

Qualidade Física e Fisiológica de Sementes de Azevém Submetidas à Dessecação com Herbicidas em Pré-Colheita

Physical and Physiological Quality of Ryegrass Seeds Subjected to Desiccation with Herbicides in Pre-Harvest

Caren Alessandra Müller^{*a}; Sidinei José Lopes^a; Rodrigo Roso^a; Ubirajara Russi Nunes^a; André Brugnara Soares^b; Betania Brum de Bortolli^b; Caroline Huth^a

^aUniversidade Federal de Santa Maria. RS, Brasil.

^bUniversidade Tecnológica Federal do Paraná. PR, Brasil.

*E-mail: carenalessandra.agro@gmail.com

Resumo

Objetivou-se neste trabalho verificar o efeito da dessecação em pré-colheita de azevém, utilizando herbicidas aplicados em diferentes épocas, na antecipação da colheita e na qualidade física e fisiológica de sementes. O experimento foi conduzido em campo com delineamento de blocos ao acaso, com quatro blocos em bifatorial 6 x 3 + 1 utilizando o cultivar BRS Ponteio. Utilizou-se os herbicidas glufosinato, glifosato, dicamba + glifosato, 2,4-D + glifosato, carfentrazone e cletodim que foram aplicados aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento (DAF) do azevém e um tratamento testemunha sem dessecação com herbicida. Os resultados indicam que a dessecação proporcionou antecipação da colheita, em comparação à testemunha sem aplicação, principalmente quando aplicado o herbicida glufosinato, que proporcionou rápida senescência das plantas e baixa debulha natural. Para os testes de qualidade física e fisiológica de sementes em laboratório o tratamento testemunha apresentou significância em todos os parâmetros estudados. A dessecação com glufosinato apresentou maior germinação das sementes (92%) aos 26 DAF, não diferindo da associação de dicamba e 2,4-D com glifosato. Essa mesma associação de herbicidas apresentou germinação entre 84 e 90%, independente da época de aplicação, não havendo significância para germinação e debulha natural. O herbicida cletodim afetou negativamente a qualidade fisiológica de sementes e independente da época de aplicação, reduziu em até 75% a germinação. A dessecação em pré-colheita com glufosinato proporciona antecipação da colheita e máxima qualidade fisiológica de sementes, quando aplicado aos 26 DAF, podendo ser utilizada na produção de sementes de azevém.

Palavras-chave: Colheita. Controle. Debulha. *Lolium multiflorum*. Maturação.

Abstract

The objective of this work was to verify the effect of pre-harvest desiccation of ryegrass, using herbicides applied at different times, in anticipation of harvest and on the physical and physiological quality of seeds. The experiment was conducted in the field with a randomized block design, with four blocks in a 6 x 3 + 1 bifactorial design using the BRS Ponteio cultivar. The herbicides glufosinate, glyphosate, dicamba + glyphosate, 2,4-D + glyphosate, carfentrazone and clethodim were used, which were applied at 21, 26 and 31 days after flowering (DAF) of ryegrass and a control treatment without desiccation with herbicide. The results indicate that desiccation provided earlier harvest, compared to the control without application, especially when the herbicide glufosinate was applied, which provided rapid plant senescence and low natural threshing. For the physical and physiological quality tests of seeds in the laboratory, the control treatment showed significance in all parameters studied. Desiccation with glufosinate also showed higher seed germination (92%) at 26 DAF, no different from the association of dicamba and 2,4-D with glyphosate. This same herbicide association showed germination between 84 and 90%, regardless of the time of application, with no significance for germination and natural threshing. The herbicide clethodim negatively affected the physiological quality of seeds, regardless of the time of application, reducing germination by up to 75%. Pre-harvest desiccation with glufosinate provides early harvest and maximum physiological quality of seeds, when applied at 26 DAF, and can be used in the production of ryegrass seeds.

Keywords: Harvest. Control. Threshing. *Lolium multiflorum*. Maturation.

1 Introdução

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é utilizado em sucessão a culturas de verão como soja (*Glycine max* L. Merrill) e milho (*Zea mays* L.), podendo ser destinado a cobertura de solo no sistema de plantio direto ou como pastagem, na integração lavoura-pecuária (Bohn *et al.*, 2020). A implantação pode ser realizada por semeadura, ou tradicionalmente por ressemeadura natural, prática que reduz custo de implantação da pastagem e permite precocidade de início de pastejo animal (Bohn *et al.*, 2020; Barth Neto, 2014). No entanto, o manejo e as práticas agrônômicas do cultivo de espécies forrageiras

muitas vezes não recebem importância e não passam pelo processo rigoroso de controle de qualidade para a produção de sementes, aspectos que influenciam diretamente nos pilares de sua qualidade fisiológica (Holbig *et al.*, 2011; Ternus *et al.*, 2018).

