodium album* a germinação de foi 40% maior em função do preparo convencional com arado de aiveca e escarificador, comparado com o plantio direto. (YENISH et al., 1992).

A utilização da monocultura de soja no verão e pastagem de azevém no período frio do ano, com azevém completando seu ciclo, realimenta o banco de sementes e proporciona a reinfestação da área para os demais anos. Nos sistemas de rotação de inverno e verão (R1.1; R1.2 e R1.3) que incluíram o milho com nabo forrageiro em sucessão, os resultados foram expressivos quando se considerou o esgotamento do banco de sementes de azevém anual nos dois anos avaliados (Tabelas 3 e 4). É importante destacar que a dessecação antecipada da área para implantação do milho cultivado na safra possibilita redução da população de azevém, pois ocorre antes da fecundação e auxilia na redução da realimentação do banco de sementes. As sucessões de aveia-preta/milho e trigo/soja, em dois anos, reduziram significativamente o banco de sementes (GALVAN et al., 2015). Desta maneira, impedir a produção de sementes não só auxilia na redução, mas também evita a disseminação de plantas daninhas. Aliado a baixa realimentação do banco de sementes, está a baixa viabilidade da maioria das sementes de azevém por um período superior a um ano (MAIA et al., 2009), ou a dois anos no solo (GALVAN, 2013), quando praticamente não se encontra mais sementes inteiras e viáveis, com capacidade de originar novas plantas.

Tabela 4 – Banco de sementes de azevém (sementes m⁻²) em três profundidades, nos diferentes sistemas de cultivo e rotação de culturas na safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015

Tratamentos ¹	P1 ² (0-5cm)		P2 (5-10cm)		P3 (10-20cm)	
	SPC ³	SPD ⁴	SPC	SPD	SPC	SPD
R0	b** 17,8 Ba*	a 349,0 Aa	b 5,1 Ba	a 33,1 Aa	a 38,2 a	a 63,7 a
R1.1	b 0,0 Aa	b 0,0 Ab	b 0,0 Aa	b 0,0 Ab	b 0,0 b	b 5,1 b
R1.2	b 0,0 Aa	b 2,5 Ab	b 2,5 Aa	b 0,0 Ab	b 2,5 b	b 0,0 b
R1.3	b 0,0 Ba	b 22,9 Ab	b 2,5 Aa	b 0,0 Ab	b 5,1 b	b 2,5 b
R2	b 2,5 Aa	b 0,0 Ab	b 0,0 Aa	b 0,0 Ab	b 0,0 b	b 0,0 b
TA ⁵ (testemunha)	a 399,9		a 40,8		a 43,3	
CV% (fatorial)	107,0		123,3		107,2	
CV% (fatorial + TA ⁵)	104,4		121,7		113,3	

*Na linha, para cada profundidade, médias não seguidas da mesma letra minúscula; e na coluna, médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

**Na coluna, para cada profundidade, as médias antecedidas da mesma letra minúscula, não diferem do TA, pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$).

¹Monoculturas de inverno e verão (R0); sistemas de rotação de culturas de inverno e verão (R1.1; R1.2; R1.3); e rotação de culturas de inverno e monocultura de verão (R2).

²Profundidade de amostragem.

³Sistema de plantio convencional (SPC).

⁴Sistema de plantio direto (SPD).

⁵Tratamento adicional (TA): Monocultura de soja e pastagem de azevém com ressemeadura natural no inverno.

Conclusões

Os sistemas com rotação de culturas de inverno e verão reduzem a população de azevém, independente do sistema de plantio ser direto ou convencional. No tratamento com monocultivo de inverno e verão, o sistema de plantio convencional atingiu maior redução da população de azevém em relação ao sistema plantio direto.

A rotação de culturas é uma ferramenta eficaz na redução do banco de sementes de azevém independente do sistema de cultivo ser direto ou convencional. Os sistemas de rotação de culturas que incluem o milho resultam em maior redução do banco de sementes de azevém, em comparação com sistemas de rotação que inclui apenas a soja no verão.

Referências

BORGES, G. O. **Resumo histórico do plantio direto no Brasil**. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 1993. p. 13-18.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BROWN, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany**, v. 70, n. 8, p. 1603-612, 1991.

BURGOS, N. R.; TRANEL, P. J.; STREIBIG, J. C. Review: Confirmation of resistance to herbicides and evaluation of resistance levels. **Weed Science**, v. 26, n. 1, p. 151-155, 2013.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, n. 1-2, p. 5-16, 1992.

CASTRO, G. S. A. et al. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1001-1010, 2011. Número Especial.

COLLAVO, A.; STREK, H.; BEFFA, R. Management of an ACCase-inhibitor resistant *Lolium rigidum* population based on the use of ALS inhibitors: weed population evolution observed over a 7 year fieldscale investigation. **Pest Management Science**, v. 69, n. 2, p. 200-208, 2013.

DERPSCH, R. Historical review of no-tillage cultivation of crops. In: Seminar No Tillage Cultivation of Soybean and Future Research Needs in South America, 1., 1998, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** [Toquio]: JIRCAS, 1998. p. 1-18. (JIRCAS Working Report n. 13).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353p.

FAVARETO, R.; MEDEIROS, R. B. Banco de sementes do solo em lavoura sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 34-44, 2006.

GALVAN, J. **Banco de sementes e fluxo gênico de azevém sensível e resistente ao herbicida glifosato**. 2013. 200 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.

GALVAN, J. et al. Evolution of ryegrass seed banks depending on soil tillage and crops. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 183-191, 2015.

MAIA, F. C. et al. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: I. Soil seed bank dynamics in a no till system. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 100-110, 2008.

MAIA, F. C. et al. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: I. Soil seed bank dynamics in a no till system. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 100-110, 2007.

MAIA, F. C. et al. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: II. Longevity under natural conditions. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 123-128, 2009.

MARIANI, F. **Caracterização de biótipos de *Lolium multiflorum* Lam. resistentes a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS)**. 2014. 112 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

PEREIRA, F. A. R.; VELINI, E. D. Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 355-363, 2003.

POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, p. 353, 1994.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da agricultura e Abastecimento; Centro Nacional de Pesquisa do Trigo. **Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, v. 2, p. 57, 1994.

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

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta, FUNDACEP, 1995. 134 p.

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 201-204, 2001.

THEISEN, G. et al. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.

VARGAS, L. et al. Curvas de dose-resposta de biótipos de *Lolium multiflorum* resistente e suscetível ao herbicida clethodim. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 887-892, 2013.

_____. Herança da resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao glifosato. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 567-571, 2007.

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

VOLL, E. et al. Amostragem do banco de semente e flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 211-218, 2003.

_____. **Levantamento de banco de sementes e de flora daninha emergente no manejo integrado de plantas daninhas, em lavouras de soja no Paraná - 95/96.** n. 18, set/1997, p.1-6.

YENISH, J. P.; DOLL, J. D.; BUHLER, D. D. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. **Weed Science**, v. 40, n. 3, p. 429-433, 1992.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.

4 SUPRESSÃO DE AZEVÉM ANUAL COM CULTURAS DE INVERNO

Resumo

No Rio Grande do Sul (RS), o azevém anual é planta forrageira utilizada na alimentação animal, e também considerada importante planta daninha em culturas agrícolas durante o período frio do ano. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial supressor de algumas culturas de inverno sobre o azevém anual e também sua contribuição na redução do banco de sementes. O experimento foi conduzido em duas safras agrícolas. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições, arranjados em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram alocadas as culturas de inverno (trigo, aveia preta, centeio, cevada, canola, ervilhaca comum, nabo forrageiro) e o pousio invernal com azevém (testemunha) e, nas subparcelas, os tratamentos sem e com controle (químico ou mecânico) do azevém anual. Os resultados mostraram que o uso de culturas de inverno é importante ferramenta no manejo do azevém anual com redução da estatura de planta, matéria seca e menor alimentação do banco de sementes; e dentre culturas de inverno destacam-se nabo forrageiro, centeio e ervilhaca comum.

Palavras-chave: *Lolium multiflorum* (Lam.). Planta daninha. Cobertura do solo.

ANNUAL RYEGRASS SUPPRESSION WITH WINTER CROPS

Abstract

In Rio Grande do Sul, the annual ryegrass is a fodder plant used for animal feed, and it is also considered an important weed in crops during the cold period of the year. This work aimed to evaluate the suppressor potential of winter crops on the annual ryegrass and also their contribution in reducing the seed bank. The experiment was conducted in two growing seasons. The experimental design was in randomized blocks with four replications, arranged in a split plot. In the plots were allocated the winter crops (wheat, black oat, rye, barley, canola, vetch, wild turnip and the fallow is with ryegrass (control), and in the subplots, treatments with and without control (chemical or mechanical) of annual ryegrass. The results showed that the use of winter crops in the autumn-winter is an important tool in the management of annual ryegrass, with the reduction in the plant height, dry matter and lower replenishment of soil seed bank; and among winter crops stand out radish, rye and vetch.

Keywords: *Lolium multiflorum* (Lam.). Weed. Soil cover.

Introdução

O azevém é uma planta que possui ampla adaptação na região Sul do Brasil e tem como característica importante à ressemeadura natural. É considerada importante planta forrageira, alternativa para a cobertura do solo no sistema plantio direto, ou ainda, pode se comportar como planta competidora de culturas agrícolas cultivadas no outono-inverno. Normalmente o azevém anual completa o ciclo de vida e produz sementes que garantem a sobrevivência da espécie (MAIA et al., 2009) e a recomposição do banco de sementes, situação comum no Rio Grande do Sul.

Nas regiões tritícolas do RS ou que se cultivam outros cereais e culturas de inverno, o azevém anual é importante planta daninha e precisa ser controlada. Em geral, seu controle tem sido realizado com herbicidas, destacando-se a aplicação de glifosato antes da semeadura das culturas. No entanto, há na literatura estudos que comprovam a existência de biótipos de azevém anual resistentes a glifosato (ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2004); biótipos resistentes aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), como iodosulfuron metílico

(MARIANI, 2014.) e também a herbicidas inibidores da enzima Acetil Coenzima A Carboxilase (ACCase), como cletodim (VARGAS et al., 2013). Como em curto prazo, não há previsão de que novas moléculas de herbicidas com mecanismos de ação diferentes dos herbicidas existentes entrarem no mercado serão necessárias alternativas, como o controle preventivo, cultural e/ou mecânico, que permitam um nível aceitável de controle desta espécie.

