

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

Caren Alessandra Müller

**RENDIMENTO E QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE AZEVÉM SUBMETIDO À DESSECAÇÃO EM PRÉ-
COLHEITA E MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Santa Maria, RS
2023

Caren Alessandra Müller

RENDIMENTO E QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AZEVÉM SUBMETIDO À DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA E MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fisiologia e Manejo das Culturas Agrícolas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei José Lopes

Santa Maria, RS
2023

Caren Alessandra Müller

RENDIMENTO E QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AZEVÉM SUBMETIDO À DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA E MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fisiologia e Manejo das Culturas Agrícolas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Aprovada em 06 de outubro de 2023

Sidinei José Lopes, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Ubirajara Russi Nunes, Dr. (UFSM)

André Brugnara Soares, Dr. (UTFPR)

Betânia Brum de Bortolli, Dr. (UTFPR)

Paulo Henrique de Oliveira, Dr. (UTFPR)

Santa Maria, RS
2023

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Müller, Caren Alessandra
RENDIMENTO E QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE AZEVÉM SUBMETIDO À DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA E
MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA / Caren Alessandra
Müller.- 2023.
77 p.; 30 cm

Orientador: Sidinei José Lopes
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Agronomia, RS, 2023

1. Debulha 2. Germinação 3. Herbicida 4. Lolium
multiflorum 5. Nitrogênio I. Lopes, Sidinei José II.
Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, CAREN ALESSANDRA MÜLLER, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais **Erno Erneldo Müller** e **Cléria Reinehr Müller** pelo apoio e ajuda.
Dedico também aos meus avôs, **Ella Rosa Friedrich Reinehr**, **Rubi Reinehr (In memorian)** e **Alfredo Waldemar Müller (In memorian)** que infelizmente não estão mais entre nós para presenciar esse momento, no qual me espelhei para ter força de lutar pela concretização dos meus sonhos. E em especial ao meu esposo, **Rodrigo Roso**, pelo apoio, ajuda, companheirismo e amor.*

AGRADECIMENTOS

Em especial a Deus, pois sem ele nada seria possível.

Aos meus pais Erno Erneldo Müller e Cléria Reinehr Müller, a avó Ella Reinehr, pelo incentivo, apoio e ajuda durante esse período de caminhada e formação.

Aos meus avôs Alfredo Waldemar Müller e Rubi Reinehr, que mesmo não estando mais presentes, sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial.

Em especial ao meu esposo Rodrigo Roso pelo incentivo, companheirismo, amor, amizade, apoio e ajuda prestada durante a condução dos experimentos, e pela sua compreensão.

Aos familiares de meu esposo pelo incentivo, apoio e ajuda durante este período.

Ao meu orientador Sidinei José Lopes por me acolher em seu grupo de pesquisa e acreditar no meu potencial, auxiliando e contribuindo para minha formação.

Aos meus amigos e colegas por todo apoio e amizade.

À Universidade Federal de Santa Maria pela infraestrutura que permitiu minha formação durante esses anos de estudo e trabalho.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que não foram lembrados, mas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero sentimento de gratidão.

RESUMO

RENDIMENTO E QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AZEVÉM SUBMETIDO À DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA E MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

AUTOR: Caren Alessandra Müller
ORIENTADOR: Sidinei José Lopes

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea anual que pode ser utilizada em sucessão com culturas de verão como soja e milho, destinada a cobertura de solo no sistema de plantio direto ou para suprir o vazio forrageiro nos meses de outono e inverno no sul do Brasil no sistema de integração lavoura-pecuária. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da dessecação em pré-colheita do azevém, utilizando herbicidas com diferentes mecanismos de ação e estudar o efeito de manejos da adubação nitrogenada nos componentes de rendimento, na qualidade física e fisiológica de sementes de azevém. No primeiro experimento de campo, com a 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 aplicação de herbicida. O segundo experimento foi conduzido em dois anos e submetido a manejos de adubação nitrogenada (N) na dose de 100 kg N ha⁻¹: [1] sem aplicação; [2] 100% no início do perfilhamento; [3] 50% no início do perfilhamento e 50% no perfilhamento pleno; [4] 50% no início do perfilhamento e 50% na elongação; [5] fracionamento em três aplicações de 33,33% no início perfilhamento, perfilhamento pleno e elongação. Os resultados indicam que a dessecação proporcionou antecipação da colheita e, entre os herbicidas, o glufosinato proporcionou rápida senescência das plantas e baixa debulha natural, em comparação à testemunha sem aplicação. A dessecação com glufosinato também proporcionou maior germinação das sementes (92%) na aplicação aos 26 DAF, não diferindo da associação de dicamba e 2,4-D com glifosato. Esta mesma associação de herbicidas apresentou germinação entre 84 e 90%, independente da época de aplicação, não havendo significância para germinação e debulha natural. Por outro lado, o herbicida cletodim afetou negativamente a qualidade fisiológica de sementes, independente da época de aplicação, reduzindo a germinação em até 75%. No segundo experimento, verificou-se incremento da produtividade de sementes com os manejos de nitrogênio em relação a testemunha, com estimativa de 1836 e 2306 kg ha⁻¹, para o primeiro e segundo ano, respectivamente, no entanto, entre os manejos de aplicação não ocorreu efeito significativo. A aplicação de nitrogênio proporcionou incremento na qualidade fisiológica de sementes, em relação à testemunha, com estimativa de aumento de 30 e 41% de germinação no primeiro e segundo ano, respectivamente, além de possuir maior efeito sobre a massa de mil sementes, principalmente quando é aplicado próximo à elongação. Diante disso, a dessecação em pré-colheita com glufosinato proporciona antecipação da colheita e máxima qualidade fisiológica de sementes, quando aplicado aos 26 DAF, podendo ser utilizado na produção de sementes de azevém. A aplicação de nitrogênio, independente do manejo de aplicação, pode

proporcionar incremento de produtividade e efeito positivo na qualidade física e fisiológica de sementes.

Palavras-chave: Debulha. Germinação. Herbicida. *Lolium multiflorum*. Nitrogênio.

ABSTRACT

YIELD AND PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RYEGRASS SEEDS SUBJECTED TO PRE-HARVEST DESICCATION AND NITROGEN FERTILIZATION MANAGEMENT

AUTHOR: Caren Alessandra Müller
ADVISOR: Sidinei José Lopes

Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) is an annual grass that can be used in succession with summer crops such as soybeans and corn, intended as soil cover in the no-tillage system or to fill the forage gap in the autumn and winter months in the south of Brazil in the crop-livestock integration system. The objective of this work was to verify the effect of pre-harvest desiccation on ryegrass, using herbicides with different mechanisms of action and to study the effect of nitrogen fertilization management on the yield components and physical and physiological quality of ryegrass seeds. In the first field experiment, with the cultivar BRS Ponteio, the herbicides glufosinate, glyphosate, dicamba + glyphosate, 2,4-D + glyphosate, carfentrazone and clethodim were used, which were applied on 21, 26 and 31 days after flowering (DAF) of ryegrass and a control treatment without herbicide application. The second experiment was conducted over two years and subjected to nitrogen (N) fertilizer management at a dose of 100 kg N ha⁻¹: [1] no application; [2] 100% at the beginning of tillering; [3] 50% at the beginning of tillering and 50% at full tillering; [4] 50% at the beginning of tillering and 50% at elongation; [5] fractionation in three applications of 33.33% at the beginning of tillering, full tillering and elongation. The results indicate that desiccation provided earlier harvest and, among the herbicides, glufosinate provided rapid plant senescence and low natural threshing, compared to the control without application. Desiccation with glufosinate also provided greater seed germination (92%) when applied 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. On the other hand, the herbicide clethodim negatively affected the physiological quality of seeds, regardless of the time of application, reducing germination by up to 75%. In the second experiment, there was an increase in seed productivity with nitrogen management in relation to the control, with an estimate of 1836 and 2306 kg ha⁻¹, for the first and second year, respectively, however, between the application management there was no significant effect. The application of nitrogen provided an increase in the physiological quality of seeds, about the control, with an estimated increase of 30 and 41% in germination in the first and second year, respectively, in addition to having a greater effect on the mass of a thousand seeds, especially when is applied close to

elongation. Therefore, 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. The application of nitrogen, regardless of application management, can provide an increase in productivity and a positive effect on the physical and physiological quality of seeds.

Keywords: Threshing. Germination. Herbicide. *Lolium multiflorum*. Nitrogen.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- 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.....28
- 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).....31

CAPÍTULO II

- Figura 1 – Temperaturas mínimas e máximas do ar, coletadas na estação meteorológica automática da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, e precipitação coletada no local do experimento no município de Restinga Seca, nos anos de 2021 e 2022.....48

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1 – Tratamentos utilizados para dessecação em pré-colheita do azevém, aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento.....27
- Tabela 2 – Estimativa do contraste entre a testemunha e combinações de manejos de herbicidas e épocas de aplicação aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento (DAF), e comparação de médias da debulha natural de sementes de azevém (sementes m⁻²).....32
- Tabela 3 – Estimativa do contraste entre a testemunha e combinações de manejos de herbicidas e épocas de aplicação aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento (DAF), e comparação de médias do índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (%) e germinação (%) de sementes de azevém.....34
- Tabela 4 – Estimativa do contraste entre a testemunha e combinações de manejos de herbicidas e épocas de aplicação aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento (DAF), e comparação de médias do comprimento de parte aérea de plântulas (cm), raiz (cm), massa seca (mg pântula⁻¹) e massa de mil sementes (g) de azevém.....37

CAPÍTULO II

- Tabela 1 – Manejos de fracionamento da adubação nitrogenada em % de nitrogênio (N) com a aplicação realizada de acordo com o estágio de desenvolvimento do azevém.....47
- Tabela 2 – Descrição dos contrastes ortogonais dos tratamentos descritos na Tabela 1.....50
- Tabela 3 – Estimativa dos contrastes para as variáveis número de plantas (m⁻²), perfilhos (m⁻²), espigas férteis (m⁻²), estatura de plantas (cm), tamanho de espiga (cm), número de espiguetas por espiga e produtividade (kg ha⁻¹) de sementes de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada.....52

Tabela 4 – Estimativa dos contrastes para as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (PC) (%), germinação de sementes (G) (%), comprimento de raiz (CR) (cm), comprimento de parte aérea (CPA) (cm) e massa de mil sementes (MMS) (g) de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada.....	54
Tabela 5 – Primeira contagem de germinação (%), germinação (%) e produtividade de sementes (kg ha ⁻¹) de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada em dois anos de cultivo.....	56
Tabela 6 – Massa de mil sementes (g) de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada em dois anos de cultivo.....	57
Tabela 7 – Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis germinação de sementes (G), número de plantas (PL), perfilhos (PERF), espigas férteis (ESFER), estatura de plantas (EST), tamanho de espiga (TESP), número de espiguetas por espiga (NESP), produtividade (PROD), massa de mil sementes (MMS), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (PC) de sementes de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada.....	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 AZEVÉM (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	16
2.2 QUALIDADE DE SEMENTES.....	17
2.3 MANEJOS DA CULTURA.....	19
3. CAPÍTULO I - QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AZEVÉM SUBMETIDAS À DESSECAÇÃO COM HERBICIDAS EM PRÉ-COLHEITA..	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	23
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
4. CAPÍTULO II – COMPONENTES DE RENDIMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES DE AZEVÉM EM MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA	43
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	43
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICE.....	70

1. INTRODUÇÃO

Nos meses de inverno no sul do Brasil, ocorre o decréscimo na oferta de forragem natural, sendo o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) utilizado para suprir o vazio forrageiro, que é uma das principais gramíneas anuais cultivadas, podendo ser utilizada em consórcio com outras espécies, como por exemplo aveia preta. Essa espécie caracteriza-se pela rusticidade, boa capacidade de rebrote, alto valor nutritivo, ressemeadura natural, sistema radicular vigoroso, tolerância a umidade e pisoteio, podendo ser uma alternativa a áreas de várzea no período de entressafra das culturas de verão.