A máxima qualidade fisiológica é obtida próxima à maturidade fisiológica das sementes (Marcos-Filho, 2015) e no azevém ocorre quando as espiguetas possuem coloração amarelo-palha e as sementes estão em estágio farináceo a semiduro com teor de umidade entre 30 e 38% (Nakagawa *et al.*, 1999). O ponto de maturidade fisiológica não é necessariamente o momento ideal para realizar a colheita, pois

nesta fase ainda existe alto grau de umidade, que proporciona dificuldade de trilha e secagem das sementes. Diante disso, o manejo da dessecação em pré-colheita é aplicado na produção de sementes para reduzir o conteúdo de água na planta e nas sementes, a fim de uniformizar e acelerar a maturação e reduzir a debulha natural, contribuindo para obtenção de maiores produtividades e economia na secagem (Krenchinski *et al.*, 2017; Stanisavljevic *et al.*, 2010).

No entanto, se a dessecação for realizada antes do estágio de maturidade fisiológica pode-se obter sementes com baixa qualidade e redução de produtividade (Krenchinski *et al.*, 2017). Isso pode ocorrer devido à interrupção da translocação das reservas para as sementes, impedindo o completo enchimento, diminuindo sua massa (Peske; Villela; Meneghello, 2012; Pereira *et al.*, 2015). Ainda, o mecanismo de ação e a mobilidade do herbicida na planta podem influenciar na translocação das reservas e no acúmulo do herbicida nas sementes, caso a aplicação seja realizada antes da maturidade fisiológica, podendo afetar sua qualidade (Krenchinski *et al.*, 2017).

A baixa qualidade fisiológica de sementes também pode estar relacionada à desuniformidade de maturação, característica encontrada no azevém, que pode ser atribuída à presença de grande número de perfilhos, sendo difícil identificar o estágio de maturidade fisiológica (Krenchinski *et al.*, 2017; Nakagawa *et al.*, 1999; Peske; Villela; Meneghello, 2012). Nakagawa *et al.* (1999) constataram que a mudança na coloração das espiguetas acompanha a modificação dos estádios das sementes, as quais não atingem a maturidade fisiológica ao mesmo tempo, em que mesmo ocorrendo germinação das sementes verde-escuras, possuem menor vigor que as de coloração amarelo-palha. Dessa forma, mesmo a dessecação sendo realizada próximo ao período de maturidade, não garante o desligamento de todas as sementes da planta pela desuniformidade de maturação (Pereira *et al.*, 2015).

Na literatura encontram-se estudos sobre o efeito da aplicação de herbicidas em pré-colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja (Comin *et al.*, 2018), trigo (Fipke *et al.*, 2018; Krenchinski *et al.*, 2017; Malalagoda *et al.*, 2020; Perboni *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2020) e feijão (Simionatto *et al.*, 2021). Os resultados obtidos por esses autores indicam que a resposta da qualidade de sementes pela dessecação em pré-colheita varia em função da cultura, das características físico/químicas do herbicida, condições ambientais, estágio fisiológico de aplicação e do intervalo pré-colheita, podendo causar redução da germinação, vigor e aumento na frequência de plântulas anormais. Herbicidas de ação sistêmica podem causar maiores danos à qualidade fisiológica de sementes que herbicidas de ação de contato, se for aplicado antes da maturidade fisiológica das sementes (Perboni *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2020). Isso pode ocorrer devido à translocação do herbicida de ação sistêmica na planta que pode se acumular

nas sementes, ao contrário dos herbicidas de ação de contato que possuem baixa mobilidade na planta e pequeno risco de contaminação das sementes (Fipke *et al.*, 2018; Malalagoda *et al.*, 2020; Perboni *et al.*, 2018).

Na produção de sementes é importante conhecer o efeito do manejo da dessecação em pré-colheita de azevém para a definição de parâmetros de aplicação, principalmente o tipo de herbicida e a época de aplicação, visando antecipação da colheita, produtividade, obtenção de sementes com máxima qualidade fisiológica e controle de plantas daninhas. Diante disso, objetivou-se verificar o efeito da dessecação em pré-colheita de azevém, utilizando herbicidas com diferentes mecanismos de ação, na antecipação da colheita e qualidade física e fisiológica de sementes.