O uso de culturas de inverno com potencial supressor sobre azevém é uma importante ferramenta, especialmente quando ocorrem na área biótipos com resistência a herbicidas. Trabalhos realizados evidenciam que determinadas culturas de inverno suprimem a germinação e o desenvolvimento de algumas plantas daninhas (CONSTANTIN et al., 2005; TOKURA; NOBREGA, 2006; BALBINOT JR et al., 2007), além de contribuir na redução do banco de sementes (DAVIS et al., 2005; MIRSKY et al., 2010). Para tal, é necessário escolher a espécie quanto a sua habilidade competitiva, visto que volumes de palhada similares poderão resultar em respostas distintas na supressão de uma mesma espécie (CORREIA et al., 2006; MORAES et al., 2009).

O uso de herbicidas pós-emergentes associados às culturas de inverno também é imprescindível para o manejo de azevém, sendo uma das ferramentas mais utilizadas. Nesta categoria de herbicidas, o cletodim e o iodossulfurom metílico são seletivos e estão entre os mais utilizados para culturas dicotiledôneas e monocotiledôneas, respectivamente.

Dada a importância do azevém anual para a região como planta forrageira, a sua capacidade de competição, e a existência de biótipos resistentes a herbicidas, demonstra a dificuldade do controle químico. Deste modo, objetivou-se avaliar o potencial supressor de algumas culturas de inverno e de dois herbicidas sobre o azevém anual, e também verificar a contribuição destas culturas de inverno e herbicidas na redução do banco de sementes de azevém no solo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) em Júlio de Castilhos (RS), nos anos agrícolas de 2012 e 2013, em área com histórico de alta infestação de azevém anual

(*Lolium multiflorum*). O solo do local é classificado como Argissolo Vermelho aluminico típico (EMBRAPA, 2013). O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições, arranjados em parcelas subdivididas. Nas parcelas (6 x 4m) foram alocadas as culturas de inverno: trigo (*Triticum aestivum* L.), aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), centeio (*Secale cereale* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e o pousio invernal com azevém (testemunha) e, nas subparcelas (6 x 2m), os tratamentos sem e com controle (químico ou mecânico) do azevém anual. Em cada ano utilizou-se um talhão diferente na área experimental para evitar a sobreposição dos efeitos das culturas de inverno.

A área possui histórico com alta ocorrência de azevém e a soja como cultura antecessora. Antecedendo a instalação do experimento, a vegetação foi dessecada aplicando-se o herbicida glifosato [1.080g do equivalente-ácido (e.a.) ha⁻¹]. As culturas de inverno foram semeadas no sistema plantio direto utilizando-se semeadora de parcelas acoplada ao trator, em espaçamento de 0,20m entrelinhas. Para cada cultura de inverno, a densidade de semeadura, adubação e os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas. Nos tratamentos com controle químico do azevém foi aplicado o herbicida iodosulfurom metílico [5 g do ingrediente ativo (i.a.) ha⁻¹] para trigo, cevada e centeio, pois atualmente este herbicida apresenta o melhor controle de plantas daninhas, entre os pós-emergentes, em cereais de inverno, especialmente sobre azevém, portanto, a melhor alternativa para explorar ao máximo o potencial produtivo das culturas. Para canola, ervilhaca comum e nabo forrageiro foi aplicado o herbicida cletodim (96 g i.a. ha⁻¹). Ambos aplicados aos 28 dias após a semeadura (DAS). Para a aveia preta, na ausência de herbicidas registrados para a cultura, o controle do azevém anual foi realizado através de capina manual também na mesma data. Para as aplicações, foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂ (40 lb pol⁻²), barra de pulverização equipada com quatro pontas Teejet, número 110.015 e vazão de calda pulverizada equivalente a 100 L ha⁻¹.

O controle do azevém foi avaliado aos 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) utilizando-se notas em porcentagem, onde zero significou nenhum controle e 100 representou morte das plantas.

A quantificação da população inicial das culturas de inverno e de azevém por m² foi realizada aos 28 DAS, antes da aplicação dos herbicidas (Tabela 5), em área

amostral pré-definida de 0,5 x 0,5m. Os dados obtidos foram convertidos em plantas por m². O efeito de cada PCS sobre o azevém foi quantificado pela determinação da estatura de 10 plantas unidade experimental, em centímetros, medindo-se a planta desde a superfície do solo até o ápice, em duas linhas centrais de cada subparcela, desconsiderando-se as bordaduras e cabeceiras. A estatura e a matéria seca (MS) do azevém e das culturas de inverno foram realizadas no início do florescimento de cada espécie. Após o corte, as plantas foram colocadas em sacos de papel previamente identificados. A produção de matéria seca foi obtida pelas plantas contidas em área de 1m², secas em estufa a temperatura de 60°C até obter-se massa constante, e o resultado expresso em toneladas por hectare.

Em 2013, a quantificação das sementes de azevém no banco de sementes foi realizada através da coleta de duas amostras aleatórias de solo na área útil de cada subparcela, na profundidade de 0 a 5 cm, utilizando trado cilíndrico de 5 cm de diâmetro, segundo metodologia proposta por Voll et al. (2003), após a senescência do azevém. As amostras foram transferidas para recipientes plásticos identificados e permaneceram em repouso sobre bancadas até a perda do excesso de umidade no Laboratório de Plantas Daninhas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Após, as amostras foram transferidas para bandejas plásticas previamente identificadas, para germinar, mantendo-se a umidade do solo na capacidade de campo. Nas bandejas, o solo foi revolvido apenas uma vez no período, visando promover maior contato das sementes com o solo e estimular a germinação. A emergência foi determinada através de seis contagens realizadas a cada 15 dias por um período total de 90 dias, conforme metodologia descrita por Brown (1991).

Tabela 5 – População inicial das culturas de inverno e de azevém anual. Santa Maria, RS, 2015

Culturas de inverno	Plantas m ⁻² (28 DAS ¹)			
	2012		2013	
	Cultura	Azevém	Cultura	Azevém
Trigo	330 ²	456	330	401
Aveia preta	425	584	425	472
Centeio	350	481	350	483
Cevada	300	472	300	565
Canola	40	520	40	445
Ervilhaca comum	50	536	50	394
Nabo forrageiro	45	437	45	326
Pousio invernal (azevém)	---	568	---	447
Média	---	506,8	---	441,6

¹Dias após a semeadura.

²População das culturas foi ajustada de acordo com as recomendações técnicas.

As sementes não germinadas foram lavadas com aspensão de água e separadas em peneiras inox (malha 0,5mm). Após a secagem à sombra, fez-se a confirmação das sementes de azevém usando lupa 10x. Separando-se as sementes normais que foram contadas. Após a assepsia (BRASIL, 2009), as sementes foram transferidas para papel germitest umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel, e transferidas para a câmara de germinação/crescimento (BOD), com temperatura constante (20 °C) e fotoperíodo de 12 horas (luz/escuro). A avaliação da germinação foi realizada aos cinco e 14 dias, considerando-se como semente germinada aquela que apresentou extrusão visível da radícula ou coleóptilo. As sementes de azevém não germinadas foram submetidas ao teste de tetrazólio (0,5%) (BRASIL, 2009). Com os dados obtidos, determinou-se o número de sementes por área e sua viabilidade.

O banco de sementes foi calculado pela soma das plantas emergidas nas bandejas, em casa de vegetação, mais as sementes não germinadas, porém viáveis pelo teste de tetrazólio.

Os dados expressos em porcentagem foram previamente transformados para arc. seno $\sqrt{\%/100}$; os da população de plantas em \sqrt{x} ; e os de matéria seca e do número de sementes no banco para $\sqrt{x + 0,5}$. Depois de submetidos à análise das

pressuposições da análise de variância, os dados foram submetidos à análise e as médias comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

O controle de azevém variou com o herbicida aplicado destacando-se os controles proporcionados por cletodim ($96 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) no nabo forrageiro, ervilhaca comum e canola, independente do ano agrícola, (Tabela 6). Nos dois anos do estudo os melhores controles de azevém foram obtidos no nabo forrageiro, canola e ervilhaca comum, todos superiores a 90% aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, concordando com resultados encontrados por Christoffoleti et al. (2005), que observaram controles superiores a 90% aos 70 dias após a aplicação de cletodim ($96 \text{ g i.a. ha}^{-1}$).

O herbicida iodosulfurom metílico (5 g i.a. ha^{-1}) atingiu baixa eficiência no azevém, variável de 73 e 71% em 2012 e 2013, respectivamente independentemente da cultura de inverno ser trigo, centeio ou cevada. Na aveia preta, em 2013, a capina manual controlou satisfatoriamente o azevém (88 a 90%) devido a menor precipitação pluvial ocorrida no período; ao contrário de 2012, onde a maior umidade do solo favoreceu a emergência de novos fluxos de plantas, com reflexo negativo na expressão do controle, que foi de média eficiência (66 e 71%) nas avaliações aos 14 e 28 DAT. Vargas e Roman (2005) obtiveram excelente controle em plantas jovens de azevém com iodosulfurom metílico, aplicado na mesma dose (5 g i.a. ha^{-1}), ressaltando assim que a sensibilidade do azevém ao produto também varia com o desenvolvimento, sendo a planta mais sensível no estágio plantular.

Tabela 6 – Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno. Santa Maria, RS, 2015

Culturas de inverno	Controle (%)			
	2012		2013	
	14 DAT ⁽⁴⁾	28 DAT	14 DAT	28 DAT
Trigo ¹	64 c*	71 cd	57 b	66 c
Aveia preta ²	71 c	66 d	90 a	88 b
Centeio ¹	67 c	73 c	61 b	71 c
Cevada ¹	63 c	71 cd	38 c	51 d
Canola ³	85 b	96 ab	91 a	97 a
Ervilhaca comum ³	86 b	94 b	93 a	97 a
Nabo forrageiro ³	92 a	97 a	89 a	96 a
Pousio invernal (azevém)	0 d	0 e	0 d	0 e
CV (%)	4,0	2,6	6,3	3,8

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Aplicação de iodosulfurom-metílico, aos 30 dias após a semeadura (DAS), na dose de 5 g i.a. ha⁻¹ (100 g ha⁻¹) acrescido do adjuvante Hoefix[®] (0,3% v/v).