Visando garantir germinação uniforme e elevada produção de massa seca, o uso de sementes de alta qualidade fisiológica possui papel importante, pois apresentam melhor desempenho quando expostas às condições adversas, expressam maior velocidade de emergência, estando almejado e rápido desenvolvimento inicial das plântulas. A baixa qualidade das sementes ou o uso de sementes que não são certificadas ou fiscalizadas pode ter como consequência a mistura varietal, a infestação das áreas de pastagens por invasoras e modificações no material genético original.

Para a produção de sementes de alta qualidade é necessário rigoroso controle dos processos de produção, tanto pré quanto pós-colheita. A produção de sementes de azevém, muitas vezes não tem controle adequado dos processos de produção, nem da qualidade de sementes, além de possuir dificuldades na definição do momento certo para realizar o manejo de dessecação em pré-colheita, prática utilizada pela maioria dos produtores de sementes, com o objetivo de uniformizar a maturação das plantas de azevém e realizar a colheita com umidade próxima de armazenamento. Além disso, a dessecação pré-colheita com herbicidas visa antecipar a colheita e reduzir a umidade das sementes, que facilita o processo de limpeza e secagem pós-colheita, além do controle de plantas daninhas para implantação da cultura subsequente. No entanto, esta prática pode causar perdas de qualidade fisiológica de sementes, se não for realizada no estágio de maturação adequado, além de que não se sabe exatamente o efeito dos herbicidas na qualidade física e fisiológica de sementes. Herbicidas com mecanismos de ação distintos, atuam em diferentes rotas metabólicas ou em sítios específicos na planta, na qual a maioria dos herbicidas pós-emergentes atuam principalmente nas folhas, mais especificamente nos

cloroplastos ou nos meristemas apicais. Quando móveis na planta, podem ser translocados para diferentes órgãos, inclusive os reprodutivos, podendo acumular junto com as reservas nas sementes ou no embrião e afetar a qualidade fisiológica ou a viabilidade das sementes.

Para o sucesso da implantação da cultura, a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica é um fator importante, no entanto, frequentemente os agricultores utilizam sementes que não seguiram práticas agronômicas recomendadas durante a produção de sementes e produzem sua própria semente de grãos plantados em anos anteriores. O manejo da cultura durante o ciclo produtivo, principalmente de adubação nitrogenada, pode interferir diretamente na produtividade de massa seca e na produção e qualidade de sementes, no entanto pode causar acamamento ou deixar as plantas suscetíveis às doenças se não for realizada de forma equilibrada. Diante disso, o estágio que deve ser realizada a adubação nitrogenada, a forma e a taxa de aplicação, são importantes na produção de sementes visando obter máxima qualidade e produtividade.

O manejo da adubação nitrogenada também pode afetar a qualidade física e fisiológica de sementes, principalmente em relação ao momento e ao fracionamento da aplicação de nitrogênio. Este nutriente é um dos que mais influencia a produtividade de massa seca e de sementes de azevém, pelo fato do nitrogênio ser limitante ao crescimento das plantas, está diretamente relacionado à formação do embrião e as estruturas de reserva das sementes e possui papel importante na qualidade fisiológica de sementes. Desta forma, o fracionamento da adubação nitrogenada em azevém pode possuir correlação com caracteres morfológicos, componentes de produtividade e qualidade de sementes.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de azevém submetido a dessecação em pré-colheita, utilizando herbicidas com diferentes mecanismos de ação, assim como identificar o estágio cuja aplicação possibilite a antecipação da colheita de sementes de boa qualidade. Estudar a influência de manejos da adubação nitrogenada nos componentes de rendimento, na qualidade física e fisiológica de sementes de azevém.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AZEVÉM (*Lolium multiflorum* Lam.)

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma das principais espécies utilizadas no sul do Brasil para suprir o vazio forrageiro que ocorre no período frio do ano, entre os meses de maio e agosto. Os sistemas produtivos no Sul do Brasil são compostos majoritariamente por pastagens nativas (que produzem pouca forragem durante o inverno) ou cultivadas de ciclo estival (BARCELLOS et al., 2019). Com o decréscimo da oferta de forragem nos meses de inverno, o azevém se torna alternativa para atender à demanda alimentar dos rebanhos, sendo uma opção de forragem com alta qualidade, baixo custo, resistente ao pisoteio e geadas (DE CONTO et al., 2011; PEREIRA et al., 2008; TONATO et al., 2014). Esta espécie pode ser utilizada no sistema de produção lavoura-pecuária de forma individual ou em consórcio, tanto com gramíneas, como por exemplo, aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), quanto com leguminosas, como a ervilhaca (*Vicia sativa* L.) (CASSOL et al., 2011; FLORES et al., 2008).

O azevém anual, é originário do sul da Europa, norte da África e Ásia menor (Bacia do Mediterrâneo), introduzido no Brasil pelos imigrantes italianos (FLOSS, 1988). Pertencente à família Poaceae, possui fecundação cruzada (alógama), crescimento em touceiras (DERPSCH e CALEGARI, 1992), a inflorescência é uma espiga dística que possui duas fileiras de espiguetas (FLOSS, 1988; FLORES et al., 2008). Possui como principais características, a capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas, alto valor nutritivo, tolerância ao pisoteio, capacidade de rebrote, sistema radicular vigoroso e boa capacidade de ressemeadura natural (BOLDRINI, LONGHI-WAGNER; BOECHAT, 2008; DE CONTO et al., 2011; PEDROSO et al., 2004). O azevém é uma espécie de forrageira característica de clima temperado, de estação fria, apresenta alta capacidade reprodutiva, sementes pequenas com baixa massa de mil sementes, de fácil produção, aquisição e reduzido custo de implantação e manejo (DE CONTO et al., 2011; PEREIRA et al., 2008). Desenvolve-se em qualquer tipo de solo, mas é preferível a implantação em solos argilosos, férteis e úmidos, adapta-se a solos de várzeas, tornando-se opção como pastagem em áreas após cultivo de arroz ou soja (CARVALHO et al., 2010).

O crescimento e desenvolvimento de azevém utiliza como descritor de tempo das variáveis morfogênicas o conceito de tempo térmico, com unidade °C dia ou graus-dia, que é baseado no acúmulo térmico diário dentro dos limites nos quais a planta se desenvolve, definidos pelas temperaturas base inferior e superior (MÜLLER et al., 2009; PRELA e RIBEIRO, 2002). Trabalhos desenvolvidos por Müller et al. (2009) sugerem temperaturas base inferior de 7 °C para azevém comum e 8 °C para Fepagro São Gabriel e Estanzuelas, genótipos diploides, para os tetraploides próxima a 10 °C dependendo do cultivar, indicando não possuir estacionalidade de produção em relação às temperaturas média e mínima do ar no RS. O azevém mantém em média de três a quatro folhas vivas por perfilho, possui filocrono médio de 125 graus-dia para a emissão de cada folha, com pastejo de lotação contínua (CONFORTIN et al., 2007). Na literatura, trabalhos avaliando a determinação do pastejo através do acúmulo térmico, indicam acúmulo de 750 graus-dia do estádio de emissão do pseudocolmo, perfilhamento, até o início do período reprodutivo para azevém comum (ONGARATTO, 2018).

As áreas de azevém utilizadas com pastejo animal, também podem ser utilizadas para a produção de sementes, no entanto, estudos indicam que sementes provenientes deste tipo de manejo geralmente possuem baixa qualidade fisiológica (MEDEIROS e NABINGER, 2001). As sementes, após a colheita, possuem dormência, que auxilia na sobrevivência e impede a germinação em condições desfavoráveis para o seu desenvolvimento, porém dificulta a avaliação da qualidade fisiológica após a colheita (LODGE, 2004). Para que seja possível a realização dos testes para determinar a qualidade fisiológica das sementes, é necessário realizar a superação de dormência (MEDEIROS e NABINGER, 2001). Os métodos de superação de dormência de sementes de azevém estão descritos nas Regras para Análise de Sementes, sendo eles: utilização da solução à 0,2% de Nitrato de Potássio (KNO₃) e pré-resfriado (5 °C) das sementes, durante 7 dias (BRASIL, 2009).

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

As sementes são utilizadas como agente transferidor de tecnologia, as quais carregam as informações genéticas e a tecnologia inserida pelos programas de melhoramento genético (MERTZ, 2007). Dessa forma, sementes de alta qualidade

maximizam operações de manejo e insumos utilizados no cultivo, possibilitando a cultura expressar o máximo potencial genético (DENARDIN, 2010). A qualidade de semente é composta por quatro pilares: qualidade fisiológica, genética, sanitária e física (FRANÇA-NETO et al., 2016).

O sucesso na implantação e estabelecimento de uma cultura, depende da qualidade fisiológica de sementes, que reflete diretamente na homogeneidade de emergência e população de plantas (POPINIGIS, 1985). Sementes de alta qualidade fisiológica, possuem melhor desempenho quando expostas a condições adversas, expressam maior velocidade de emergência, estande almejado e rápido desenvolvimento inicial das plântulas (MARCOS-FILHO, 2015; TILLMANM e MIRANDA, 2006). A germinação e o vigor podem representar a qualidade fisiológica das sementes, influenciando diretamente aspectos do desempenho, como a emergência total, comprimento de plântula e volume do sistema radicular, este último contribui para a exploração do solo em busca de água e nutrientes (PÁDUA et al., 2010).

Dentre os fatores que podem influenciar na qualidade fisiológica de sementes estão: época de semeadura adequada, condições ambientais, nutrição das plantas, ocorrência de pragas e doenças, competição com plantas daninhas, ponto de colheita, entre outros fatores (MARCOS-FILHO, 2015). A avaliação da qualidade fisiológica de sementes pode ser obtida através de testes de vigor, com base no desempenho de plântulas, com os seguintes teste: velocidade de germinação, primeira contagem do teste de germinação, comprimento de plântula, massa seca de plântula, comprimento de raiz e epicótilo, teste de tetrazólio, além de avaliações em campo, emergência e sua velocidade (MARCOS-FILHO, 2015; NAKAGAWA, 1999).

O uso de sementes de qualidade é um fator importante para o sucesso da lavoura, sendo que a obtenção de sementes de alta qualidade depende do processo produtivo, tanto em pré quanto pós-colheita, e do uso de tecnologias (LUDWIG, 2016). Diante disso, acompanhar a qualidade fisiológica das sementes durante todo processo produtivo é essencial para redução de danos e manutenção da qualidade, sendo a análise de sementes fundamental para monitorar a qualidade de sementes durante os processos de pré-colheita, colheita, beneficiamento e armazenamento.