2 Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em campo, em área localizada no município de Restinga Seca (29° 51' 29" latitude Sul e 53° 31' 41" longitude Oeste, altitude 72 m). A área foi caracterizada pela produção de soja no verão e dois anos de cultivo de aveia branca no inverno, apresentando solo de textura franco-arenosa com 15% de argila e relevo suave ondulado (Alvares *et al.*, 2013). Antes da instalação do experimento, a área passou por dessecação com aplicação do herbicida glifosato na dose de 1440 g. i. a. ha⁻¹ e saflufenacil, na dose de 35 g. i. a. ha⁻¹, visando o controle de plantas daninhas. A semeadura foi realizada a lanço no dia 30 de maio de 2021 com a cultivar BRS Ponteio, utilizando a densidade de 35 kg ha⁻¹. Após a emergência, no início do perfilhamento, foi realizada a aplicação do fertilizante 5-25-25 (N-P-K) na dose de 100 kg ha⁻¹ e aplicação de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio (ureia 45% de nitrogênio) no início do perfilhamento. Realizou-se o controle de plantas daninhas dicotiledôneas no estágio vegetativo do azevém, durante o perfilhamento conforme escala de Zadoks, Chang e Konzak (1974), utilizando o herbicida 2,4-D na dose de 1209 g. i. a. ha⁻¹.

A aplicação dos herbicidas foi realizada com pulverizador costal pressurizado por CO₂, equipado com pontas do tipo leque jato plano TeeJet XR – 110.02, espaçadas com 0,5 m, calibrado para a taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹ e pressão de trabalho de 1,62 kgf cm⁻². O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições, possuindo cada unidade experimental dimensões de 7 x 4 m. O experimento foi organizado em bifatorial 6 x 3 +1, com tratamento adicional (sem aplicação de herbicida em pré-colheita): o primeiro fator foi representado pelos herbicidas (Quadro 1); o segundo pelas épocas de aplicação em pré-colheita do azevém, aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento (DAF) (considerando o florescimento quando mais de 50% das plantas estavam neste estágio); e, o tratamento adicional foi representado pelo controle sem aplicação de herbicida.

Quadro 1 - Tratamentos utilizados para dessecação em pré-colheita do azevém, aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento

	Tratamentos ¹ L p. c. ha ⁻¹	Dose		Mecanismo de Ação
		g. i. a. ha ⁻¹		
1	Glufosinato-sal de amônio	1,75	350	Inibidor da glutamina sintetase
2	Glifosato	4,0	1440	Inibidor de EPSPs ²
3	Dicamba + glifosato	1,0 + 4,0	480 + 1440	Mimetizador de auxina + inibidor de EPSPs
4	2,4-D + glifosato	1,5 + 4,0	1209 + 1440	Mimetizador de auxina + inibidor de EPSPs
5	Carfentrazona-etílica	0,125	50	Inibidor de PROTOX ³
6	Cletodim	0,450	108	Inibidor de ACCase ⁴

¹Foi adicionado óleo mineral (0,5%) e adjuvante à calda de pulverização, de acordo com as recomendações técnicas de cada herbicida. ²EPSPs: enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintetase. ³PROTOX: protoporfirinogen oxidase. ⁴ACCase: acetil Coa carboxilase.

Fonte: dados da pesquisa.

Os herbicidas dicamba e 2,4-D foram utilizados associados ao glifosato como complementos, simulando o manejo já utilizado na dessecação do azevém em pré-semeadura da cultura da soja, por exemplo, para o controle de plantas dicotiledôneas.

No experimento em campo foram realizadas as seguintes avaliações:

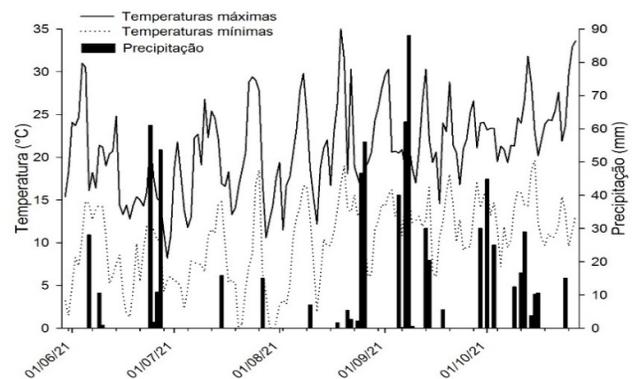
- **Avaliação visual de dessecação do azevém:** avaliada a cada três dias após a aplicação dos herbicidas até a colheita, pela escala desenvolvida por Frans (1986), na qual 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria demonstrada pela planta e 100 (cem) à morte das plantas.