²Capina manual realizada aos 30 DAS.

³Aplicação do herbicida cletodim, aos 30 DAS na dose de 96 g i.a. ha⁻¹ (0,4 L ha⁻¹) acrescido do adjuvante Assist[®] (0,5% v/v).

⁴Dias após a aplicação dos tratamentos.

A estatura das plantas de azevém foi menor nas coberturas com nabo forrageiro, ervilhaca comum e canola onde se aplicou cletodim (96 g i.a. ha⁻¹), independentemente do ano agrícola. Enquanto que nas coberturas com centeio, cevada e trigo, onde se aplicou iodosulfurom metílico (5 g i.a. ha⁻¹), os resultados foram intermediários para esta variável (Tabela 7).

Os tratamentos sem controle nas culturas de inverno que contribuíram significativamente na redução da estatura do azevém foram a ervilhaca comum, centeio e canola (Tabela 7). As plantas que apresentam rápido crescimento na fase inicial tendem a ocupar melhor o espaço e serem mais competitivas (FLECK et al., 2003), confirmando o que se observou no campo em relação ao centeio. É importante destacar que, quando o azevém não foi controlado, provocou alterações no crescimento das plantas com reflexo negativo na estatura. A maior habilidade competitiva do azevém esta associada à maior velocidade de desenvolvimento inicial e aumento da capacidade de emissão de afilhos em comparação com as

outras poáceas de outono-inverno cultivadas da mesma estação, como a cevada (RIGOLLI et al., 2008) e (TIRONI et al., 2014).

Observou-se diferença significativa entre todos os tratamentos sem controle em relação aos com controle (Tabela 7). O consórcio de centeio com ervilhaca e nabo forrageiro atingiu importante efeito de supressão sobre plantas daninhas na estação seguinte; já a aveia e a combinação de centeio com ervilhaca, proporcionaram os melhores rendimentos de feijão (BITTENCOURT et al., 2009). Assim, é importante selecionar culturas de inverno com crescimento inicial rápido, capazes de suprimir ou inviabilizar o desenvolvimento do azevém, mas também a necessidade de se complementar com alternativas de controle (mecânico ou químico) eficazes e realizados antes do afilhamento do azevém.

Tabela 7 – Estatura de plantas de azevém aos 45 dias após os tratamentos de manejo nas culturas de inverno. Santa Maria, RS, 2015

Culturas de inverno	Estatura (cm)			
	2012		2013	
	Sem controle	Com controle	Sem controle	Com controle
Trigo ¹	77 aA*	32 cB	65 bcA	38 cB
Aveia preta ²	69 abcA	49 bB	70 abcA	56 bB
Centeio ¹	54 cA	25 cdeB	74 abA	39 cB
Cevada ¹	76 abA	26 cdB	56 cA	39 cB
Canola ³	58 cA	19 cdeB	67 abcA	16 dB
Ervilhaca comum ³	61 bcA	14 deB	32 dA	12 dB
Nabo forrageiro ³	75 abA	10 eB	72 abA	11 dB
Pousio invernal (azevém)	66 abcA	66 aA	80 aA	78 aA
CV (%)	12,1		10,0	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Aplicação de iodossulfurom-metilico na dose de 5 g i.a. ha⁻¹ (100 g ha⁻¹) acrescido do adjuvante Hoefix[®] (0,3% v/v) aos 30 dias após a semeadura (DAS).

²Capina manual realizada aos 30 DAS.

³Aplicação de cletodim na dose de 96 g i.a. ha⁻¹ (0,4 L ha⁻¹) acrescido do adjuvante Assist[®] (0,5% v/v) aos 30 DAS.

Por outro lado, a maior estatura do azevém em comparação a das culturas de inverno nos tratamentos sem controle de azevém (Tabela 7), além de causar perdas no acúmulo de matéria seca devido ao maior sombreamento, pode causar, em casos em que se deseja colher as sementes produzidas pelas culturas de inverno, problemas adicionais na colheita destas culturas de inverno, como embuchamento da colhedora e aumento do teor de umidade e de impurezas nas sementes.

Na maioria dos tratamentos ocorreram diferenças no acúmulo de matéria seca (MS) da parte aérea tanto das culturas de inverno como do azevém quando foi realizado o controle desta planta daninha em relação aos tratamentos sem controle com herbicidas. As culturas de inverno foram afetadas negativamente pela presença do azevém quando o controle não foi realizado (Tabela 8). Em 2012, os maiores acúmulos de MS foram observados nos tratamentos em que o azevém foi controlado, destacando-se a ervilhaca comum, trigo, nabo forrageiro, centeio e aveia preta, onde os volumes de palha foram superiores a 10 t ha^{-1} ; e em 2013, com centeio, trigo, canola, nabo forrageiro e aveia preta com volumes superiores a $7,7 \text{ t ha}^{-1}$, corroborando com Balbinot Jr. et al. (2007), onde também se destacaram no acúmulo de matéria seca, o nabo forrageiro, aveia preta e centeio.

As maiores reduções no acúmulo de matéria seca de azevém foram obtidas com a ervilhaca comum, nabo forrageiro e canola onde se aplicou o herbicida cletodim, e também centeio com a aplicação de iodosulfurom metílico (Tabela 8). Daí a importância na seleção das plantas de cobertura de outono-inverno combinadas com melhor tratamento de controle visando potencializar o efeito do sombreamento das culturas de inverno, e dos aleloquímicos liberadas pela palhada no ambiente, com o efeito negativo na germinação e crescimento inicial do azevém (VIDAL; TREZZI, 2004; CONSTANTIN et al., 2005; MORAES et al., 2011). É importante destacar também que volumes de palha similares podem proporcionar em respostas distintas na supressão do desenvolvimento de azevém. Embora algumas espécies como ervilhaca peluda (*Vicia villosa* L.) e a ervilhaca comum (BRENNAN; SMITH, 2005), canola e nabo forrageiro (TOKURA; NOBREGA, 2006; BALBINOT JR et al., 2007) acumulem menor quantidade de matéria seca e com isto produzam menor cobertura do solo em comparação com aveia preta, centeio ou trigo após a senescência; o efeito sobre o azevém anual pode ser compensado combinando-se com a aplicação de herbicidas seletivos como cletodim, que exerce bom controle sobre a espécie (Tabela 6).

Na ausência de controle (químico ou mecânico), as culturas de inverno que apresentaram maior acúmulo de matéria seca foram ervilhaca comum, centeio, trigo, nabo forrageiro e aveia preta com volumes superiores a $5,0 \text{ t ha}^{-1}$ nos dois anos deste estudo (Tabela 8). Para o azevém, as culturas de inverno sem controle que proporcionaram maior redução de MS da parte aérea foram o nabo forrageiro com redução de 97%, destacou-se também aveia preta, ervilhaca comum e centeio quando comparados ao pousio invernal (testemunha) em 2012. No ano seguinte a supressão da aveia preta proporcionou redução de 62% da matéria seca de azevém, destacou-se também o nabo forrageiro. O nabo forrageiro possui boa capacidade de supressão de plantas daninhas quando utilizado como culturas de inverno, sendo que apenas a palhada pode reduzir substancialmente a emergência das plantas, permitindo melhor desenvolvimento inicial da cultura, devido à redução na interferência causada (RIZZARDI et al., 2006). Observou-se também crescimento inicial muito rápido do centeio em campo, o que conferiu potencial supressor desta cultura sobre o azevém, concordando com resultados de Fleck et al. (2003), em que plantas com rápido crescimento inicial tendem a ser mais competitivas.

Pela análise do efeito das culturas de inverno sobre o banco de sementes, verifica-se que na ausência de controle químico de azevém, a ervilhaca comum, centeio e nabo forrageiro, foram as espécies que atingiram maior efeito supressor sobre azevém com menor aporte de sementes para o banco de sementes em comparação ao do pousio invernal (Tabela 9).

Tabela 8 – Matéria seca de azevém e das culturas de inverno com e sem controle de azevém. Santa Maria, RS, 2015

Culturas de inverno	Matéria seca (t ha ⁻¹) ⁴							
	2012				2013			
	Cultura		Azevém		Cultura		Azevém	
	Sem controle	Com controle	Sem controle	Com controle	Sem controle	Com controle	Sem controle	Com controle
Trigo ¹	8,34 abB*	11,9 abA	3,42 cA	0,26 bB	5,48 abB	9,60 abA	5,19 bcdA	0,64 cdB
Aveia preta ²	6,97 abB	10,1 abcA	0,74 deA	0,68 bA	8,64 aA	7,77 bcA	3,53 dA	2,10 bB
Centeio ¹	8,85 abA	10,5 abcA	1,33 dA	0,07 bB	5,76 abB	12,46 aA	4,79 bcdA	0,44 dB
Cevada ¹	5,63 bB	8,64 bcA	3,50 cA	0,20 bB	3,06 bcB	5,03 cdA	6,43 abcA	2,08 bcB
Canola ³	0,94 cB	6,78 cA	7,73 bA	0,24 bB	1,89 cB	8,1 abcA	6,56 abA	0,02 dB
Ervilhaca comum ³	10,70 aB	12,78 aA	1,12 deA	0,00 bB	1,76 cB	3,40 dA	4,29 bcdA	0,00 dB
Nabo forrageiro ³	7,60 abB	10,8 abcA	0,34 eA	0,00 bA	5,27 abB	7,69 bcA	3,91 cdA	0,00 dB
Pousio invernal (azevém)	---	---	11,0 aA	11,8 aA	---	---	9,30 aA	9,42 aA
CV (%)	7,8		11,1		13,0		12,0	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), para cada ano, em cada cultura.