Um dos empecilhos para se obter altas produtividades de espécies forrageiras é não usar sementes de alta qualidade na implantação da cultura, sendo utilizadas

com frequência, sementes que não passaram por processos de avaliação da qualidade fisiológica (CÓRDOVA e FLARESSO, 2015). Muitas vezes, são produzidas por produtores não especializados, que não levam em consideração a pureza genética do material e não possuem controle dos campos de produção, para a multiplicação de sementes (SCHUCH; KOLCHINSKI; CANTARELLI, 2008). Além disso, muitos produtores não seguem as práticas agronômicas de produção e não tratam as espécies forrageiras como cultura de importância para a produção de sementes, aspectos que influenciam diretamente nos pilares de qualidade de sementes (HOLBIG et al., 2011).

2.3 MANEJOS DA CULTURA

A maioria das sementes de azevém, no Rio Grande do Sul, é produzida em regiões que exploram cultivos anuais de verão com soja, com semeadura no início da primavera, induzindo a colheita antecipada de sementes. Para que isso seja possível, muitos produtores e multiplicadores têm utilizado a dessecação química de azevém em pré-colheita. Este manejo proporciona a homogeneização e uniformização da colheita e de forma inconsciente a seleção de biótipos com ciclo mais precoce e desenvolvimento fenológico mais curto (TONETTO, 2009). A dessecação é aplicada 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 de sementes (STANISAVLJEVIC et al., 2010). No entanto, tem se observado lotes, oriundos de áreas com dessecação em pré-colheita, de sementes de azevém com baixa qualidade fisiológica, por ter sido realizada a dessecação, provavelmente, antes do estágio de maturidade fisiológica (PEREIRA et al., 2015). Isso pode ocorrer, pela interrupção da translocação das reservas para as sementes, impedindo o completo enchimento das sementes, diminuindo a massa de sementes e prejudicando a qualidade fisiológica (KRENCHINSKI et al., 2017).

A maturidade fisiológica de sementes de 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). Müller (2020) determinou que a maturidade fisiológica de sementes de azevém comum

ocorre entre 27 (coloração das espigas amarelo-esverdeado) e 31 (amarelo-palha) dias após a antese em área sem pastejo animal, com teores de umidade entre 36 e 34%, respectivamente, e entre 31 e 35 dias após a antese em área submetida ao pastejo, com teores de umidade entre 36 e 29%, respectivamente. Na literatura, trabalhos com número de cortes e épocas de colheita de sementes de azevém indicam maior qualidade fisiológica de sementes para o manejo sem corte, possuindo coloração de espigas amarelo-palha em comparação a colheita com espigas verde-amarelo e amarelo-esverdeado (PASLAUSKI et al., 2014).

A baixa qualidade fisiológica de sementes também pode estar relacionada à desuniformidade de maturação de espécies forrageiras como azevém que pode ser atribuída à presença de grande número de perfilhos, sendo difícil identificar o estágio de maturidade fisiológica (NAKAGAWA et al., 1999). Assim, a colheita sem dessecação pré-colheita, deve ser realizada antes que as sementes de azevém atinjam a umidade ideal, pois quando isso ocorrer já estão sofrendo o processo de debulha natural e perda de grande quantidade de sementes, principalmente as de maior qualidade fisiológica, acarretando perdas de produtividade (GARCIA et al., 2004).

Além disso, o mecanismo de ação e a mobilidade do herbicida na planta podem influenciar na translocação das reservas e acúmulo do herbicida nas sementes, caso a aplicação seja realizada antes da maturidade fisiológica, podendo afetar a qualidade de sementes (KRENCHINSKI et al., 2017). Dessa forma, a dessecação pré-colheita deve ser realizada após as sementes atingirem a maturidade fisiológica, podendo ocorrer perda de qualidade de sementes se esse processo for antecipado ou ocorrer debulha natural das sementes, se for realizado com umidade muito abaixo da maturidade fisiológica (KRENCHINSKI et al., 2017; PEREIRA et al., 2015).

O manejo da adubação nitrogenada na cultura do azevém também pode afetar a qualidade de sementes. A matéria orgânica é a principal fonte de nitrogênio do solo para as culturas, por meio da ação de microrganismos, o nitrogênio dos compostos orgânicos é liberado na forma amoniacal e oxidada para a forma nítrica (BANDEIRA, 2011). No entanto, devido à exigência nutricional de nitrogênio pela cultura do azevém é necessário realizar complementação com adubação nitrogenada. As principais fontes de nitrogênio utilizadas são na forma nítrica, amoniacal, amídica e nitro-amoniacal (BANDEIRA, 2011).

O nitrogênio é o nutriente com maior influência na produtividade de forragem e de sementes de azevém, pelo fato de ser limitante ao crescimento das plantas (VLEUGELS; RIJCKAERT; GISLUM, 2017). A disponibilidade do nitrogênio influencia na composição química das sementes, formação do embrião e das estruturas de reservas, pois participa da formação de proteínas e controle de funções metabólicas, importantes no desenvolvimento inicial do embrião durante a germinação, influenciando no desempenho fisiológico das sementes (KERBAUY, 2004; KOLCHINSKI e SCHUCH, 2004; TAIZ et al., 2017). O nitrogênio absorvido pelas plantas é utilizado na produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais, além de participar da constituição de ATP, NADPH, FAD e enzimas (GOMES JUNIOR e SÁ, 2010). Também é utilizado para a formação de bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas), constituintes de ácidos nucleicos (DNA e RNA), constituinte principal dos pigmentos da clorofila fundamental para o processo da fotossíntese, além das proteínas DNA e RNA (FLOSS, 2011; KERBAUY, 2004; TAIZ et al., 2017).

Durante o período reprodutivo estas reservas são quebradas em moléculas menores, translocadas e armazenadas nos grãos, na forma de proteínas e aminoácidos (KERBAUY, 2004; TAIZ et al., 2017). O nitrogênio proteico é a maior fração existente no tecido vegetal, cerca de 80 a 85% do N total, estando as proteínas predominantemente na forma de enzimas (proteínas catalizadoras), de proteínas funcionais, ao passo que nas sementes a principal fração proteica é constituída de proteínas de reservas, na forma de grãos de aleurona (FLOSS, 2011; TAIZ et al., 2017). Em relação às funções das proteínas, podem-se distinguir as proteínas funcionais (enzimas), as proteínas de reservas (grãos de aleurona) e as proteínas estruturais (constituintes das membranas biológicas), as quais possuem 16,5% de nitrogênio (FLOSS, 2011; KERBAUY, 2004; TAIZ et al., 2017).

A adubação nitrogenada em gramíneas pode influenciar na redução do número de perfilhos férteis, mas pode aumentar o número de espigas ou inflorescências por área, espiguetas, massa de sementes e qualidade fisiológica (ASSMANN e PIN, 2008; BOHN, 2014; MEDEIROS e NABINGER, 2001; SIMIC et al., 2012). Alguns trabalhos confirmam a influência do nitrogênio no perfilhamento, produtividade, produção de matéria seca, número de sementes e comprimento de espigas, teor de proteína, clorofila e massa de sementes, no entanto, não correlacionam com a qualidade

fisiológica de sementes, nem estudam o efeito do parcelamento da adubação nitrogenada (BOHN, 2014; BORA et al., 2020; MEDEIROS e NABINGER, 2001; MÜLLER et al., 2012). Na cultura do trigo, o fornecimento de nitrogênio em estádios avançados, resultaram em maior acúmulo de nitrogênio nas sementes, expresso em maior percentual de proteína, que originam plantas mais vigorosas e com maior acúmulo de massa seca (OLIVOTO et al., 2017).

A resposta à adubação nitrogenada está relacionada às condições ambientais, principalmente luminosidade, podendo ocorrer resposta da cultura se possuir incidência adequada de radiação solar (SIMIC et al., 2012). Além disso, excesso de nitrogênio pode aumentar o número de perfilhos, no entanto pode causar competição entre eles, acelerando a taxa de senescência foliar e antecipando o acamamento das plantas, criando um microclima desfavorável à polinização e fertilização das flores (MEDEIROS e NABINGER, 2001; VLEUGELS; RIJCKAERT; GISLUM, 2017). A aplicação de nitrogênio em excesso ou em estádios fisiológicos avançados também pode promover atraso na maturação, acamamento de plantas, menor produção de sementes e redução da produção de compostos fenólicos e lignina nas folhas proporcionando menor resistência às doenças (KERBAUY, 2004; MARCOS-FILHO, 2015; TAIZ et al., 2017).

Diante disso, pode-se observar que a resposta a adubação nitrogenada depende de vários fatores, podendo ou não interferir nas características agronômicas da cultura do azevém, possuindo inconsistência de resultados na literatura quanto às respostas a aplicação de nitrogênio e à influência na qualidade fisiológica de sementes.

3. CAPÍTULO I - QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AZEVÉM SUBMETIDAS À DESSECAÇÃO COM HERBICIDAS EM PRÉ- COLHEITA

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, carfentrazona 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 também 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, 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.

PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RYEGRASS SEEDS SUBJECTED TO DESICCATION WITH HERBICIDES IN PRE-HARVEST

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.

INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é utilizado em sucessão a culturas de verão como soja (*Glicine 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 da qualidade fisiológica de sementes (HOLBIG et al., 2011; TERNUS et al., 2018).

A máxima qualidade fisiológica é obtida próxima à maturidade fisiológica das sementes (MARCOS-FILHO, 2015). 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 (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

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 a massa de sementes (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 a qualidade de sementes (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 de 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 canola (SILVA et al., 2011), arroz (HE et al., 2015), soja (COMIN et al., 2018), trigo (FIPKE et al., 2018; KRENCHINSKI et al., 2017; MALALGODA 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 (HE et al., 2015; PERBONI et al., 2018; SOUZA et al., 2020). Isso pode ocorrer, devido à translocação do herbicida de ação sistêmica na planta, podendo acumular nas sementes, ao contrário dos herbicidas de ação de contato que possuem baixa mobilidade na planta e baixo risco de contaminação das sementes (FIPKE et al., 2018; HE et al., 2015; MALALGODA 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, o objetivo deste trabalho foi 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.

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 e 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 (uréia 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 descritos na Tabela 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); o tratamento adicional foi representado pelo controle sem aplicação de herbicida.

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

Tratamentos ¹	Dose		Mecanismo de ação
	L p. c. ha ⁻¹	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
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
6 Cletodim	0,450	108	Inibidor de ACCase

¹Foi adicionado óleo mineral (0,5%) e adjuvante à calda de pulverização, de acordo com as recomendações técnicas de cada herbicida.

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:

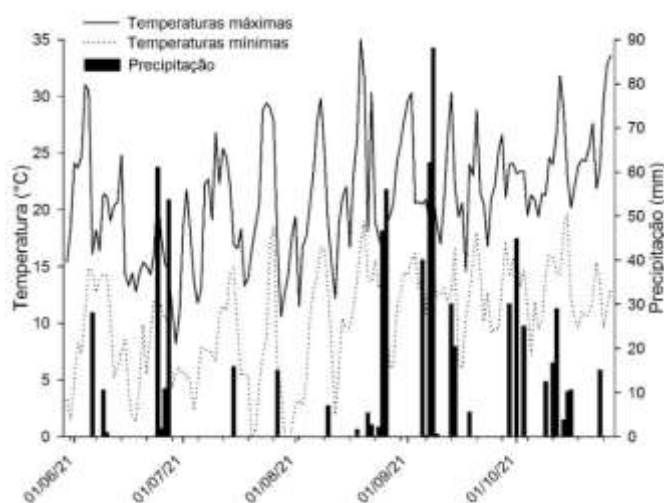
- Avaliação visual de dessecação do azevém: foi avaliada visualmente a cada três dias após a aplicação dos herbicidas até a colheita, pela escala desenvolvida por Frans (1986), na qual 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria demonstrada pela planta e 100 (cem) à morte das plantas.