- **Debulha natural das sementes:** utilizou-se dois quadrados com tela de malha 0,1 mm, possuindo dimensões de 20 x 20 cm, que foram alocados de forma aleatória em cada unidade experimental na superfície do solo, instalados logo após a antese e recolhidos antes da colheita, para mensurar o número de sementes de azevém dispersas pelas plantas.

- **Antecipação da colheita:** avaliou-se o número de dias em que a colheita foi antecipada pela aplicação dos herbicidas em relação a testemunha sem a aplicação.

- **Precipitação e temperatura do ar:** os dados de temperatura, durante a execução dos experimentos, foram coletados na estação meteorológica automática instalada na Universidade Federal de Santa Maria e a precipitação, coletada no local do experimento (Figura 1).

Figura 1 - Temperaturas mínimas e máximas do ar, coletados na estação meteorológica automática da Universidade Federal de Santa Maria, e precipitação, no local do experimento no município de Restinga Seca, no período compreendido entre 30 de maio e 28 de outubro de 2021



Fonte: dados da pesquisa.

A colheita das sementes para as análises de laboratório foi realizada em 1,0 (um) m² de área útil em cada unidade experimental, quando as plantas de azevém apresentaram coloração amarelo-palha, sementes em estágio farináceo a semiduro com teor de umidade entre 30-38% (Nakagawa *et al.*, 1999). Após a trilha e secagem natural, foi corrigida a umidade para 13% pelo método de secagem em estufa a 105 °C por 24 horas, com as sementes submetidas a testes de rotina em laboratório para avaliar a qualidade física e fisiológica. Foram realizadas as avaliações de massa de mil sementes, primeira contagem de germinação e germinação (Brasil, 2009), índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962), comprimento da raiz principal e parte aérea de plântula e massa seca de plântula (Nakagawa, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014). Antes da análise de variância, os dados foram submetidos aos testes dos pressupostos, normalidade dos erros e homogeneidades de variâncias. Quando não atenderam os pressupostos, os dados de índice de velocidade de germinação, comprimento de raiz, parte aérea e massa seca de plântulas foram transformados para \sqrt{x} , sendo X o valor da variável resposta observado em cada unidade experimental. As variáveis controle de azevém e debulha natural foram transformadas para $\ln(x+1)$, já a primeira contagem de germinação e a germinação foram transformadas para \sqrt{x} . A média do tratamento adicional foi comparada com os 18 tratamentos (6x3) por contraste ortogonal e para o fatorial 6 x 3 foi utilizado o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

3 Resultados e Discussão

As aplicações de herbicidas realizadas aos 21, 26, e 31 DAF corresponderam à soma térmica de 237,6, 296,7 e 353,5 °C dia, respectivamente, acumulada do estágio de antese, conforme metodologia de cálculo de soma térmica descrito por Villa Nova *et al.* (1972).

As avaliações de controle e antecipação da colheita dos tratamentos com aplicação de herbicidas foram comparadas à testemunha, que não foi submetida ao manejo de herbicidas. Os resultados do experimento em campo indicam que houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos herbicidas no controle de azevém nas aplicações realizadas aos 21, 26 e 31 DAF em todas as avaliações de controle (Figura 2A, B e C).