¹Aplicação de iodosulfurom-metílico na dose de 5 g i.a. ha⁻¹ (100 g ha⁻¹) acrescido do adjuvante Hoefix[®] (0,3% v/v) aos 30 dias após a semeadura (DAS).

²Capina manual realizada aos 30 DAS.

³Aplicação de cletodim na dose de 96 g i.a. ha⁻¹ (0,4 L ha⁻¹) acrescido do adjuvante Assist[®] (0,5% v/v) aos 30 DAS.

⁴Determinada no início do florescimento.

Entre as culturas de inverno combinadas com a aplicação do herbicida cletodim, o nabo forrageiro (2,3 sementes m⁻²) e canola (2,7 sementes m⁻²) reduziram significativamente o banco de sementes, seguidos do centeio (4,6 sementes m⁻²) e ervilhaca comum (5,0 sementes m⁻²) (Tabela 9). Esses resultados demonstram a importância da inclusão de culturas de inverno em sistemas de culturas, não somente pela ciclagem de nutrientes, proteção do solo contra os processos erosivos, mas também na possibilidade de reduzir a introdução de novas sementes de azevém no banco de sementes, principalmente por ser uma planta com elevado potencial de competição, e por apresentar biótipos resistentes a herbicidas.

Tabela 9 – Sementes de azevém anual no banco de sementes do solo com cultivo de culturas de inverno. Santa Maria, RS. 2015

Culturas de inverno	Sementes de azevém ⁴ (m ⁻²) em 2013	
	Sem controle	Com controle
Trigo ¹	26,6 dA*	9,8 dB
Aveia preta ²	34,9 cA	15,7 cB
Centeio ¹	17,5 fA	4,6 eB
Cevada ¹	37,3 cA	22,7 bB
Canola ³	44,3 bA	2,7 fB
Ervilhaca comum ³	15,1 fA	5,0 eB
Nabo forrageiro ³	22,1 eA	2,3 fB
Pousio invernal (azevém)	59,6 aA	64,2 aA
CV (%)	4,5	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, nas colunas e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Aplicação de iodosulfurom-metilico na dose de 5 g i.a. ha⁻¹ (100 g ha⁻¹) acrescido do adjuvante Hoefix[®] (0,3% v/v) aos 30 dias após a semeadura (DAS).

²Capina manual realizada aos 30 DAS.

³Aplicação de cletodim na dose de 96 g i.a. ha⁻¹ (0,4 L ha⁻¹) acrescido do adjuvante Assist[®] (0,5% v/v) aos 30 DAS.

⁴Profundidade amostrada (0 a 5cm).

Quando as condições meteorológicas não forem favoráveis como em primaveras chuvosas e quentes, e o manejo for inadequado, as culturas de inverno produzirão volumes de biomassa menor, favorecendo assim o desenvolvimento e produção de sementes pelas plantas escapes de azevém. Isso demandará, nas safras seguintes, a necessidade de um manejo mais intenso do azevém, e algumas

vezes, a necessidade do uso de herbicidas específicos e em doses maiores. Autores como Teasdale et al. (2004), Davis et al. (2005), Mirsky et al. (2010) e Swanton; Booth (2004) verificaram que a realimentação do banco de sementes pode ser reduzida de 40 a 78%, e algumas vezes mais de 80%, quando se elimina o pousio entre as culturas e também quando se associa o cultivo de culturas de inverno com manejo complementar mecânico ou químico. Além do sombreamento promovido pelas culturas de inverno, Buhler et al. (1997), enfatizam que o não revolvimento do solo favorece o desenvolvimento de uma fauna edáfica que aumenta à deterioração das sementes, visto que a maioria das sementes de azevém se localiza na superfície do solo no plantio direto.

A rotação de culturas também reduz a infestação de azevém especialmente com as culturas de inverno que ocupam de forma mais rápida e uniforme a superfície do solo. Maia et al. (2008), afirmam que as práticas de manejo cultural têm mais influência no banco de sementes do que o número de anos em que estas práticas são implementadas. Além disso, quando as culturas de inverno de inverno são dessecadas ou manejadas mecanicamente para a implantação de culturas de verão, pode-se viabilizar essa operação antes da formação das sementes de azevém. Nesse sentido, o manejo realizado no período anterior a antese do azevém evita a formação de sementes (GALVAN, 2013), reduzindo o potencial de infestação nos anos seguintes. Como as sementes de azevém possuem período curto de viabilidade no solo, apenas uma pequena proporção destas persiste por mais de um ano (MAIA et al., 2008), sendo que a maioria supera a dormência natural e germina no final do verão e início do outono.

Conclusões

O cultivo do solo com culturas de inverno constitui-se em importante ferramenta no manejo do azevém anual, exercendo efeito supressor com redução da estatura de plantas, matéria seca e menor realimentação do banco de sementes, com destaque para o nabo forrageiro, centeio e ervilhaca comum.

Os efeitos benéficos do uso das culturas de inverno visando o manejo de azevém anual são potencializados quando se associa a aplicação de herbicidas seletivos para cada cultura.

Referências

- BALBINOT JR., A. A.; MORAES, A.; BACKES, R. L. Efeito de coberturas de inverno e sua época de manejo sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 473-480, 2007.
- BITTENCOURT, H. V. H.; LOVATO, P. E.; COMIN, J. J.; LANA, M. A.; ALTIERI, M. A. Produtividade de feijão-guará e efeito supressivo de culturas de cobertura de inverno em espontâneas de verão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, p. 689-694, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- BRENNAN, E. B.; SMITH, R. F. Winter Cover Crop Growth and Weed Suppression on the Central Coast of California. **Weed Technology**, v. 19, n. 4, p. 1017-1024, 2005.
- BROWN, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany**, v. 70, n. 8, p. 1603-612, 1991.
- BUHLER, D. D.; HARTZLER, R. G.; FORCELLA, F. Implications of weed seed bank dynamics to weed management. **Weed Science**, v. 45, n. 3, p. 329-336, 1997.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Alternative Herbicides to Manage Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) Resistant to Glyphosate at Different Phenological Stages. **Journal of Environmental Science and Health**, n. 840, p. 59-67, 2005.
- CONSTANTIN, J. et al. Dessecação em áreas com grande cobertura vegetal: alternativas de manejo. **Informações Agronômicas**, n. 111, p. 7-9, 2005.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.
- DAVIS, A. S.; CARDINA, J.; FORCELLA, F. Environmental factors affecting seed persistence of annual weeds across the US corn belt. **Weed Science**, v. 53, p. 860-868, 2005.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353p.
- FLECK, N. G. et al. Características de plantas de cultivares de arroz irrigado relacionadas à habilidade competitiva com plantas concorrentes. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 97-104, 2003.
- GALVAN, J. **Banco de sementes e fluxo gênico de azevém sensível e resistente ao herbicida glifosato**. 2013. 200 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de Passo Fundo, 2013.

MAIA, F. C. et al. *Lolium multiflorum* seed in the soil: II. Longevity under natural conditions. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 123-128, 2009.

_____. *Lolium multiflorum* seeds in the soil: I. Soil seed bank dynamics in a no till system. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 100-110, 2008.

MARIANI, F. **Caracterização de biótipos de *Lolium multiflorum* Lam. resistentes a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS)**. 2014. 112 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

MIRSKY, S. B. et al. Reducing the germinable weed seedbank with soil disturbance and cover crops. **Weed Research**, v. 50, n. 4, p. 341-352, 2010.

MORAES, P. V. D. et al. Alelopatia de plantas de cobertura na superfície ou incorporadas ao solo no controle de *digitaria* spp. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 963-973, 2011.

MORAES, P. V. D.; AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, G. K.; SANTOS, L. S.; PANOZZO, L. E. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 289-296, 2009.

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

RIZZARDI, M. A. et al. Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidades de palha de nabo forrageiro. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 263-270, 2006.

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

SWANTON, C. J.; BOOTH, B. D. Management of weed seedbanks in the context of populations and communities. **Weed Technology**, v. 18, n. 1, p. 1496-1502, 2004.

TEASDALE, J. R. et al. Weed seedbank dynamics in three organic farming crop rotations. **Agronomy Journal**, v. 96, n. 5, p. 1429-1435, 2004.

TIRONI, S. P. et al. Época de emergência de azevém e nabo sobre a habilidade competitiva da cultura da cevada. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p. 1527-1533, 2014.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 379-384, 2006.

VARGAS, L. et al. Dose-response curves of *Lolium multiflorum* biotypes resistant and susceptible to clethodim. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 887-892, 2013.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S.; RIZZARDI, M. A.; SILVA, V. C. Identificação de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glifosato em pomares de maçã. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 617-622, 2004.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Seletividade e eficiência de herbicidas em cereais de inverno **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 3, p. 1-10, 2005.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I - Plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.

VOLL, E. et al. Amostragem do banco de semente e flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 211-218, 2003.

5 REDUÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE AZEVÉM COM HERBICIDAS

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de herbicidas na redução da qualidade de sementes de azevém em trigo. Foram aplicados os herbicidas iodosulfurom metílico [(5 g de ingrediente ativo (i.a.) ha⁻¹] no afilhamento do trigo; glufosinato de amônio (350 g i.a. ha⁻¹ em pré-colheita, maturação fisiológica) do trigo; combinação destes dois herbicidas e o tratamento controle (testemunha); e avaliados o peso de mil sementes, germinação e vigor das sementes de azevém e trigo. Os resultados demonstraram que no azevém, os dois tratamentos com aplicação de glufosinato de amônio em pré-colheita do trigo, reduzem o peso de mil sementes, a germinação e o vigor das plântulas. Em trigo, a aplicação de glufosinato de amônio em pré-colheita, associado com iodosulfurom metílico aplicado no início do perfilhamento, gera redução do vigor das sementes, porém, sem afetar a germinação.

Palavras-chave: *Lolium multiflorum* Lam. *Triticum aestivum* L. Glufosinato de amônio. Iodosulfurom metílico.