- 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 à testemunha sem a aplicação.

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



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, as sementes foram 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 $100 + \sqrt{X}$, já a primeira contagem de germinação e a germinação foram transformadas para $\text{Arcoseno } \sqrt{(X/100)}$. 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações de herbicidas realizadas aos 21, 26, e 31 dias após o florescimento (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).

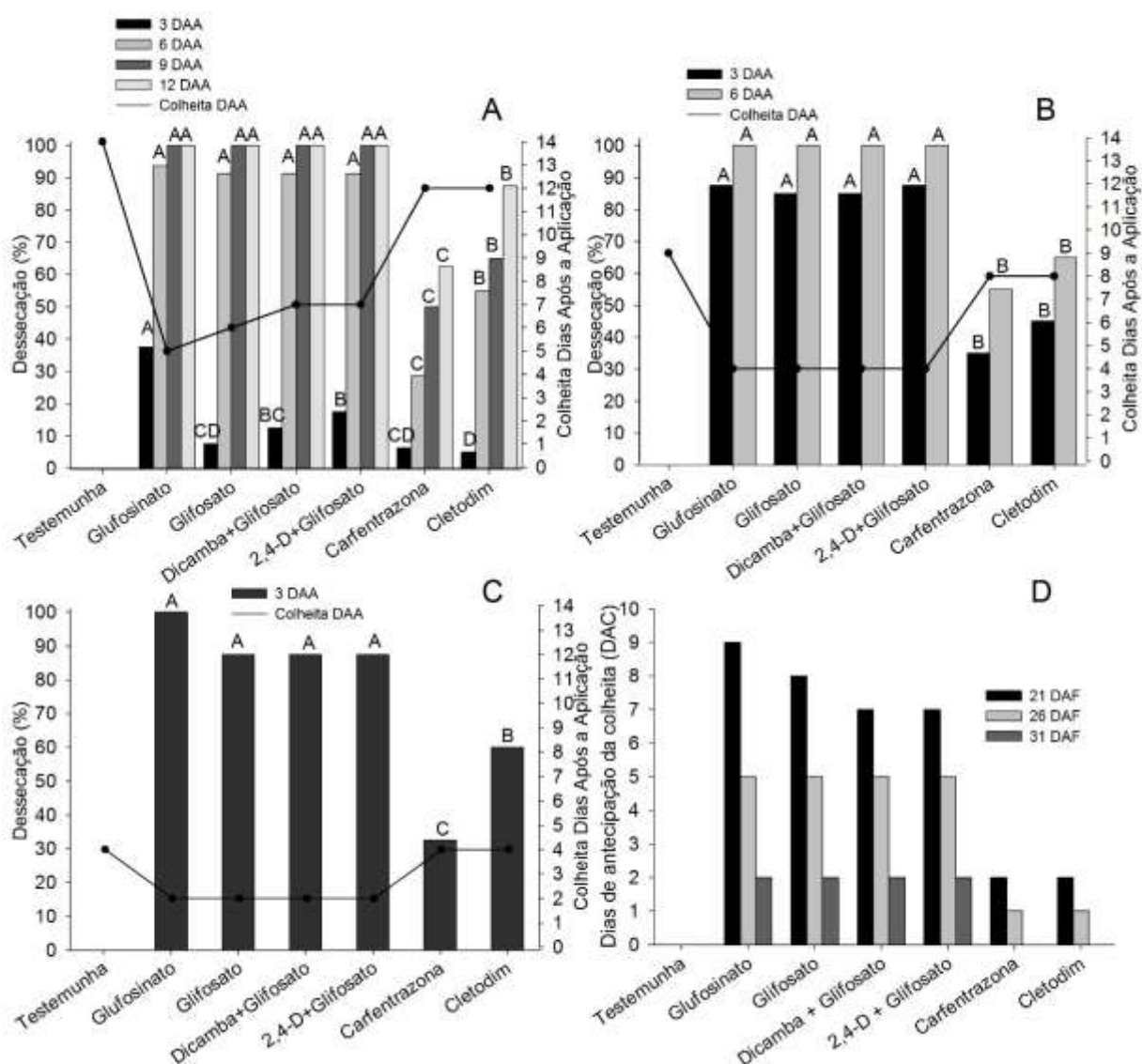
Na primeira época de aplicação de herbicida, aos 21 DAF (Figura 2A), observou-se que o herbicida glufosinato apresentou rápido controle, diferindo dos demais tratamentos, próximo à 35% aos 3 dias após a aplicação (DAA), ultrapassando 90% de controle aos 6 DAA. No entanto, esse tratamento não possuiu 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 possuíam 5 DAC, já aos 31 DAF esses mesmos tratamentos tiveram 2 DAC. Em todas as épocas de aplicação, os herbicidas carfentrazone e cletodim possuíam 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 ($p < 0,05$).

Resultados semelhantes foram obtidos por Fipke et al. (2018), ao realizar dessecação em pré-colheita de trigo, os quais observaram que o herbicida glufosinato proporcionou antecipação da colheita, no entanto, afetou a qualidade fisiológica das sementes quando aplicado em estádios anteriores a Z-92 (grão duro), em comparação à testemunha, sendo questionável a viabilidade financeira de realizar esse manejo. Para arroz irrigado, He et al. (2015) indicam a possibilidade de antecipar em até 4 dias a colheita quando ocorrer dessecação com herbicidas de contato.

Observou-se pela análise de contraste, entre o tratamento adicional (testemunha) e o fatorial (herbicidas e épocas de aplicação) efeito significativo ($p < 0,05$), assim como interação entre as variáveis para debulha natural de sementes, índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação e germinação, comprimento de parte aérea de plântulas, raiz, massa seca e massa de mil sementes.

Tabela 2 - Estimativa do contraste entre a testemunha e combinações de manejos de herbicidas e épocas de aplicação aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento (DAF), e comparação de médias da debulha natural de sementes de azevém (sementes m^{-2}).

Tratamento adicional ^A	Fatorial (herbicidas x épocas de aplicação) ^B				
	Herbicidas	Épocas de aplicação			
		21 DAF	26 DAF	31 DAF	
Testemunha 15200	Glufosinato	1125 Ba	5850 B b	13750 A a	
Estimativa 117.149*	Glifosato	2433 Ba	4900 ABb	11020 A a	
	Dicamba+Glifosato	6800 Aa	6050 A b	9600 A a	
	2,4-D + Glifosato	5433 Aa	6150 A b	10233 A a	
	Carfentrazona	8825 Ba	21525 A a	17250 A a	
CV (%) 12,5	Cletodim	4200 Ba	11575 A ab	10467 ABa	

^A Estimativa de contraste pelos coeficientes (+18,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1 e -1) (FERREIRA, 2014). * Efeito significativo pelo teste de contrastes ($p < 0,05$) do tratamento adicional (testemunha) versus o fatorial (herbicidas x épocas de aplicação). ^B Desdobramento do fatorial: testes de médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). DAF: dias após o florescimento. CV (%): coeficiente de variação.

O tratamento testemunha apresentou média superior à média das combinações de herbicidas e época de aplicação para todas as variáveis avaliadas, com exceção da massa de mil sementes que possuiu estimativa negativa (Tabelas 2, 3 e 4). A menor massa de mil sementes da testemunha pode estar atrelada a ocorrência de maior debulha natural das sementes com maior massa no momento da colheita em comparação à aplicação de herbicidas.

A aplicação de glufosinato proporcionou menor debulha natural aos 21 e 26 DAF (1125 e 5850 sementes m^{-2} , respectivamente), em comparação a aplicação aos 31 DAF (13750 sementes m^{-2}). Resultado semelhante ocorreu com a aplicação de glifosato que apresentou menor debulha aos 21 DAF, com 2433 sementes m^{-2} , diferindo das aplicações aos 26 e 31 DAF, que possuíram 4900 e 11020 sementes m^{-2} , respectivamente. Aos 26 DAF, os tratamentos com aplicação de glufosinato, glifosato e as associações de dicamba e 2,4-D com glifosato possuíram menor debulha natural, diferindo dos tratamentos carfentrazona e cletodim. Nas aplicações aos 21 e 31 DAF não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. De maneira geral, a aplicação de carfentrazona e cletodim proporcionaram maior debulha, provavelmente em função do controle ineficiente e menor antecipação da colheita, aumentando o tempo de exposição das sementes a variações ambientais, principalmente umidade do ar e vento que contribuem para aumentar a debulha próximo da colheita (Tabela 2).

Observou-se que a aplicação de herbicidas pode interferir na qualidade fisiológica de semente independente da época de aplicação. O tratamento com o herbicida glufosinato apresentou maiores índice de velocidade de germinação (IVG) nas aplicações realizadas aos 21 e 26 DAF, 35,1 e 38,5, respectivamente, em comparação aos demais herbicidas. Aos 31 DAF verificou-se que as associações de dicamba e 2,4-D com glifosato e o herbicida carfentrazona possuíram os maiores IVG, 33,2, 37,4 e 34,7, respectivamente. Já os herbicidas cletodim e glifosato, quando aplicado isolado, proporcionaram redução do IVG em todas as épocas de aplicação (Tabela 3). A primeira contagem de germinação é considerada uma avaliação de vigor das sementes.

Tabela 3 - Estimativa do contraste entre a testemunha e combinações de manejos de herbicidas e épocas de aplicação aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento (DAF), e comparação de médias do índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (%) e germinação (%) de sementes de azevém.

Tratamento Adicional ^A	Fatorial (herbicidas x épocas de aplicação) ^B				
	Herbicidas	Épocas de aplicação			
		21 DAF	26 DAF	31 DAF	
Índice de velocidade de germinação					
Testemunha	32,9	Glufosinato	35,1 A a	38,5 Aa	24,7 Bb
Estimativa	100,8*	Glifosato	28,1 A b	16,7 Bd	24,4 Ab
		Dicamba + Glifosato	31,8 A ab	31,6 Ab	33,2 Aa
		2,4-D + Glifosato	26,5 B b	25,9 Bbc	37,4 Aa
		Carfentrazona	30,1 ABab	25,2 Bc	34,7 Aa
CV (%)	5,3	Cletodim	6,9 C c	15,3 Bd	24,7 Ab
Primeira contagem de germinação (%)					
Testemunha	84	Glufosinato	80 B a	89 Aa	75 Bb
Estimativa	232,9*	Glifosato	72 A a	56 Bc	75 Ab
		Dicamba + Glifosato	75 A a	81 Aab	79 Aab
		2,4-D + Glifosato	77 B a	79 Bab	89 Aa
		Carfentrazona	82 ABa	73 Bb	84 Aab
CV (%)	6,6	Cletodim	19 C b	36 Bd	60 Ac
Germinação (%)					
Testemunha	87	Glufosinato	85 Ba	92 Aa	81 Bb
Estimativa	190,9*	Glifosato	78 Aa	68 Bb	79 Ab
		Dicamba + Glifosato	84 Aa	88 Aa	87 Aab
		2,4-D + Glifosato	84 Aa	87 Aa	90 Aa
		Carfentrazona	85 Aa	76 Bb	85 Aab
CV (%)	5,6	Cletodim	22 Cb	46 Bc	65 Ac

^A Estimativa de contraste pelos coeficientes (+18,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1 e -1) (FERREIRA, 2014). * Efeito significativo pelo teste de contrastes ($p < 0,05$) do tratamento adicional (testemunha) versus o fatorial (herbicidas x épocas de aplicação). ^B Desdobramento do fatorial tendo: testes de médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). DAF: dias após o florescimento. CV (%): coeficiente de variação.