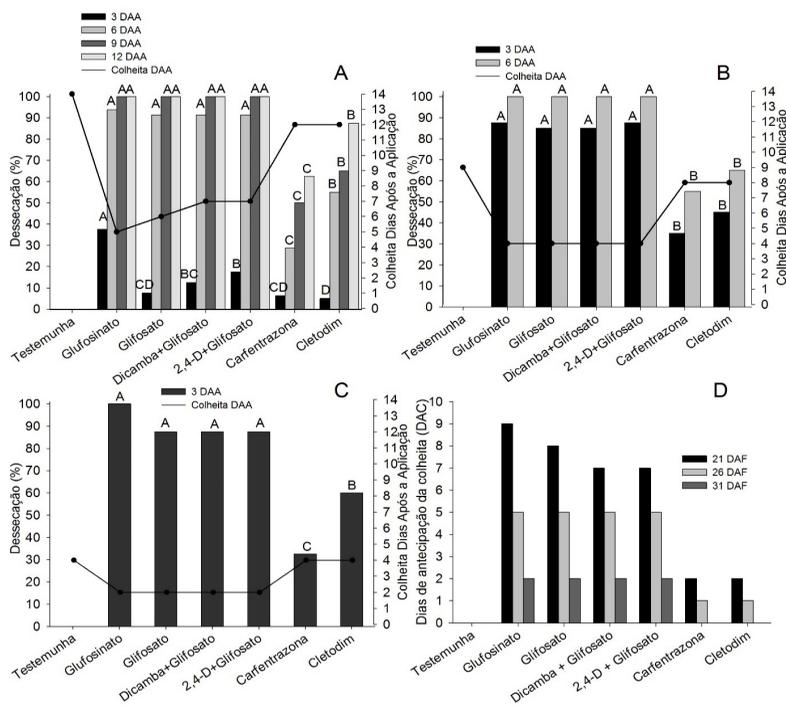
Na primeira época de aplicação de herbicida, aos 21 DAF (Figura 2A), observou-se que o herbicida glufosinato apresentou rápido controle, diferindo dos demais tratamentos, próximo à 35% aos 3 dias após a aplicação (DAA), ultrapassando 90% de controle aos 6 DAA. No entanto, esse tratamento não possuiu diferença significativa dos tratamentos com glifosato e das associações de dicamba e 2,4-D com glifosato aos 6, 9 e 12 DAA. Os herbicidas carfentrazone e cletodim apresentaram desempenho lento e insatisfatório, atingindo 60 e 85% de controle aos 12 DAA, quando foi realizada a colheita. O tratamento com glufosinato foi colhido aos 5 DAA e com glifosato e as associações de dicamba e 2,4-D com glifosato foram colhidos aos 6 e 7 DAA, respectivamente.

Nas aplicações realizadas aos 26 DAF (Figura 2B), observou-se controle acima de 80% aos 3 DAA e superior a 95% aos 6 DAA, não havendo diferença significativa entre os tratamentos com aplicação de glufosinato, glifosato e as associações de dicamba e 2,4-D com glifosato, cuja colheita ocorreu aos 4 DAA. Os tratamentos com aplicação de carfentrazone e cletodim apresentaram controle inferior

a 65%, sendo a colheita realizada aos 8 DAA, apenas um dia antes da testemunha (Figura 2B). Na última época de aplicação de herbicida, aos 31 DAF, a avaliação de controle foi realizada aos 3 DAA, atingindo 100% de controle com aplicação de glufosinato, não diferindo significativamente dos tratamentos com glufosinato, glifosato e as associações de dicamba e 2,4-D com glifosato. Assim como aos 21 e 26 DAF, os tratamentos com carfentrazone e cletodim apresentaram controle ineficiente, com 35 e 60%, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha sem aplicação de herbicida (Figura 2C).

A aplicação do herbicida glufosinato aos 21 DAF proporcionou 9 dias de antecipação de colheita (DAC) em relação a testemunha, seguida pela aplicação de glifosato (8 DAC) e a associações de dicamba e 2,4-D com glifosato (7 DAC). Aos 26 DAF os tratamentos com aplicação de glufosinato, glifosato e as associações de dicamba e 2,4-D com glifosato possuíram 5 DAC, já aos 31 DAF esses mesmos tratamentos tiveram 2 DAC. Em todas as épocas de aplicação, os herbicidas carfentrazone e cletodim possuíram menor eficiência na antecipação da colheita, com 2 DAC em 21 DAF, 1 DAC em 26 DAF e não ocorreu antecipação em 31 DAF, em relação a testemunha (Figura 2D). Esses resultados demonstram que o glufosinato, por ser um herbicida de contato e possuir translocação limitada nos tecidos da planta, possui ação rápida, contribuindo para antecipação da colheita.

Figura 2 - Dessecação de azevém (%) aos 3, 6, 9 e 12 dias após a aplicação (DAA), número de dias entre a aplicação e a colheita e dias de antecipação da colheita (DAC) (D), pela aplicação de herbicidas em pré-colheita de azevém aos 21 (A), 26 (B) e 31 (C) dias após o florescimento (DAF)



*Médias não seguidas pela mesma letra na combinação dos manejos de herbicidas em cada época de dessecação diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: dados da pesquisa.