REDUCTION RYEGRASS SEED QUALITY WITH HERBICIDES

Abstract

The objective of this study was to evaluate the potential of herbicides in the quality reduction of ryegrass seeds in wheat. The methyl iodosulfurom herbicides were applied (5 g of active ingredient (a.i.) ha⁻¹ in wheat tillering; glufosinate (350 g ai ha⁻¹ in pre-harvest physiological maturity) of wheat; combination of these two herbicides and control treatment (control); and evaluated the weight of a thousand seeds, germination and vigor of ryegrass and wheat. The results demonstrated that for the ryegrass the two treatments with application of glufosinate ammonium in pre-harvest grain, reduce the weight of a thousand seeds, germination and seedling vigor. In wheat, the use of glufosinate ammonium in pre-harvest, associated with methyl iodosulfurom applied at the beginning of tillering, reduces seed vigor, however, without affecting germination.

Keywords: *Lolium multiflorum* Lam. *Triticum aestivum* L. Glufosinate ammonium. Iodosulfurom methyl.

Introdução

No Rio Grande do Sul (RS), segundo dados da CONAB (2015), o trigo ocupou uma área de um milhão cento e quarenta mil hectares em 2014, representando 21,9% da área cultivada com soja no verão 2014/2015, constituindo-se em uma das principais culturas comerciais entre os cereais. No RS, o período de ocorrência do azevém anual coincide com o cultivo de trigo e outros cereais cultivados na estação fria do ano. Como são plantas pertencentes à mesma família botânica, há necessidade de herbicidas específicos para o controle de azevém em pós-emergência das culturas.

Nos últimos anos, a pressão de seleção, devido ao uso repetitivo de alguns herbicidas como o glifosato favoreceu o surgimento de biótipos de plantas daninhas resistentes a esta molécula, no RS, as principais são o azevém anual (ROMAN et al., 2004; VARGAS et al., 2004); e a buva (*Conyza* sp.) (LAMEGO; VIDAL, 2008; VARGAS et al., 2007). O glifosato é um dos principais herbicidas utilizados para a dessecação do azevém existente antes da implantação do trigo, e em pós-

emergência, o principal herbicida é o iodosulfurom metílico, o qual também já tem casos de resistência confirmados no RS (MARIANI, 2014).

A resistência traz dificuldades de controle de plantas daninhas, podendo ocorrer falhas de controle, as plantas não controladas são conhecidas também como “escapes” de aplicação. No caso do azevém em trigo, também podem ocorrer plantas que emergiram após a dessecação, e/ou não foram controladas pelo herbicida pós-emergente, ou ainda plantas de azevém que emergiram tardiamente após a aplicação em pós-emergência. O controle destes escapes de azevém com herbicidas aplicados na pré-colheita faz-se necessário para evitar a produção de sementes e conseqüentemente a realimentação do banco de sementes do solo. A utilização de herbicidas para controle de escapes precisa ser realizada no momento adequado, antes que as sementes estejam viáveis, a época limite de dessecação do azevém para que não produza sementes viáveis é o estágio de antese completa (GALVAN, 2013).

Na Região Sul do Brasil, as aplicações em pré-colheita são utilizadas por produtores em cereais de inverno como trigo, cevada e aveia, visando antecipar a colheita, uniformizar a sua maturação e auxiliar o controle de plantas daninhas, entretanto, ainda não ha herbicida registrado para esta finalidade. Outra situação que ocorre na região tritícola do Sul do Brasil é a ocorrência frequente de chuvas na época da colheita (CUNHA et al., 2004). Em função disso, pode causar perda acentuada de germinação e de qualidade industrial, para a maior parte das cultivares de trigo. A germinação de grãos na pré-colheita, mais conhecida como germinação na espiga, tem causado redução da qualidade do trigo. As lavouras de trigo colhidos depois das chuvas podem apresentar redução na produtividade de grãos, no peso do hectolitro e principalmente no Número de Queda (NQ). A redução no Número de Queda ocorre devido à ativação da enzima alfa-amilase que promove a germinação dos grãos. Por isso, a antecipação da colheita pode representar uma estratégia interessante para a redução no risco de germinação das sementes na espiga do trigo (FRANCO et al., 2009).

A utilização de herbicidas em pré-colheita do trigo e outros cereais vem ocorrendo entre os produtores, entretanto, faltam informações quanto a parâmetros de aplicação (doses, volume de calda, adjuvantes e momento de aplicação); e de toxicidade (resíduo, período de carência, ingestão diária, dentre entre outros) (REUNIÃO, 2012).

Este tipo de aplicação é realizada próxima à colheita, na fase de maturação fisiológica das culturas. As sementes atingem a maturidade fisiológica quando se desligam da planta mãe, momento a partir do qual ocorre rápida desidratação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). As plantas estão fisiologicamente maduras quando as espigas perdem a coloração verde, mas os nós dos colmos ainda se mantem verdes (HANFT; WYCH, 1982).

Alguns produtores têm usado herbicidas como paraquate, diquate e glufosinato de amônio, visando antecipar e uniformizar a colheita de trigo e também para dessecar plantas daninhas como o azevém, que causam problemas na colheita e armazenamento, além de incrementar o banco de sementes do solo. O glufosinato de amônio é um herbicida que possui registro para a dessecação nas culturas de feijão, batata e soja (AGROFIT, 2015), e vem sendo cogitado como um produto possível de ser usado em aplicações de pré-colheita em trigo e cevada. Entretanto, este produto possui registro apenas para ser usado em pré-semeadura dessas culturas, daí a importância da realização de estudos do seu uso (REUNIÃO, 2012).

O uso de herbicidas com potencial para reduzir a qualidade de sementes de azevém aplicados na pré-colheita de cereais de inverno são práticas que podem contribuir na redução de biótipos de azevém anual resistente a herbicidas e conseqüentemente reduzir também o banco de sementes do solo, sem afetar o potencial produtivo das culturas.

Assim, fica evidente a importância de se elencar alternativas e fazer ajustes nas práticas de manejo do azevém. O controle eficiente dos escapes faz-se necessário visando a sustentabilidade do sistema de produção, além do conhecimento dos efeitos que poderão ocorrer na cultura do trigo. Dessa forma, objetivou-se avaliar o potencial do herbicida glufosinato de amônio, aplicado na pré-colheita do trigo, na redução da qualidade de sementes de azevém anual provenientes de plantas não controladas (escapes) desta planta daninha e na qualidade das sementes de trigo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em 2013 na Estação Experimental da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) em Júlio de Castilhos, RS, com

solo classificado como Argissolo Vermelho alumínico típico (EMBRAPA, 2006), em área com histórico de alta infestação de azevém.

Empregou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas por áreas de 11,25 m² (4,5 x 2,5m). O trigo foi semeado no dia 12 de junho de 2013, em linhas, na densidade de 300 plantas m⁻², com a cultivar TEC 6219 Vigore que apresenta como principais características o ciclo precoce e estatura média (REUNIÃO, 2014). A adubação do solo baseou-se em análise prévia das características químicas do solo. Como adubação de cobertura, utilizou-se nitrogênio na forma de uréia, fracionando-se a dose em duas aplicações (REUNIÃO, 2013). Os tratamentos testados consistiram da aplicação dos herbicidas iodosulfurom metílico [5 g de ingrediente ativo (i.a.) ha⁻¹] no estágio de afilhamento do trigo e início do afilhamento do azevém; conforme recomendação para a cultura (T1); glufosinato de amônio (350 g i.a. ha⁻¹) em pré-colheita (maturação fisiológica) do trigo (T2); iodosulfurom metílico e glufosinato de amônio (T3); e também um tratamento testemunha (T4) (Tabela 10).

A aplicação de iodosulfurom metílico foi realizada no início do afilhamento do azevém [planta com 3 filhos, estágio 23 da escala de ZADOKS et al. (1974), Anexo A]. Para a aplicação do glufosinato de amônio adotou-se como parâmetro a maturação fisiológica do trigo [mais de 50% dos grãos encontrava-se em grão pastoso - massa dura, estágio 87 da escala de ZADOKS et al. (1974), Anexo A], e quando mais de 50% das plantas de trigo apresentaram coloração amarela na parte superior do colmo principal, logo abaixo das espigas. No momento da aplicação no trigo, o azevém estava, em média, no estágio de grão pastoso, porém como o azevém é uma espécie com germinação escalonada em condições de campo do Sul do Brasil (PIANA, 1986), havia também plantas em outros estádios, de grão leitoso e outras em início de maturação. As demais práticas de manejo adotadas foram aquelas preconizadas para a cultura do trigo (REUNIÃO, 2013).

Para as aplicações, utilizou-se pulverizador costal pressurizado com CO₂ (40 lb pol²), barra de pulverização equipada com quatro pontas Teejet, número 110.015, com aplicação de volume de calda equivalente a 100 l ha⁻¹ para iodosulfurom metílico e pontas Teejet, número 110.020, com aplicação de volume de calda de 200 l ha⁻¹ para o glufosinato de amônio.

Tabela 10 – Tratamentos utilizados na cultura do trigo na safra agrícola 2013. Santa Maria, RS, 2015

Tratamentos	Dose ha ⁻¹ i.a. ¹ (g)	Dose ha ⁻¹ p.c. ² (g ou l)
T1 - Iodosulfurom metílico ³	5,0	100
T2 - Iodosulfurom metílico ³ e glufosinato de amônio ⁴	5,0 e 350	100 e 1,75
T3- Glufosinato de amônio ⁴	350	1,75
T4 - Tratamento controle (testemunha)	---	---

¹Ingrediente ativo.

²Produto comercial.

³Aplicado no afilhamento do trigo e início do afilhamento do azevém.

⁴Aplicado em pré-colheita do trigo.

Os efeitos dos herbicidas foram avaliados em laboratório a partir de amostras das sementes coletadas a campo. A coleta das espigas de trigo e azevém foram realizadas em 1 m² da área central de cada parcela, aos sete dias após a aplicação do glufosinato de amônio e depositadas em sacos de papel previamente identificados. Após a trilha e homogeneização foram realizados os testes de germinação das sementes e vigor de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009) no Laboratório de Herbologia da Universidade Federal de Santa Maria.