Neste sentido, na aplicação de glufosinato encontrou-se 89% de vigor aos 26 DAF, superior às aplicações aos 21 e 31 DAF para este mesmo herbicida. Quando foi aplicado glifosato de forma isolada ou em associação com 2,4-D observou-se maior vigor aos 31 DAF, já para a associação de dicamba com glifosato não ocorreu diferença significativa entre as épocas de aplicação. A aplicação do herbicida glifosato de forma isolada pode ter reduzido o vigor, pelo fato de ser sistêmico e translocar na planta, podendo acumular resíduo nas sementes, já em associação ao herbicida hormonal, pode ocorrer redução na translocação na planta ocasionado pelo 2,4-D, e menor acumulação de resíduo nas sementes.

Nas aplicações realizadas aos 21 DAF, o menor vigor foi obtido com a aplicação de cletodim (19%), não ocorrendo diferença significativa entre os demais herbicidas, com vigor variando entre 72 e 82%. Aos 26 DAF o máximo vigor foi obtido com a aplicação de glufosinato (89%), não diferindo das associações de dicamba e 2,4-D com glifosato, 81 e 79% de vigor, respectivamente. Resultado semelhante ocorreu na aplicação aos 31 DAF, no qual a associação de 2,4-D com glifosato apresentou maior vigor (89%), não diferindo da associação de dicamba com glifosato e de carfentrazona, 79 e 84% de vigor, respectivamente (Tabela 3). De maneira geral, o herbicida cletodim apresentou interferência negativa no vigor das sementes, independente da época de aplicação, o que pode estar relacionado ao princípio ativo e a ação sistêmica, possuindo a capacidade de translocar na planta e acumular resíduo nas sementes, dependendo do estágio de maturação.

Os resultados obtidos na germinação de sementes corroboram com a avaliação de vigor, não havendo diferença significativa entre os tratamentos glufosinato, glifosato, associação de glifosato com dicamba e 2,4-D e carfentrazona na aplicação aos 21 DAF, no entanto, foram superiores a aplicação de cletodim, com germinação de apenas 22%. Na aplicação aos 26 DAF a máxima germinação foi obtida pela aplicação de glufosinato (92%), não diferindo da associação de dicamba e 2,4-D com glifosato, 88 e 87%, respectivamente. Aos 31 DAF na aplicação de 2,4-D associado ao glifosato foi obtida maior germinação (90%), não diferindo da associação de dicamba com glifosato e carfentrazona, 87 e 85%, respectivamente.

Assim como para o vigor, o herbicida cletodim apresentou redução significativa de germinação, quando comparado aos demais herbicidas e associações,

independente da época de aplicação (Tabela 3). O herbicida glifosato quando aplicado de forma isolado proporcionou redução de germinação nas aplicações aos 26 e 31 DAF, semelhante ao cletodim, possivelmente por ocorrer acúmulo de resíduo nas sementes em função da translocação de reservas. Esses resultados corroboram com Perboni et al. (2018) em experimento de dessecação em pré-colheita do trigo, o qual observaram que os herbicidas glifosato + 2,4-D reduziram a germinação das sementes de trigo, tanto em massa mole quanto em estágio de massa dura. Neste mesmo sentido, em trabalhos realizados por Fipke et al. (2018), os autores observaram que a aplicação de herbicidas não seletivos na pré-colheita do trigo prejudica a qualidade física e fisiológica e promove deterioração mais rápida das sementes, sendo maiores as perdas quanto mais precoce for a aplicação de herbicida.

A aplicação de glifosato em trigo pode reduzir o acúmulo de reservas das sementes e interferir negativamente no vigor inicial, germinação e massa seca de plântulas, proporcionando ocorrência de plantas anormais (JASKULSKI e JASKULSKA, 2014). Esses resultados podem estar relacionados ao modo de ação desses herbicidas, que atuam na inibição e degradação de lipídios e proteínas, originando sementes malformadas e com menos reservas (WERLANG e SILVA, 2002). Para aplicação do herbicida glufosinato, a máxima germinação foi obtida aos 26 DAF com 92% que foi superior as aplicações desse herbicida aos 21 e 31 DAF. Tanto para o herbicida glifosato quanto carfentrazona, os melhores resultados de germinação foram observados aos 21 e 31 DAF, diferindo da aplicação aos 26 DAF. Além de apresentar maior qualidade fisiológica de sementes, a aplicação de glufosinato aos 26 DAF proporcionou antecipação da colheita em 5 dias e menor perda de sementes por debulha natural.

Observou-se de maneira geral que a aplicação aos 31 DAF apresentou maiores comprimentos de parte aérea e raiz, independente do herbicida utilizado, com destaque para o glufosinato que apresentou 7,25 e 2,07 cm para o comprimento de parte aérea e raiz, respectivamente. Na aplicação aos 26 DAF a associação de dicamba e 2,4-D com glifosato possuíram maiores comprimentos de parte aérea, diferindo de carfentrazona e glufosinato com 7,20, 6,64, 6,19 e 6,11, respectivamente. Para o comprimento de raiz, o glufosinato apresentou 1,47 cm, superior aos demais tratamentos de herbicidas, no entanto, não diferiu de carfentrazona e cletodim, com 1,10 e 1,08 cm, respectivamente. Para massa seca de plântula, mesmo ocorrendo

interação entre os fatores herbicidas e épocas de aplicação, não se verificou diferença significativa entre os herbicidas nas aplicações aos 26 e 31 DAF, tão pouco dos herbicidas glufosinato, associação de 2,4-D com glifosato, carfentrazone e cletodim nas três épocas de aplicação (Tabela 4).

Tabela 4 – Estimativa do contraste entre a testemunha e combinações de manejos de herbicidas e épocas de aplicação aos 21, 26 e 31 dias após o florescimento (DAF), e comparação de médias do comprimento de parte aérea de plântulas (cm), raiz (cm), massa seca (mg plântula⁻¹) e massa de mil sementes (g) de azevém.

Tratamento adicional ^A	Fatorial (herbicidas x épocas de aplicação) ^B					
	Herbicidas	Épocas de aplicação				
		21 DAF	26 DAF	31 DAF		
Comprimento de parte aérea (cm)						
Testemunha	6,34	Glufosinato	5,20 C ab	6,11 Bb	7,25 Aa	
Estimativa	9,07*	Glifosato	5,48 AB ab	4,91 Bc	5,85 Ab	
		Dicamba + Glifosato	4,80 B bc	7,20 Aa	6,49 Aab	
		2,4-D + Glifosato	5,29 B ab	6,64 Aab	6,26 Aab	
		Carfentrazone	5,68 A a	6,19 Ab	6,37 Aab	
CV (%)	5,3	Cletodim	4,37 B c	4,97 Bc	5,99 Ab	
Comprimento de raiz (cm)						
Testemunha	1,46	Glufosinato	0,79 Cb	1,47 Ba	2,07 Aa	
Estimativa	7,92*	Glifosato	0,52 Bb	0,58 Bc	1,17 Ab	
		Dicamba + Glifosato	0,52 Bb	1,03 Ab	0,99 Ab	
		2,4-D + Glifosato	0,64 Bb	0,89 Bbc	1,28 Ab	
		Carfentrazone	1,39 Aa	1,10 Aab	1,08 Ab	
CV (%)	13,5	Cletodim	0,54 Bb	1,08 Aab	1,11 Ab	
Massa seca de plântula (mg plântula ⁻¹)						
Testemunha	1,26	Glufosinato	0,84 Ab	0,95 A a	1,06 A a	
Estimativa	4,446*	Glifosato	0,76 Bb	0,99 ABa	1,09 A a	
		Dicamba + Glifosato	1,27 Aa	0,92 B a	1,17 ABa	
		2,4-D + Glifosato	0,96 Aab	0,99 A a	1,14 A a	
		Carfentrazone	1,06 Aab	0,89 A a	1,05 A a	

CV (%)	11,1	Cletodim	1,04	Aab	0,96	A a	1,11	A a
Massa de mil sementes (g)								
Testemunha	2,09	Glufosinato	1,84	Cc	2,13	Ba	2,32	Aa
Estimativa	-0,8046*	Glifosato	1,90	Cbc	2,06	Bab	2,22	Aab
		Dicamba + Glifosato	2,03	Bab	2,04	Bab	2,18	Ab
		2,4-D + Glifosato	1,87	Cc	1,99	Bb	2,23	Aab
		Carfentrazona	2,11	Ba	2,15	Ba	2,29	Aab
CV (%)	4,3	Cletodim	2,09	Ba	2,08	Bab	2,29	Aab

^A Estimativa de contraste pelos coeficientes (+18,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1 e -1) (FERREIRA, 2014). *Efeito significativo pelo teste de contrastes ($p < 0,05$) do tratamento adicional (testemunha) versus o fatorial (herbicidas x épocas de aplicação). ^B Desdobramento do fatorial tendo: testes de médias não seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). DAF: dias após o florescimento. CV (%): coeficiente de variação.

A massa de mil sementes indica o acúmulo de reserva pelas sementes, no qual de maneira geral observou-se 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 carfentrazona possuíram maiores massa de mil sementes, com 2,13 e 2,15 g, respectivamente. Já na aplicação aos 21 DAF os herbicidas carfentrazona 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 possua translocação de reserva para as sementes (PERBONI et al., 2018). Esses resultados corroboram com Bellé et al. (2014) que observaram efeito tóxico dos herbicidas glifosato e paraquat sobre a germinação de sementes de trigo independente da época de aplicação, aliado ao aumento na incidência de plantas anormais, indicando influência negativa na qualidade fisiológica.

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 (BELLÉ et al., 2014; FIPKE et al., 2018; JASKULSKI e JASKULSKA, 2014; KRENCHINSKI et al., 2017; 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.

CONCLUSÃO

O herbicida glufosinato proporciona antecipação da colheita de azevém em até 9 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 BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Alemanha, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BARTH NETO, A. et al. Italian ryegrass establishment by self-seeding in integrated crop-livestock systems: effects of grazing management and crop rotation strategies. **European Journal of Agronomy**, [S. l.], v. 53, p. 67-73, 2014.

BOHN, A. et al. Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 6, p. e20190510, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.

COMIN, R. C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas à dessecação em pré-colheita. **Colloquium Agrariae**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 112-120, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstraper procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FIPKE, G. M. et al. Application of non-selective herbicides in the pre-harvest of wheat damages seed quality. **American Journal of Plant Sciences**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 107-123, 2018.

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**, [S. l.], p. 28-41, 1986.