A massa de mil sementes indica o acúmulo de reserva pelas sementes, observando-se de maneira geral os maiores valores nas aplicações aos 31 DAF, com destaque para o herbicida glufosinato que apresentou 2,32 g. Aos 26 DAF os herbicidas glufosinato e carfentrazone possuíram maiores massa de mil sementes, com 2,13 e 2,15 g, respectivamente. Já na aplicação aos 21 DAF os herbicidas carfentrazone e cletodim possuíram 2,11 e 2,09 g, respectivamente, diferindo dos demais herbicidas (Tabela 4). Esses resultados indicam que a antecipação da aplicação de herbicida, visando antecipação da colheita pode reduzir a massa das sementes, se a aplicação for realizada antes dos 31 DAF. Como consequência pode ocorrer redução nos comprimentos de parte aérea e raiz dependendo do herbicida utilizado.

O acúmulo de resíduo nas sementes, assim como a redução da massa e qualidade fisiológica pode ocorrer com a aplicação de herbicidas sistêmicos em estádios que ainda possuam translocação de reserva para as sementes (Perboni *et al.*, 2018).

O manejo de dessecação pré-colheita na produção de sementes é realizado em várias culturas, sendo encontrados resultados distintos na literatura, podendo depender das características físico-químicas do herbicida, estágio de maturação das sementes, cultura alvo, condições ambientais durante a aplicação e o modo de ação do herbicida. Na produção de sementes de soja, Comin *et al.* (2018) não observaram efeito negativo da dessecação na qualidade física e fisiológica de sementes, ao aplicar herbicidas de contato. Resultados semelhantes foram obtidos por He *et al.* (2015) em dessecação pré-colheita em arroz irrigado com diquat, paraquat e etefon, no qual os autores não observaram perdas de qualidade fisiológica de sementes, quando a aplicação de herbicida é realizada após a maturidade fisiológica. No entanto, para a cultura do trigo, vários autores citam na literatura que a dessecação pré-colheita pode afetar negativamente a qualidade fisiológica de sementes independente do herbicida utilizado (Jaskulski; Jaskulska, 2014; Krenchinski *et al.*, 2017; Fipke *et al.*, 2018; Perboni *et al.*, 2018).

Os resultados observados demonstram que, quando é realizada a aplicação de herbicida visando uniformizar a maturação e antecipar a colheita, podem ocorrer danos a qualidade fisiológica das sementes e desenvolvimento de plântulas, dependendo do estágio de maturação e das características do herbicida utilizado. Isso evidencia a importância da escolha correta do herbicida e da época de aplicação na produção de sementes, que deve ser empregado em cada situação.

4 Conclusão

O herbicida glufosinato proporciona antecipação da colheita de azevém em até nove dias se aplicado aos 21 dias após o florescimento. Além disso, proporciona pouca interferência na qualidade fisiológica de sementes e perda por debulha natural, possuindo 92% de germinação e perda de

5850 sementes m⁻², respectivamente, representando aumento de 5% de germinação e redução da debulha natural em 38% em relação a testemunha sem dessecação, quando aplicado aos 26 dias após o florescimento, podendo ser utilizado no manejo de dessecação em pré-colheita.

A aplicação do herbicida cletodim em pré-colheita afeta negativamente a qualidade fisiológica de sementes, além de apresentar controle lento e elevada perda de sementes por debulha natural, independente da época de aplicação. Em geral, para a cultivar de azevém BRS Ponteio, dessecação em pré-colheita em estágio de maturação anterior aos 26 dias após o florescimento deve ser evitada, especialmente com o uso do herbicida cletodim.