O peso de mil sementes do trigo e azevém obtidos de plantas colhidas em área de 1,0m² no centro de cada unidade experimental foram determinados pela pesagem de oito amostras de sementes de cada espécie por parcela e os valores médios foram convertidos em peso de mil sementes.

No trigo, o teste de germinação iniciou-se com pré-esfriamento das sementes (5-10°C) por cinco dias visando a superação da dormência. Após, as sementes foram submetidas a assepsia com álcool etílico (70%) por cinco minutos e hipoclorito de sódio (0,2%) por 20 minutos. Para cada tratamento foram utilizadas 400 sementes separadas em oito repetições de 50 e semeadas em papel germitest, umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso do papel seco), os quais foram acondicionados em sacos plásticos para a manutenção da umidade do substrato. O teste foi conduzido em câmara de crescimento (tipo BOD: temperatura de 20°C e fotoperíodo de 12 horas luz/escuro), por 8 dias. Foram realizadas avaliações de primeira contagem, quatro dias após a instalação do teste (DAI) e contagem final,

oito DAI, os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais no 8º dia (BRASIL, 2009). Para azevém, adotou-se a mesma metodologia diferindo quanto ao tempo de realizado do teste (14 dias) e também quanto ao tempo de pré-esfriamento para a superação da dormência das sementes, que foi de 5°C por sete dias. As avaliações foram realizadas aos 5 DAI, primeira contagem, e 14 DAI, contagem final, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais no 14º dia (BRASIL, 2009).

O vigor das sementes, tanto de trigo quanto de azevém, foi avaliado pelo teste de plântulas normais (primira contagem), comprimento da parte aérea e da raiz primária. Para isto, foi realizado novo teste, utilizando-se 100 sementes por tratamento. Os testes de vigor foram conduzidos separadamente ao teste de germinação, porém adotando-se a mesma metodologia.

A avaliação do vigor foi realizada entre o quarto e quinto dia do início do teste. Na primeira determinação, foram contadas apenas as plântulas normais, ou seja, aquelas que mostraram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais sob condições favoráveis, e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. O comprimento das plântulas foi determinado medindo-se o comprimento (cm) da parte aérea e da raiz aos seis dias após o início do teste para trigo e aos 10 dias para azevém (BRASIL, 2009).

Antes da análise, os dados obtidos para comprimento das estruturas primárias das plântulas foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$; e após a análise das pressuposições da variância e cumprirem os pressupostos estatísticos, foram submetidos à análise e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

O azevém teve o peso de mil sementes reduzido em pelos tratamentos onde se aplicou glufosinato de amônio (350 g i.a. ha⁻¹) em pré-colheita do trigo e a combinação deste herbicida com iodossulfurom metílico (5,0 g i.a. ha⁻¹) no início do perfilhamento (Tabela 11). Como o azevém possui germinação escalonada (PIANA, 1986), atingem a maturidade fisiológica em diferentes épocas. A maturidade fisiológica identifica o momento em que cessa a transferência de nutrientes da planta

para as sementes, que nessa ocasião, apresentam potencial fisiológico elevado, senão máximo (MARCOS FILHO, 2005), neste caso muitas plantas de azevém não conseguiram chegar a este estágio e tiveram peso de mil sementes inferior nos tratamentos com aplicação de herbicida em pré-colheita.

Enquanto que no trigo, a combinação dos dois herbicidas utilizados também reduziu o peso de mil sementes, porém não diferiu do peso obtido no tratamento controle. Corroborando com estudos de Chechinell (2014), em que o glufosinato de amônio nas doses de 400 e 200 g de i.a. ha⁻¹ não afetou o peso de mil sementes de trigo. De acordo com as avaliações de controle realizadas no trigo, o iodosulfurom metílico, utilizado em pós-emergência, eliminou a grande parte as plantas de azevém existentes, mas não exerceu controle sobre os fluxos de plantas emergidas após a aplicação do produto. Dessa forma, o atraso na emergência de novas plantas de azevém possibilitou que a aplicação de glufosinato de amônio em pré-colheita do trigo, reduzisse em parte a formação das sementes desta planta daninha e também interferisse negativamente na germinação e vigor das plântulas (Tabelas 12, 13 e 14).

Tabela 11 – Peso de mil sementes de azevém e trigo. Santa Maria, RS, 2015

Tratamentos	Peso de mil sementes (g)	
	Azevém	Trigo
Iodosulfurom metílico ¹	2,32 a*	30,2 a
Iodosulfurom metílico ¹ e glufosinato de amônio ²	1,52 b	27,3 b
Glufosinato de amônio ²	1,70 b	28,4 ab
Testemunha	2,27 a	29,2 ab
C.V. (%)	6,7	4,5

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Aplicado no afilhamento do trigo e início do afilhamento do azevém..

²Aplicado em pré-colheita do trigo.

Na primeira contagem do teste de germinação o azevém foi negativamente afetado em cerca de 70% com a aplicação de glufosinato de amônio (350 g i.a. ha⁻¹) na pré-colheita do trigo (Tabela 12), confirmando os dados em que a dessecação de azevém com glufosinato de amônio (600 g i.a. ha⁻¹) também reduziu o vigor das sementes (CAMPOS et al., 2012). O vigor das sementes tem relação com a composição da semente, quanto maior o teor de reservas da semente, maior será o

vigor da plântula originária (GARCIA et al., 2007). As sementes podem sofrer modificações, neste caso, imposta pela aplicação do glufosinato de amônio, diminuindo as reservas da semente e por consequência seu peso de mil sementes (Tabela 11) e o vigor pela primeira contagem do teste de germinação (Tabela 12).

Tabela 12 – Primeira contagem do teste de germinação de sementes de azevém e trigo. Santa Maria, RS, 2015

Tratamentos	Sementes germinadas (%)	
	Azevém (5 DAI ¹)	Trigo (4 DAI)
Iodosulfurom metílico ²	86 a	93 a
Iodosulfurom metílico ² e glufosinato de amônio ³	36 b	64 b
Glufosinato de amônio ³	27 b	85 ab
Testemunha	89 a	96 a
C.V. (%)	12,2	11,5

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹Dias após a implantação do teste em laboratório.

²Aplicado no afilhamento do trigo e início do afilhamento do azevém.

³Aplicado em pré-colheita do trigo.

Para o trigo, apenas o tratamento em que se associou a aplicação de iodosulfuron metílico com glufosinato de amônio reduziu o percentual de germinação pela primeira contagem, em cerca de 35%; enquanto que a aplicação isolada do glufosinato de amônio em pré-colheita não diferiu do tratamento controle (Tabela 12). Neste sentido, o vigor das plântulas de trigo, não foi afetado pela aplicação de glufosinato de amônio ($400 \text{ g i.a ha}^{-1}$) no estágio de maturação fisiológica desta cultura (130 dias após a semeadura), além disso, este tratamento apresentou o maior valor expresso em comprimento de parte aérea (CECHINEL, 2014).

A germinação das sementes de azevém foi afetada no tratamento com a aplicação de glufosinato de amônio em pré-colheita do trigo, verifica-se que ocorreu redução em torno de 50% (Tabela 13), assim como no tratamento combinado com iodosulfurom metílico no afilhamento e glufosinato em pré-colheita do trigo, ambos diferindo do tratamento controle. Azevém também teve controle total na germinação das sementes pela aplicação de glufosinato de amônio ($600 \text{ g i.a ha}^{-1}$) utilizado aos

120 dias após a semeadura do mesmo, evitando uma futura infestação na cultura subsequente (CAMPOS et al., 2012).

Tabela 13 – Porcentagem de germinação de sementes azevém e trigo. Santa Maria, RS, 2015

Tratamentos	Sementes germinadas (%)	
	Azevém (14 DAI ¹)	Trigo (8 DAI)
Iodosulfurom metílico ²	86 a*	91 a
Iodosulfurom metílico ² e glufosinato de amônio ³	47 b	85 ab
Glufosinato de amônio ³	51 b	82 bc
Testemunha	88 a	86 ab
C.V. (%)	18,8	4,2

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹ Dias após a implantação do teste em laboratório.

² Aplicado no afilhamento do trigo e início do afilhamento do azevém.

³ Aplicado em pré-colheita do trigo.

Para o trigo os tratamentos com a aplicação de glufosinato de amônio não afetaram o poder germinativo das sementes, pois não diferiram da testemunha em relação à porcentagem de germinação, corroborando com os dados de Cechinel (2014), onde a aplicação de glufosinato de amônio (400 g i.a ha⁻¹), após a maturidade fisiológica do trigo, não alterou a germinação das sementes. Entretanto, quando a aplicação de glufosinato de amônio foi realizada no estágio de grão leitoso do trigo, a sanidade das sementes foi afetada negativamente a, mas não interferiu na qualidade industrial dos grãos (SANTOS; LIMA, 2009).

O comprimento das estruturas primárias de azevém e trigo foram reduzidos com a aplicação de glufosinato de amônio (350 g i.a. ha⁻¹). Impossibilitando assim o crescimento normal da parte aérea e da raiz primária, principalmente das plântulas trigo, quando se associou a aplicação deste herbicida com iodosulfuron metílico (Tabela 14).

Tabela 14 – Comprimento das estruturas primárias das plântulas de azevém e trigo. Santa Maria, RS, 2015

Tratamentos	Comprimento (cm)			
	Azevém (10 DAI ¹)		Trigo (6 DAI)	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raiz primária
Iodosulfurom metílico ²	1,81 a	2,35 a	4,71 ab	6,99 ab
Iodosulfurom metílico ² e glufosinato de amônio ³	0,56 b	0,69 b	3,01 c	4,07 c
Glufosinato de amônio ³	0,40 b	0,47 b	4,34 b	6,44 b
Testemunha	2,26 a	2,90 a	5,40 a	7,48 a
C.V. (%)	37,6	38,5	28,9	31,8

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

¹ Dias após a implantação do teste em laboratório.

² Aplicado no afilhamento do trigo e início do afilhamento do azevém.

³ Aplicado em pré-colheita do trigo.