HE, Y.-Q. et al. Effects of pre-harvest chemical application on rice desiccation and seed quality. **Journal of Zhejiang University-Science B**, [S. l.], v. 16, n. 10, p. 813-823, 2015.

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. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, 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 Agricultural Research**, [S. l.], 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. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 254-261, 2017.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MALALGODA, M. et al. Effects of pre-harvest glyphosate application on spring wheat quality characteristics. **Agriculture**, [S. l.], v. 10, n. 111, p. 1-16, 2020.
- MARCOS-FILHO, M. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.
- NAKAGAWA, J. et al. Maturação de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 174-182, 1999.
- PERBONI, L. T. et al. Yield, germination and herbicide residue in seeds of preharvest desiccated wheat. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 304-312, 2018.
- PEREIRA, T. et al. Chemical desiccation for early harvest in soybean cultivars. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2383-2394, 2015.
- PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 2 ed., Pelotas: Ed. Universitária, UFPel, 2012. 573 p.
- 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**, Cascavel, v. 9, n. 3, p. 43-54, 2020.
- SILVA, J. A. G. et al. Dessecação em pré-colheita como estratégia de manejo na redução de perdas por fatores de ambiente em canola. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 1-4, p. 15-24, 2011.
- STANISAVLJEVIC, R. et al. Desiccation, postharvest maturity and seed aging of tall oat-grass. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1297-1302, 2010.
- SIMIONATTO, T. et al. Quality of black bean seeds submitted to pre-harvest desiccation by different active principles and application times. **Ensaio e Ciência**, [S. l.], v. 25, n. 3, p.322-327, 2021.
- TERNUS, R. M. et al. Qualidade de sementes de azevém anual e seus impactos no estabelecimento inicial em diferentes densidades de semeadura. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 67, n. 258, p. 186-192, 2018.
- VILLA NOVA, N. A. et al. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer Tb em função das temperaturas máxima e mínima. **Ciência da Terra**, [S. l.], v. 30, p. 1-8, 1972.

WERLANG, R. C.; SILVA, A. A. Interação de glyphosate com carfentrazone-ethyl. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 93-102, 2002.

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

4. CAPÍTULO II – COMPONENTES DE RENDIMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES DE AZEVÉM EM MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

RESUMO

Objetivou-se estudar o efeito da adubação nitrogenada nos componentes de rendimento, qualidade física e fisiológica de sementes de azevém. O experimento foi conduzido em campo nos anos de 2021 e 2022 em delineamento experimental blocos ao acaso com quatro repetições, e cada unidade experimental com 5 x 3 m. Utilizou-se a cultivar de azevém BRS Ponteio, que foi submetida a adubação nitrogenada na dose de 100 kg N ha⁻¹, conforme os manejos: [1] sem aplicação de N; [2] 100% de N início perfilhamento; [3] 50% início perfilhamento e 50% perfilhamento pleno; [4] 50% início perfilhamento e 50% alongação; [5] fracionamento em três aplicações de 33,33% no início perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação. Observou-se pouco efeito do manejo da adubação nitrogenada sobre o número de espigas por área, tamanho de espiga, número de espiguetas por espiga e estatura de plantas. A produtividade de sementes apresentou incremento com os manejos de nitrogênio em relação a testemunha, com estimativa de 1836 e 2306 kg ha⁻¹, para o primeiro e segundo ano, respectivamente, no entanto, entre os manejos de aplicação não ocorreu efeito significativo. Os tratamentos com aplicação de nitrogênio proporcionaram incremento na qualidade fisiológica de sementes, com estimativa de aumento de 30 e 41% de germinação no primeiro e segundo ano, respectivamente. A aplicação de nitrogênio, independente do fracionamento, pode proporcionar incremento de produtividade e efeito positivo na qualidade física e fisiológica de sementes.

Palavras-chave: Fracionamento. Germinação. Nitrogênio. *Lolium multiflorum* Lam.

COMPONENTS OF YIELD AND QUALITY OF RYEGRASS SEEDS IN NITROGEN FERTILIZATION MANAGEMENT

ABSTRACT

The objective was to study the effect of nitrogen fertilization on the yield components, physical and physiological quality of ryegrass seeds. The experiment was conducted in the field in 2021 and 2022 in a randomized block experimental design with four replications, and each experimental unit measuring 5 x 3 m. The ryegrass cultivar BRS Ponteio was used, which was subjected to nitrogen fertilization at a dose of 100 kg N ha⁻¹, according to the management methods: [1] without application of N; [2] 100% N early tillering; [3] 50% early tillering and 50% full tillering; [4] 50% early tillering and 50% elongation; [5] fractionation in three applications of 33.33% at the beginning of tillering, full tillering and elongation. There was little effect of nitrogen fertilization management on the number of ears per area, ear size, number of spikelets per ear

and plant height. Seed productivity increased with nitrogen management in relation to the control, with an estimate of 1836 and 2306 kg ha⁻¹, for the first and second year, respectively, however, there was no significant effect between application management. Treatments with nitrogen application provided an increase in the physiological quality of seeds, with an estimated increase of 30 and 41% in germination in the first and second year, respectively. The application of nitrogen, regardless of fractionation, can provide an increase in productivity and a positive effect on the physical and physiological quality of seeds.

Keywords: Fractionation. Germination. Nitrogen. *Lolium multiflorum* Lam.

INTRODUÇÃO

A adubação nitrogenada pode afetar a qualidade fisiológica de sementes de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), na qual o nitrogênio possui relação com os teores de proteínas (MARCOS-FILHO, 2015). A disponibilidade do nitrogênio influencia a composição química das sementes, formação do embrião e estruturas de reservas, pois participa da formação de proteínas e controle de funções metabólicas, importantes no desenvolvimento inicial do embrião durante a germinação e no desempenho fisiológico das sementes (KERBAUY, 2004; KOLCHINSKI e SCHUCH, 2004; MARCOS-FILHO, 2015; TAIZ et al., 2017).

Nas gramíneas, o balanço nutricional do nitrogênio pode aumentar o acúmulo de massa seca das plantas, número de espigas ou inflorescências por área, espiguetas, massa de sementes e interferir na qualidade fisiológica de sementes (ASSMANN e PIN, 2008; BOHN, 2020; MEDEIROS e NABINGER, 2001; SIMIC et al., 2012). O nitrogênio, por ser limitante ao crescimento das plantas, influencia a produtividade de massa seca e de sementes, mas em excesso pode deixar as plantas suscetíveis ao acamamento (VLEUGELS; RIJCKAERT; GISLUM, 2017). O excesso e a aplicação tardia podem promover atraso na maturação, redução do número de perfilhos férteis, menor produção de sementes e redução da produção de compostos fenólicos e lignina nas folhas proporcionando menor resistência a doenças (KERBAUY, 2004; MARCOS-FILHO, 2015; SIMIC et al., 2012; TAIZ et al., 2017). Além disso, quando combinado com condições climáticas favoráveis, o acamamento favorece o crescimento de novos perfilhos (rebrotas secundária), que dificulta a colheita (SVECNJAK et al., 2022a).

A adubação nitrogenada, altera a quantidade e a qualidade do nitrogênio presente na planta, elevando os níveis de nitrogênio solúvel (GOMES JUNIOR e SÁ, 2010; KERBAUY, 2004; TAIZ et al., 2017). O nitrogênio absorvido pelas plantas é utilizado na produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais, além de participar da constituição de moléculas de ATP, NADPH, FAD, clorofila, enzimas, bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas), constituintes de ácidos nucleicos (DNA e RNA) (FLOSS, 2011; GOMES JUNIOR e SÁ, 2010; KERBAUY, 2004; TAIZ et al., 2017). Durante o período reprodutivo essas reservas são fracionadas em moléculas menores, translocadas e armazenadas nos grãos, na forma de proteínas e aminoácidos (KERBAUY, 2004; TAIZ et al., 2017).

Os efeitos do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica das sementes variam com as condições ambientais e o estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre a aplicação do fertilizante (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). O fracionamento de doses da adubação nitrogenada em azevém, pode aumentar o teor de proteína bruta na planta, com o aumento da dose de nitrogênio melhorando o aproveitamento (BORA et al., 2020). Para a cultura do trigo, o fornecimento do nitrogênio nos estádios mais avançados da cultura, pode resultar em maior acúmulo de nitrogênio nas sementes, expresso pela concentração de proteínas, que originam plântulas vigorosas com maior acúmulo de massa seca (OLIVOTO et al., 2017).

A resposta a adubação nitrogenada na produção de sementes de azevém pode responder ao aumento da taxa de adubação até 150 kg de N ha⁻¹, podendo variar de acordo com a intensidade do corte ou pastejo, ocorrendo maior aproveitamento se for fracionada em três aplicações (SVECNJAK et al., 2022b; VLEUGELS; RIJCKAERT; GISLUM, 2017). Estudos com taxas de nitrogênio de 50, 75 e 100 Kg de N ha⁻¹ indicaram que a menor taxa de aplicação proporcionou maior rendimento de sementes de azevém (CHOI et al., 2002). No entanto, Medeiros e Nabinger (2001) não encontraram resposta a aplicação de nitrogênio nos componentes de rendimento, produtividade e qualidade fisiológica de sementes produzidas, sem submeter o azevém a cortes. A resposta a adubação nitrogenada está relacionada às condições ambientais, principalmente luminosidade, podendo ocorrer resposta na produção de forragem e sementes se possuir incidência adequada de radiação solar (SIMIC et al., 2012).

Além disso, a aplicação de doses elevadas de nitrogênio durante o período vegetativo pode aumentar o número de perfilhos, porém pode causar competição entre eles, proporcionando a morte precoce, acelerando a taxa de senescência foliar e antecipando o acamamento das plantas, criando um microclima desfavorável a polinização e conseqüentemente redução da fertilização das flores (MEDEIROS e NABINGER, 2001; SVECNJAK et al., 2022a). Outro fato a ser considerado é a possibilidade das plantas, quando exposta a deficiências nutricionais, apresentarem mecanismos de defesa, também conhecidos como princípios da compensação (DELOUCHE, 1972). As plantas podem compensar o desequilíbrio nutricional alterando a quantidade e não o potencial fisiológico das sementes produzidas, estudos indicam principalmente, efeitos sobre a massa das sementes e a produtividade (MARCOS-FILHO, 2015; SVECNJAK et al., 2022b).

A resposta à adubação nitrogenada depende de vários fatores, podendo ou não interferir nas características agrônômicas da cultura do azevém. Diante disso, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de manejos da adubação nitrogenada nos componentes de rendimento, na qualidade física e fisiológica de sementes de azevém.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo, em área localizada no município de Restinga Seca, RS (29° 51' 29" latitude Sul e 53° 31' 41" longitude Oeste e altitude 72 m). A área foi cultivada com soja no verão e pelo menos dois anos de cultivo de aveia branca no inverno, apresentando solo de textura franco-arenosa (ALVARES et al., 2013), com 15% de argila, baixo teor de matéria orgânica e relevo suave ondulado. 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. Realizou-se o controle de plantas daninhas dicotiledôneas no estágio vegetativo de perfilhamento pleno do azevém, utilizando o herbicida 2,4-D na dose de 1209 g. i. a. ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições, possuindo cada unidade experimental dimensões de 5 x 3 m. Realizou-se manejos de adubação nitrogenada, sendo a aplicação realizada a lanço de forma manual, utilizando a dose de 100 kg N ha⁻¹ (uréia 45% de N como fonte de nitrogênio),

conforme Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016), estando os tratamentos descrito no Quadro 2. O experimento foi conduzido em dois anos, sendo as semeaduras do azevém realizadas a lanço em 30 de maio de 2021 e 22 de maio de 2022, utilizando a densidade de 35 kg ha⁻¹ do cultivar de azevém BRS Ponteio, não sendo realizado o pastejo animal. Após a emergência, foi realizada a aplicação do fertilizante 0-20-20 (N-P-K) na dose de 100 kg ha⁻¹.