Referências

- ALVARES, C.A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013. doi:10.1127/0941-2948/2013/0507
- BARTH NETO, A. *et al.* Italian ryegrass establishment by self-seeding in integrated crop-livestock systems: effects of grazing management and crop rotation strategies. *Euro. J. Agron.*, v.53, p.67-73, 2014. doi: 10.1016/j.eja.2013.11.001
- BOHN, A. *et al.* Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. *Ciência Rural*, v.50, n., p.e20190510, 2020. doi:10.1590/0103-8478cr20190510
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília; MAPA, 2009.
- COMIN, R.C. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas à dessecação em pré-colheita. *Colloquium Agrariae*, v.14, n.4, p.112-120, 2018. doi:10.5747/ca.2018.v14.n4.a254
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstraper procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, n.2, p.109-112, 2014. doi:10.1590/S1413-70542014000200001
- FIPKE, G.M. *et al.* Application of non-selective herbicides in the pre-harvest of wheat damages seed quality. *Am. J. Plant Sci.*, v.9, n.1, p.107-123, 2018. doi: 10.4236/ajps.2018.91010
- FRANS, R.E. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N.D. (Ed). *Research methods in weed science: Southern Weed Science Society*. Madison: Southern Weed Science Society, 1986. p.28-41.
- HE, Y.Q. *et al.* Effects of pre-harvest chemical application on rice desiccation and seed quality. *J. Zhejiang University-Sci.e B*, v.16, n.10, p.813-823, 2015. doi: 10.1631/jzus.B1500032
- HOLBIG, L.S. *et al.* Diferenças na qualidade física e fisiológica de sementes de aveia preta e azevém comercializadas em duas regiões do Rio Grande do Sul. *Rev FZVA*, v.8, n.2, p.70-80, 2011.
- JASKULSKI, D.; JASKULSKA, I. The effect of pre-harvest glyphosate application on grain quality and volunteer winter wheat. *Romanian Agricul. Res.*, v.31, n.1, p.283-289, 2014.
- KRENCHINSKI, F.H. *et al.* Yield and physiological quality of wheat seeds after desiccation with different herbicides. *J. Seed Sci.*, v.39, n.3, p.254-261, 2017. doi:10.1590/2317-1545v39n3172506
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.*, v.2, n.2, p.176-177, 1962. doi: 10.2135/cropsci1962.0011183x000200020033x

- MALALGODA, M. *et al.* Effects of pre-harvest glyphosate application on spring wheat quality characteristics. *Agriculture*, v.10, n.111, p.1-16, 2020. doi:10.1111/jfbc.13330
- MARCOS-FILHO, M. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Sci. Agricola*, v.72, n.4, p.363-374, 2015. doi:10.1590/0103-9016-2015-0007
- NAKAGAWA, J. *et al.* Maturação de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.). *Rev. Bras. Sementes*, v.21, n.1, p.174-182, 1999.
- PERBONI, L.T. *et al.* Yield, germination and herbicide residue in seeds of pre-harvest desiccated wheat. *J. Seed Sci*, v.40, n.3, p.304-312, 2018. doi:10.1590/2317-1545v40n3191284
- PEREIRA, T. *et al.* Chemical desiccation for early harvest in soybean cultivars. *Semina Ciênc. Agrárias*, v.36, n.4, p.2383-2394, 2015. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n4p2383
- PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: UFPel, 2012
- SOUZA, C.A. *et al.* Potencial produtivo e fisiológico de sementes de trigo colhidas em diferentes graus de maturidade em função da aplicação de dessecantes. *Acta Iguazu*, v.9, n.3, p.43-54, 2020. doi: 10.48075/actaiguazu.v9i3.24407
- SILVA, J.A.G. *et al.* Dessecação em pré-colheita como estratégia de manejo na redução de perdas por fatores de ambiente em canola. *Rev Bras. Agrociê.*, v.17, n.1/4, p.15-24, 2011.
- STANISAVLJEVIC, R. *et al.* Desiccation, postharvest maturity and seed aging of tall oatgrass. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.45, n.11, p.1297-1302, 2010. doi: 10.1590/S0100-204X2010001100010
- SIMIONATTO, T. *et al.* Quality of black bean seeds submitted to pre-harvest desiccation by different active principles and application times. *Ensaios e Ciência*, v.25, n.3, p.322-327, 2021. doi: 10.17921/1415-6938.2021v25n3p322-327
- TERNUS, R.M. *et al.* Qualidade de sementes de azevém anual e seus impactos no estabelecimento inicial em diferentes densidades de semeadura. *Arch. Zootec.*, v.67, n.258, p.186-192, 2018. doi: 10.21071/az.v67i258.3653
- VILLA NOVA, N.A. *et al.* Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer Tb em função das temperaturas máxima e mínima. *Ciênc. Terra*, v.30, p.1-8, 1972.
- WERLANG, R.C.; SILVA, A.A. Interação de glyphosate com carfentrazone-ethyl. *Planta Daninha*, v.20, n.1, p.93-102, 2002. doi:10.1590/S0100-83582002000100013
- ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, v.14, p.415-421, 1974. doi: 10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x