Os resultados deste trabalho destacam o potencial que apresenta o herbicida glufosinato de amônio, aplicado em pré-colheita do trigo, em reduzir o aporte de sementes viáveis de azevém no banco de sementes. Este manejo constitui-se em ferramenta adicional no manejo de azevém em lavouras de cereais, pois a produção de sementes de azevém é elevada, aproximadamente 3500 sementes por planta (GALVAN et al., 2011).

Dessa maneira a redução do banco de sementes pode significar menor problema com plantas daninhas nas áreas agrícolas e, portanto, economia para os agricultores, especialmente com herbicidas, de menor utilização de produtos químicos (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

Conclusões

No azevém, os dois tratamentos com aplicação de glufosinato de amônio em pré-colheita do trigo, reduzem o peso de mil sementes, a germinação e o vigor das plântulas.

Em trigo, a aplicação de glufosinato de amônio em pré-colheita, associado com iodosulfurom metílico aplicado no início do perfilhamento, gera redução do vigor das sementes, porém, sem afetar a germinação.

Referências

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acessado em: 18 jun. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: 2009. 399 p.
- CAMPOS, C. F. et al. Efeito de herbicidas na dessecação e germinação de sementes remanescentes de *Lolium multiflorum* L. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2067-2074, 2012.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CECHINEL, M. H. **Dessecação química em pré-colheita do trigo**. 2014. 107 p. Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de Safra Brasileira - Grãos**. v. 2, safra 2014/15, n. 8 - Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-118, maio, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_maio_2015.pdf> Acessado em: 09 jun. 2015.
- CUNHA, G. R. et al. A. Introdução ao problema da germinação na pré-colheita em trigo no Brasil. In: CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F. (Ed.). **Germinação pré-colheita em trigo**. Passo Fundo, 2004. p. 11-20.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: 306 p., 2006.
- FRANCO, F. A. et al. Pré-esfriamento para superação da dormência de sementes de trigo colhidas na época da maturidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 245-252, 2009.
- GALVAN, J. **Banco de sementes e fluxo gênico de azevém sensível e resistente ao herbicida glifosato**. 2013. 200 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2013.
- GALVAN, J.; RIZZARDI, M. A.; SCHEFFER-BASSO, S. M. Aspectos morfofisiológicos de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) sensíveis e resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 29, n. esp., p. 1107-1112, 2011.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; FILHO, S. M.; SANTOS, C. E. M. Qualidade nutricional e fisiológica de sementes de milho oriundas de plantas submetidas ao estresse salino. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 3, p. 281-289, 2007.
- HANFT, J. M.; WYCH, R. D. Visual indicators of physiological maturity in hard red spring wheat. **Crop Science**, v. 22, p. 584-587, 1982.

LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARIANI, F. **Caracterização de biótipos de *Lolium multiflorum* Lam. resistentes a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS)**. 2014. 112 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas a herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 203-209, 2005.

PIANA, Z. Superação da dormência de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* LAM.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 8, n. 1, p. 58-72, 1986.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 7, 2013, Londrina, PR. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2014**. Fundação Meridional, 2014. 235 p.

_____. 6, 2012, Londrina, PR. **Informações técnicas para trigo e triticale - Safra 2013**. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), 2013. 220 p.

_____. 5, 2011, Dourados, MS. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2012**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 204 p.

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

SANTOS, P. R. R.; LIMA, D. T. F. Avaliação do estágio fisiológico de desenvolvimento das plantas de trigo *Triticum aestivum* L. para a dessecação e seus efeitos na qualidade industrial. **Revista Cultivando o Saber**, v. 2, n. 3, p. 62-70, 2009.

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

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

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.

6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

No capítulo 3, além de avaliar o potencial do herbicida glufosinato de amônio aplicado na pré-colheita do trigo na redução da qualidade de sementes de azevém provenientes de escapes, também se objetivou quantificar os resíduos deste herbicida nas sementes de trigo. Entretanto, a realização desta análise não foi possível, uma vez que o Laboratório de Análise de Pesticidas (LARP) da Universidade Federal de Santa Maria não dispõe do padrão analítico, o qual é necessário para o procedimento de análise.

Sugere-se então, para trabalhos futuros, a realização de estudos com a quantificação de possíveis resíduos de glufosinato de amônio nos grãos de trigo.

ANEXO

Anexo A – Escala de Zadoks et al. (1974)

Escala decimal de Zadoks et al. (1974)			
0	Germinação	1	Crescimento da plântula
00	Semente seca	10	1ª folha fora do coleóptilo
01	Início da embebição (absorção de água)	11	1ª folha desenrolada
02	-	12	2ª folha desenrolada
03	Embebição completa	13	3ª folha desenrolada
04	-	14	4ª folha desenrolada
05	Radícula (raíz) emergiu da cariopse (semente)	15	5ª folha desenrolada
06	-	16	6ª folha desenrolada
07	Coleóptilo	17	7ª folha desenrolada
08	-	18	8ª folha desenrolada
09	Primeira folha visível	19	9ª folha desenrolada
2	Afilhamento	3	Alongamento do colmo
20	Apenas afilho principal	30	Pseudocaule (bainha das folhas)
21	Afilho principal mais 1 afilho	31	1º nó detectável
22	Afilho principal mais 2 afilhos	32	2º nó detectável
23	Afilho principal mais 3 afilhos	33	3º nó detectável
24	Afilho principal mais 4 afilhos	34	4º nó detectável
25	Afilho principal mais 5 afilhos	35	5º nó detectável
26	Afilho principal mais 6 afilhos	36	6º nó detectável
27	Afilho principal mais 7 afilhos	37	Folha bandeira visível
28	Afilho principal mais 8 afilhos	38	-
29	Afilho principal mais 8 ou mais afilhos	39	Lígula da folha bandeira visível
4	Emborrachamento	5	Espigamento
40	-	50	-
41	Bainha da folha bandeira se es- tendendo	51	Primeiras espiguetas da espiga visíveis
42	-	52	-
43	Início do emborrachamento	53	1/4 da espiga visível
44	-	54	-
45	Emborrachamento	55	1/2 da espiga visível

(Continua)

(Continuação)

46	-	56	-
47	Abertura da bainha da folha bandeira	57	3/4 da espiga visível
48	-	58	-
49	Primeiras aristas visíveis	59	Surgimento da espiga
6	Florescimento	7	Grão leitoso
60	-	70	-
61	Início do florescimento	71	Grão com água
62	-	72	-
63	-	73	Grão pouco leite
64	-	74	-
65	Metade do florescimento	75	Grão médio leite
66	-	76	-
67	-	77	Grão muito leite
68	-	78	-
69	Florescimento completo	79	-
8	Grão Pastoso	9	Maturação
80	-	90	-
81	-	91	Cariopse dura (difícil de dividir)
82	-	92	Cariopse rígida (não se consegue dividir)
83	Grão massa mole	93	Cariopse murchando
84	-	94	Mais madura palha seca
85	Grão massa média	95	Semente dormente
86	-	96	Germinação 50% viável
87	Grão massa dura	97	Sementes não dormentes
88	-	98	Dormência secundária induzida
89	-	99	Dormência secundária perdida

Fonte: Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2015 (EMBRAPA, 2014).

APÊNDICES

Capítulo II

Apêndice A – Análise da variância para população de azevém (plantas m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas, na primeira época de avaliação (E1)¹, na safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Avaliação 1

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	181.064670	23.476	0.0000
Sistemas de rotação (R)	4	336.561213	43.638	0.0000
C*R	4	242.302742	31.416	0.0000
Erro	90	7.712656		
Total corrigido	99			
CV (%)	68.22			
Média geral	4.07	Nº de observações 100		

¹Época 1: Dados quantificados antes da aplicação do herbicida iodosulfurom metílico, realizada no afilhamento do trigo [estádio 23 da escala de Zadoks et al. (1974)].

Apêndice B – Análise da variância para população de azevém (plantas m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas, na primeira época de avaliação (E2)¹, na safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Avaliação 2

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	124.910060	26.100	0.0000
Sistemas de rotação (R)	4	466.561507	97.489	0.0000
C*R	4	258.112569	53.933	0.0000
Erro	90	4.785793		
Total corrigido	99			
CV (%)	54.39			
Média geral	4.02	Nº de observações 100		

¹Época 2: 30 dias após a aplicação do herbicida.

Apêndice C – Análise da variância para população de azevém (plantas m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas, na primeira época de avaliação (E1)¹, na safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Avaliação 1

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	689.337864	123.007	0.0000
Sistemas de rotação (R)	4	523.466452	93.408	0.0000
C*R	4	133.698184	23.857	0.0000
Erro	90	5.604073		
Total corrigido	99			
CV (%)	42.53			
Média geral	5.57	Nº de observações 100		

¹Época 1: Dados quantificados antes da aplicação do herbicida iodosulfurom metílico, realizada no afilhamento do trigo [estádio 23 da escala de Zadoks et al. (1974)].

Apêndice D – Análise da variância para população de azevém (plantas m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas, na segunda época de avaliação (E2)¹, na safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Avaliação 2

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	230.416650	116.080	0.0000
Sistemas de rotação (R)	4	328.524886	165.505	0.0000
C*R	4	52.608239	26.503	0.0000
Erro	90	1.984979		
Total corrigido	99			
CV (%)	39.91			
Média geral	3.53	Nº de observações 100		

¹Época 2: 30 dias após a aplicação do herbicida.

Apêndice E – Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P1)¹, safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Profundidade 1

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	15.924888	1.724	0.1925
Sistemas de rotação (R)	4	227.489065	24.630	0.0000
C*R	4	7.372044	0.798	0.5295
Erro	90	9.236185		
Total corrigido	99			
CV (%)	118.52			
Média geral	2.56	Nº de observações 100		

¹P1: 0-5cm.

Apêndice F – Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P2)¹, safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Profundidade 2

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	55.106868	13.645	0.0004
Sistemas de rotação (R)	4	38.172672	9.452	0.0000
C*R	4	20.165658	4.993	0.0011
Erro	90	4.038579		
Total corrigido	99			
CV (%)	123.68			
Média geral	1.62	Nº de observações 100		

¹P2: 5-10cm.