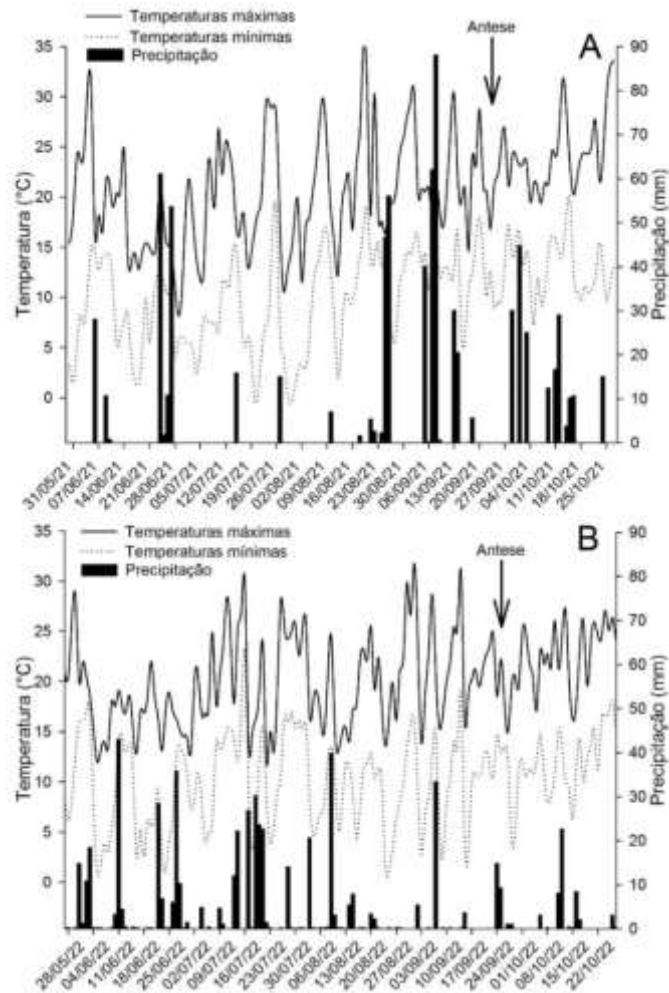
Tabela 1 – Manejos de fracionamento da adubação nitrogenada em % de nitrogênio (N) com a aplicação realizada de acordo com o estágio de desenvolvimento do azevém.

Tratamentos	Estádio fenológico de aplicação de nitrogênio (N)
Primeiro ano	
T1 ¹	Testemunha – sem aplicação de N
T2	100% de N início perfilhamento ²
T3	50% início perfilhamento e 50% perfilhamento pleno
T4	50% início perfilhamento e 50% alongação
T5	fracionamento de 1/3 no início perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação
Segundo ano	
T6	Testemunha – sem aplicação de N
T7	100% de N início perfilhamento
T8	50% início perfilhamento e 50% perfilhamento pleno
T9	50% início perfilhamento e 50% alongação
T10	fracionamento de 1/3 no início perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação

¹A aplicação de nitrogênio foi realizada quando 50% das plantas estavam nos respectivos estádios.²Escala de Zadoks, Chang e Konzak (1974).

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

Figura 1- Temperaturas mínimas e máximas do ar, coletadas na estação meteorológica automática da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, e precipitação coletada no local do experimento no município de Restinga Seca, nos anos de 2021 e 2022.



Demarcou-se em cada unidade experimental um quadrado de 20 x 20 cm onde foram realizadas as seguintes avaliações: emergência de plântulas, número de perfilhos, número de espigas, tamanho e número de espiguetas por espiga e estatura de plantas.

A produtividade de sementes foi realizada pela colheita manual de 1 (um) m² em cada unidade experimental, quando as espiguetas apresentaram coloração amarelo palha com umidade entre 30-38% segundo Nakagawa et al. (1999). Após a trilha e secagem natural as sementes foram submetidas a testes de rotina em

laboratório para avaliar a qualidade física e fisiológica. Foram realizadas as avaliações de massa de mil sementes (MMS), primeira contagem de germinação e germinação (BRASIL, 2009), índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962), comprimento da raiz principal e parte aérea de plântula (NAKAGAWA et al., 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) com o uso do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014). Antes da análise da variância, os dados foram submetidos aos testes dos pressupostos, normalidade dos erros e homogeneidades de variâncias. Quando não atenderam os pressupostos, os dados de número de plantas, perfilhos, espigas férteis, tamanho de espigas, número de espiguetas por espiga, produtividade, comprimento de raiz, parte aérea de plântulas e massa de mil sementes foram transformados para \sqrt{X} , sendo X o valor da variável resposta observado em cada unidade experimental. A variável de germinação foi transformada para $\text{Arcoseno } \sqrt{(X/100)}$. As médias dos tratamentos para todas as variáveis foram comparadas pela análise de contrastes ortogonais (Tabela 2) e as variáveis primeira contagem de germinação, germinação, massa de mil sementes e produtividade também foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. Foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson ($\alpha = 5\%$) entre as variáveis estudadas, tomadas duas a duas, utilizando o aplicativo computacional RStudio (RSTUDIO TEAM, 2019).

Tabela 2 - Descrição dos contrastes ortogonais dos tratamentos descritos na Tabela 1.

Tratamentos	Contrastes								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
T1	1	4	0	0	0	0	0	0	0
T2	1	-1	3	0	0	0	0	0	0
T3	1	-1	-1	1	1	0	0	0	0
T4	1	-1	-1	1	-1	0	0	0	0
T5	1	-1	-1	-2	0	0	0	0	0
T6	-1	0	0	0	0	4	0	0	0
T7	-1	0	0	0	0	-1	3	0	0
T8	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	1

T9	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
T10	-1	0	0	0	0	-1	-1	-2	0

Contrastes avaliados

C1 = T1+T2+T3+T4+T5-(T6+T7+T8+T9+T10); ano 1 X ano 2;

C2 = 4T1-(T2+T3+T4+T5); sem nitrogênio X com nitrogênio;

C3 = 3T2-(T3+T4+T5); 100% de nitrogênio início do perfilhamento X fracionamentos;

C4 = T3+T4-T5; fracionamento em duas aplicações X fracionamento em três aplicações;

C5 = T3-T4; 50% início perf. e 50% perf. pleno X 50% início perf. e 50% alongação;

C6 = 4T6-(T7+T8+T9+T10); sem nitrogênio X com nitrogênio;

C7 = 3T7-(T8+T9+T10); 100% de nitrogênio início do perfilhamento X fracionamentos;

C8 = T8+T9-T10; fracionamento em duas aplicações X fracionamento em três aplicações;

C9 = T8-T9; 50% início perf. e 50% perf. pleno X 50% início perf. e 50% alongação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os contrastes avaliados para a variável tamanho de espiga não apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$). As variáveis número de plantas, perfilhos, espigas férteis, estatura, número de espiguetas por espiga e produtividade, possuíram efeito significativo entre contrastes ortogonais ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Para o número de plantas, os contrastes C1 e C9 foram significativos, indicando que o segundo ano de cultivo (2022) apresentou maior densidade de plantas com estimativa de 3073 plantas m^{-2} (C1) superior à média do primeiro ano (2021). O número de perfilhos foi significativo para os contrastes C1, C2 e C4, estes resultados vão de encontro aos obtidos para número de plantas, observou-se no C1 incremento de 1465 perfilhos m^{-2} no primeiro ano em relação ao segundo. Isso significa que no segundo ano havia densidade de plantas superior e conseqüentemente ocorreu menor perfilhamento, ocasionado possivelmente pela competição entre plantas por nutrientes, luz e espaço, já no primeiro ano a menor densidade de plantas estimulou o perfilhamento. A avaliação do número de perfilhos foi realizada no estágio de perfilhamento pleno, neste momento os tratamentos ainda não estavam completos, faltando a aplicação de nitrogênio no estágio de alongação. O perfilhamento do azevém no primeiro ano também pode ter sido estimulado pelas condições adequadas

de umidade do solo, temperatura e radiação solar, condições que não ocorreram no segundo ano durante o período inicial de estabelecimento e perfilhamento do azevém, que coincidiu com períodos com precipitações frequentes (Figura 1), proporcionando elevada umidade do solo, conseqüentemente reduzindo a disponibilidade de radiação solar e o aproveitamento do nitrogênio. De acordo com Simic et al. (2012) a resposta da cultura à adubação nitrogenada ocorre de forma eficiente se possuir disponibilidade adequada de radiação solar.

O número de espigas férteis m^{-2} , que constitui um dos componentes de rendimento da cultura, apresentou efeito significativo apenas para o contraste C9, indicando incremento de 79 espigas férteis m^{-2} com o fracionamento da aplicação de nitrogênio em 50% no início do perfilhamento e 50% na alongação, quando comparado ao fracionamento de 50% no início do perfilhamento e 50% no perfilhamento pleno, no segundo ano. Resultado semelhante foi observado para o número de espiguetas por espiga no contraste C9, com incremento significativo de 3,4 espiguetas no segundo ano. Para esta mesma variável observou-se estimativa de aumento de aproximadamente 17 espiguetas no segundo ano em relação ao primeiro (C1), não sendo observado efeito significativo dos manejos de nitrogênio, em comparação à testemunha sem aplicação nos dois anos. Na Croácia em trabalhos realizados por Svecnjak et al. (2022a), os autores afirmaram que a aplicação de taxas de nitrogênio estimulou a formação de perfilhos e aumentou o número de espigas férteis de azevém por área, além de aumentar o número de espiguetas por espiga, no entanto não afetou a porcentagem de fertilidade dos perfilhos.

Observou-se para estatura de plantas diferença significativa no contraste C6 apenas para o segundo ano, no qual a aplicação de nitrogênio em qualquer uma das formas de manejo proporcionou estimativa de incremento de 54,11 cm em comparação a testemunha sem aplicação. Os resultados de produtividade de sementes indicaram, que o primeiro ano apresentou estimativa de 1048,3 $kg\ ha^{-1}$ superior ao segundo ano (C1) e que os manejos de aplicação de nitrogênio proporcionaram incrementos de 1836,6 e 2306,7 $kg\ ha^{-1}$ no primeiro e segundo ano, C2 e C6 respectivamente, em comparação a testemunha sem a aplicação de nitrogênio. Esses resultados demonstram de maneira geral, a importância do nitrogênio na produtividade de sementes e nos componentes de rendimento de azevém.

Tabela 3 – Estimativa dos contrastes para as variáveis número de plantas (m⁻²), perfilhos (m⁻²), espigas férteis (m⁻²), estatura de plantas (cm), tamanho de espiga (cm), número de espiguetas por espiga e produtividade (kg ha⁻¹) de sementes de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada.