Apêndice G – Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P3)¹, safra de 2012. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Profundidade 3

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	62.160610	18.239	0.0000
Sistemas de rotação (R)	4	29.373346	8.619	0.0000
C*R	4	17.323215	5.083	0.0010
Erro	90	3.408070		
Total corrigido	99			
CV (%)	104.97			
Média geral	1.76	Nº de observações 100		

¹P3: 10-20cm.

Apêndice H – Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P1)¹, safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Profundidade 1

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	280.473062	28.692	0.0000
Sistemas de rotação (R)	4	313.220449	32.042	0.0000
C*R	4	182.887552	18.709	0.0000
Erro	90	9.775173		
Total corrigido	99			
CV (%)	107.03			
Média geral	2.92	Nº de observações 100		

¹P1: 0-5cm.

Apêndice I – Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P2)¹, safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Profundidade 2

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	3.547610	1.501	0.2237
Sistemas de rotação (R)	4	18.709438	7.916	0.0000
C*R	4	9.125882	3.861	0.0061
Erro	90	2.363581		
Total corrigido	99			
CV (%)	123.33			
Média geral	1.25	Nº de observações 100		

¹P2: 5-10cm.

Apêndice J – Análise da variância para banco de sementes de azevém (sementes m⁻²) nos diferentes sistemas de cultivo e de rotação de culturas na profundidade (P3)¹, safra de 2013. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Profundidade 3

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Sistemas de cultivo (C)	1	1.855943	0.406	0.5257
Sistemas de rotação (R)	4	98.771508	21.594	0.0000
C*R	4	3.714675	0.812	0.5207
Erro	90	4.573957		
Total corrigido	99			
CV (%)	107.17			
Média geral	1.99	Nº de observações 100		

¹P3: 10-20cm.

Capítulo III

Apêndice K – Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2012, primeira avaliação. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Controle 2012 - Avaliação 1

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	0.002236	1.591	0.2215
Cultura	7	0.577408	410.828	0.0000
Erro	21	0.001405		
Total corrigido	31			
CV (%)	3,96			
Média geral	0,95		Nº de observações 32	

Apêndice L – Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2012, segunda avaliação. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Controle 2012 - Avaliação 2

Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	0.002405	3.403	0.0366
Cultura	7	0.739427	1046.307	0.0000
Erro	21	0.000707		
Total corrigido	31			
CV (%)	2,59			
Média geral	1,03		Nº de observações 32	

Apêndice M – Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2013, primeira avaliação. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Controle 2013 - Avaliação 1				
Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	0.006541	1.804	0.1773
Cultura	7	0.734570	202.606	0.0000
Erro	21	0.003626		
Total corrigido	31			
CV (%)	6,33			
Média geral	0,95		Nº de observações 32	

Apêndice N – Controle de azevém em resposta aos tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2013, segunda avaliação. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Controle 2013 - Avaliação 2				
Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	0.001924	1.256	0.3149
Cultura	7	0.819144	534.919	0.0000
Erro	21	0.001531		
Total corrigido	31			
CV (%)	3,79			
Média geral	1,03		Nº de observações 32	

Apêndice O – Estatura de plantas de azevém aos 45 dias após os tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2012. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Estatura 2012				
Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	195.682292	3.207	0.0440
Cultura (C)	7	917.265625	15.033	0.0000
Erro 1	21	61.015625		
Aplicação (A)	1	21572.265625	623.495	0.0000
C*A	7	813.837054	23.522	0.0000
Erro 2	24	34.598958		
Total corrigido	63			
CV 1 (%)	16,06			
CV 2 (%)	12,09			
Média geral	48.64		Nº de observações 64	

Apêndice P – Estatura de plantas de azevém aos 45 dias após os tratamentos de manejo nas culturas de inverno na safra 2013. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Estatura 2013

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	132.140625	2.159	0.1231
Cultura (C)	7	2261.194196	36.948	0.0000
Erro 1	21	61.200149		
Aplicação (A)	1	13196.265625	525.988	0.0000
C*A	7	778.729911	31.039	0.0000
Erro 2	24	25.088542		
Total corrigido	63			
CV 1 (%)	15,57			
CV 2 (%)	9,97			
Média geral	50,23	Nº de observações 64		

Apêndice Q – Matéria seca das culturas de inverno com e sem controle de azevém na safra 2012. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Matéria seca das culturas 2012

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	0.094033	0.500	0.6863
Cultura (C)	7	7.143593	37.987	0.0000
Erro 1	21	0.188054		
Aplicação (A)	1	4.717565	106.744	0.0000
C*A	7	0.376348	8.516	0.0000
Erro 2	24	0.044195		
Total corrigido	63			
CV 1 (%)	16,11			
CV 2 (%)	7,81			
Média geral	2,69	Nº de observações 64		

Apêndice R – Matéria seca de azevém com e sem controle de azevém na safra 2012. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Matéria seca de azevém 2012

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	0.150204	3.835	0.0246
Cultura (C)	7	5.933861	151.506	0.0000
Erro 1	21	0.039166		
Aplicação (A)	1	7.285754	258.772	0.0000
C*A	7	1.020870	36.259	0.0000
Erro 2	24	0.028155		
Total corrigido	63			
CV 1 (%)	13,11			
CV 2 (%)	11,11			
Média geral	1,51	Nº de observações 64		

Apêndice S – Matéria seca das culturas de inverno com e sem controle de azevém na safra 2013. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Matéria seca das culturas 2013

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	0.056966	0.596	0.6249
Cultura (C)	7	4.828797	50.481	0.0000
Erro 1	21	0.095656		
Aplicação (A)	1	5.150914	59.621	0.0000
C*A	7	0.524047	6.066	0.0004
Erro 2	24	0.086394		
Total corrigido	63			
CV 1 (%)	13,64			
CV 2 (%)	12,97			
Média geral	2,26	Nº de observações 64		

Apêndice T – Matéria seca de azevém com e sem controle na safra 2013. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Matéria seca de azevém 2013

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	0.271947	3.979	0.0216
Cultura (C)	7	2.511875	36.750	0.0000
Erro 1	21	0.068351		
Aplicação (A)	1	19.225533	388.485	0.0000
C*A	7	0.776402	15.689	0.0000
Erro 2	24	0.049488		
Total corrigido	63			
CV 1 (%)	14,07			
CV 2 (%)	11,97			
Média geral	1,86	Nº de observações 64		

Apêndice U – Sementes de azevém anual no banco de sementes do solo com cultivo de culturas de inverno. Santa Maria, RS. 2015

Variável analisada: Banco de sementes 2013

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Bloco	3	2.938490	22.111	0.0000
Cultura (C)	7	134.201049	1009.833	0.0000
Erro 1	21	0.132894		
Aplicação (A)	1	454.222656	1770.777	0.0000
C*A	7	29.470871	114.892	0.0000
Erro 2	24	0.256510		
Total corrigido	63			
CV 1 (%)	3,23			
CV 2 (%)	4,48			
Média geral	11,30	Nº de observações 64		

Capítulo IV

Apêndice V – Peso de mil sementes de azevém. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Azevém				
Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamentos	3	1.304583	113.560	0.0000
Repetição	7	0.080536	7.010	0.0002
Erro	21	0.011488		
Total corrigido	31			
CV (%)	5,48			
Média geral	1,96		Nº de observações 32	

Apêndice W – Peso de mil sementes de trigo. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Trigo				
Tabela de análise de variância				
Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamentos	3	12.316667	10.346	0.0002
Repetição	7	3.695714	3.104	0.0207
Erro	21	1.190476		
Total corrigido	31			
CV (%)	3,79			
Média geral	28,78		Nº de observações 32	

Apêndice X – Primeira contagem do teste de germinação de sementes de azevém.
Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Azevém

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamento	3	4318.416667	82.386	0.0000
Repetição	3	84.916667	1.620	0.2524
Erro	9	52.416667		
Total corrigido	15			
CV (%)	12,19			
Média geral	59,38		Nº de observações 16	

Apêndice Y – Primeira contagem do teste de germinação de sementes de trigo.
Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Trigo

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamento	3	813.895833	8.632	0.0051
Repetição	3	41.229167	0.437	0.7318
Erro	9	94.284722		
Total corrigido	15			
CV (%)	11,50			
Média geral	84,44		Nº de observações 16	

Apêndice Z – Porcentagem de germinação de sementes de azevém. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Azevém

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamento	3	143.000000	6.158	0.0146
Repetição	3	85.666667	3.689	0.0557
Erro	9	23.222222		
Total corrigido	15			
CV (%)	6,08			
Média geral	79,25		Nº de observações 16	

Apêndice AA – Porcentagem de germinação de sementes de trigo. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Trigo

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamento	3	182.666667	14.421	0.0009
Repetição	3	48.666667	3.842	0.0506
Erro	9	12.666667		
Total corrigido	15			
CV (%)	4,24			
Média geral	84,00		Nº de observações 16	

Apêndice BB – Comprimento da parte aérea das plântulas de azevém. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Azevém

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamento	3	12.149732	58.943	0.0000
Repetição	99	0.228581	1.109	0.2540
Erro	297	0.206125		
Total corrigido	399			
CV (%)	37,64			
Média geral	1,21	Nº de observações 400		

Apêndice CC – Comprimento da raiz primária das plântulas de azevém. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Azevém

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamentos	3	18.216531	72.090	0.0000
Repetição	99	0.279872	1.108	0.2565
Erro	297	0.252692		
Total corrigido	399			
CV (%)	38,46			
Média geral	1,31	Nº de observações 400		

Apêndice DD – Comprimento da parte aérea das plântulas de trigo. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Trigo

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamentos	3	9.729565	26.378	0.0000
Repetição	99	0.422267	1.145	0.1951
Erro	297	0.368852		
Total corrigido	399			
CV (%)	28,91			
Média geral	2,10	Nº de observações 400		

Apêndice EE – Comprimento da raiz primária das plântulas de trigo. Santa Maria, RS, 2015

Variável analisada: Trigo

Tabela de análise de variância

Fatores de variação	GL	QM	FC	PR>FC
Tratamentos	3	16.221772	26.656	0.0000
Repetição	99	0.637228	1.047	0.3788
Erro	297	0.608552		
Total corrigido	399			
CV (%)	31,81			
Média geral	2,45	Nº de observações 400		