Contrastes	Plantas ²	Perfilhos ²	Espigas férteis ²	Estatura plantas ¹	Tamanho espiga ²	Espiguetas por espiga ²	Produtividade sementes ²
C1	-3073*	1465*	-75 ^{ns}	-1,05 ^{ns}	-4,72 ^{ns}	-17,5*	1.048,3*
C2	37 ^{ns}	-1229*	-173 ^{ns}	-6,63 ^{ns}	-9,70 ^{ns}	-3,6 ^{ns}	-1836,6*
C3	62 ^{ns}	263 ^{ns}	-37 ^{ns}	8,87 ^{ns}	-2,27 ^{ns}	-0,2 ^{ns}	174,6 ^{ns}
C4	237 ^{ns}	355*	-11 ^{ns}	10,24 ^{ns}	4,45 ^{ns}	1,0 ^{ns}	-220,2 ^{ns}
C5	-300 ^{ns}	41 ^{ns}	31 ^{ns}	-0,90 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,9 ^{ns}	35,8 ^{ns}
C6	-441 ^{ns}	-429 ^{ns}	12 ^{ns}	-54,11*	-12,01 ^{ns}	-6,3 ^{ns}	-2306,7*
C7	291 ^{ns}	75 ^{ns}	-128 ^{ns}	-5,06 ^{ns}	-7,76 ^{ns}	3,8 ^{ns}	340,0 ^{ns}
C8	383 ^{ns}	-33 ^{ns}	11 ^{ns}	1,23 ^{ns}	5,36 ^{ns}	1,3 ^{ns}	240,0 ^{ns}
C9	-533*	35 ^{ns}	-79*	-3,56 ^{ns}	-4,94 ^{ns}	3,4*	26,7 ^{ns}
CV (%) ³	10,69	9,30	10,38	4,05	5,85	5,01	7,20

Contrastes avaliados

C1 = T1+T2+T3+T4+T5-(T6+T7+T8+T9+T10); ano 1 X ano 2;

C2 = 4T1-(T2+T3+T4+T5); sem nitrogênio X com nitrogênio;

C3 = 3T2-(T3+T4+T5); 100% de nitrogênio início do perfilhamento X fracionamentos;

C4 = T3+T4-T5; fracionamento em duas aplicações X fracionamento em três aplicações;

C5 = T3-T4; 50% início perf. e 50% perf. pleno X 50% início perf. e 50% alongação;

C6 = 4T6-(T7+T8+T9+T10); sem nitrogênio X com nitrogênio;

C7 = 3T7-(T8+T9+T10); 100% de nitrogênio início do perfilhamento X fracionamentos;

C8 = T8+T9-T10; fracionamento em duas aplicações X fracionamento em três aplicações;

C9 = T8-T9; 50% início perf. e 50% perf. pleno X 50% início perf. e 50% alongação.

*Significativo pelo teste F (p-valor<0,05); ^{ns} não significativo pelo teste F (p-valor>0,05); ¹dados originais; ²dados transformados; ³coeficiente de variação; T1 e T6: sem aplicação de nitrogênio (N); T2 e T7: 100% de N início perfilhamento; T3 e T8: 50% início perfilhamento e 50% perfilhamento pleno; T4 e T9: 50% início perfilhamento e 50% alongação; T5 e T10: fracionamento de 33,33% no início perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação.

Nos tratamentos com manejo de aplicação de nitrogênio, independente do fracionamento e do ano de cultivo, ocorreu acamamento das plantas entre o período de formação das sementes e maturação, que pode ter contribuído para a redução da produtividade, mesmo assim observou-se produtividades superiores a testemunha. Svecnjak et al. (2020) relataram acamamento de plantas superior à 50%, de forma precoce em taxas de aplicação superiores a 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio e tardia na taxa de 60 kg ha⁻¹, acarretando redução de produtividade de sementes. O acamamento das plantas com o aumento da taxa de adubação nitrogenada pode estar relacionado ao maior crescimento dos colmos e conseqüentemente maior distância dos entrenós, tornando as plantas suscetíveis ao acamamento (ROLSTON et al., 2012). Estudos com a aplicação de nitrogênio possuíram maior produtividade de sementes de azevém com a aplicação de 90 kg ha⁻¹, não ocorrendo resposta de produtividade em taxas de adubação superiores (VLEUGELS; RIJCKAERT; GISLUM, 2017).

Os contrastes avaliados para as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (PC), germinação de sementes (G), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA) e massa de mil sementes (MMS) apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Os contrastes C1 e C2 foram significativos para IVG, indicando que as sementes do primeiro ano possuíram maior velocidade de germinação em comparação ao segundo ano. Assim como os tratamentos com a aplicação de nitrogênio apresentaram maior IVG em comparação à testemunha, no primeiro ano, independente do manejo de fracionamento do nitrogênio. Resultados semelhantes foram observados para a primeira contagem de germinação, em que os contrastes C1, C2 e C9 foram significativos. A primeira contagem de germinação é indicativa de vigor das sementes, o C1 indicou para as sementes do primeiro ano, estimativa de 25% de vigor superior ao segundo ano, observou-se ainda que o vigor das sementes foi 39% superior com a aplicação de nitrogênio (C2), independente do fracionamento, em comparação a testemunha. Para o segundo ano de cultivo, observou-se que o parcelamento do nitrogênio pela aplicação de 50% no início do perfilhamento e 50% na elongação proporcionou incremento de 10 e 9% no vigor e germinação das sementes, respectivamente, em comparação à aplicação de 50% no início do perfilhamento e 50% no perfilhamento pleno (C9).

Tabela 4 – Estimativa dos contrastes para as variáveis índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (PC) (%), germinação de sementes (G) (%), comprimento de raiz (CR) (cm), comprimento de parte aérea (CPA) (cm) e massa de mil sementes (MMS) (g) de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada.

Contrastes	IVG ¹	PC (%) ¹	G (%) ²	CR (cm) ²	CPA (cm) ²	MMS ²
C1	24,8*	25*	17 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,83*
C2	-15,4*	-39*	-30*	1,97*	-0,002 ^{ns}	-1,12*
C3	-4,1 ^{ns}	1 ^{ns}	-5 ^{ns}	0,47 ^{ns}	1,79 ^{ns}	0,02 ^{ns}
C4	6,0 ^{ns}	12 ^{ns}	10 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-1,16 ^{ns}	-0,22*
C5	-0,8 ^{ns}	2 ^{ns}	0 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	-0,04 ^{ns}
C6	-7,3 ^{ns}	-27 ^{ns}	-41*	-1,75*	-8,2*	-1,49*
C7	7,3 ^{ns}	12 ^{ns}	-2 ^{ns}	-1,33*	0,38 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
C8	0,6 ^{ns}	0 ^{ns}	0 ^{ns}	-0,84 ^{ns}	-3,8*	0,13 ^{ns}
C9	-1,5 ^{ns}	-10*	-9*	0,15 ^{ns}	1,19 ^{ns}	-0,19*
CV (%) ³	9,79	7,37	6,46	17,18	11,57	1,97

Contrastes avaliados

C1 = T1+T2+T3+T4+T5-(T6+T7+T8+T9+T10); ano 1 X ano 2;

C2 = 4T1-(T2+T3+T4+T5); sem nitrogênio X com nitrogênio;

C3 = 3T2-(T3+T4+T5); 100% de nitrogênio início do perfilhamento X fracionamentos;

C4 = T3+T4-T5; fracionamento em duas aplicações X fracionamento em três aplicações;

C5 = T3-T4; 50% início perf. e 50% perf. pleno X 50% início perf. e 50% alongação;

C6 = 4T6-(T7+T8+T9+T10); sem nitrogênio X com nitrogênio;

C7 = 3T7-(T8+T9+T10); 100% de nitrogênio início do perfilhamento X fracionamentos;

C8 = T8+T9-T10; fracionamento em duas aplicações X fracionamento em três aplicações;

C9 = T8-T9; 50% início perf. e 50% perf. pleno X 50% início perf. e 50% alongação.

*Significativo pelo teste F (p-valor<0,05); ^{ns} não significativo pelo teste F (p-valor>0,05); ¹dados originais;

²dados transformados; ³coeficiente de variação; T1 e T6: sem aplicação de nitrogênio (N); T2 e T7: 100% de N início perfilhamento; T3 e T8: 50% início perfilhamento e 50% perfilhamento pleno; T4 e T9: 50% início perfilhamento e 50% alongação; T5 e T10: fracionamento de 33,33% no início perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação.

Os resultados de germinação confirmam que a aplicação de nitrogênio proporcionou maior qualidade fisiológica de sementes de acordo com os contrastes C2 e C6, independente do manejo de aplicação, com incrementos de 30 e 41%, respectivamente, em comparação à testemunha. O manejo de aplicação de nitrogênio foi significativo apenas para o C9, no segundo ano, não havendo diferença significativa no primeiro ano de cultivo. No entanto, Olivoto et al. (2017) encontraram que o parcelamento do nitrogênio entre os estádios de emborrachamento e florescimento resultam em sementes de trigo com maior qualidade fisiológica, por meio do incremento do percentual de vigor e germinação. Por outro lado, Kolchinski e Schuch (2004) ao utilizar taxas de adubação nitrogenada em aveia branca, observaram que o incremento proporcionou redução do peso hectolitro, elevou a concentração de proteínas nas cariopses, no entanto não afetou o rendimento industrial e a qualidade fisiológica de sementes.

As avaliações de comprimento de raiz e de parte aérea de plântula indicaram efeito evidente da aplicação de nitrogênio, no segundo ano, pela significância do contraste C6 que apresentou estimativas de incrementos de 1,7 e 8,2 cm nos comprimentos de raiz e parte aérea, respectivamente. Resultados semelhantes ocorreram para a MMS, no qual os contrastes C2 e C6 foram significativos, indicando que a aplicação de nitrogênio contribuiu para aumentar a massa de sementes, com estimativas de aumento de 1,12 e 1,49 g em relação às testemunhas sem aplicação de nitrogênio nos dois anos, respectivamente. Os resultados deste trabalho estão de acordo com os encontrados por Svecnjak et al. (2022b), que ao trabalhar com adubação nitrogenada em azevém para a produção de sementes encontraram incremento na produtividade de sementes, germinação e massa de mil sementes com o aumento da taxa de aplicação de nitrogênio até 120 kg ha⁻¹, ocorrendo acamamento precoce e reduzindo a produtividade e qualidade de sementes em taxas superiores.

Os resultados indicam que houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos anos e dos tratamentos para as variáveis primeira contagem de germinação e produtividade de sementes, já para a germinação houve efeito significativo apenas dos tratamentos (Tabela 5), não havendo interação entre os tratamentos e os anos de cultivo. Para a massa de mil sementes ocorreu interação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos e os anos de cultivo (Tabela 6).

Tabela 5 – Primeira contagem de germinação (%), germinação (%) e produtividade de sementes (kg ha⁻¹) de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada em dois anos de cultivo.

Anos de cultivo	Primeira contagem de germinação ¹ (%)	Germinação ² (%)	Produtividade ² (kg ha ⁻¹)
Primeiro	87 a*		1036,0 a
Segundo	82 b		826,3 b
Tratamentos ⁴			
T1	78 b	81 b	516,8 b
T2	88 a	89 ab	1099,1 a
T3	85 ab	89 ab	1030,6 a
T4	89 a	93 a	999,3 a
T5	84 ab	88 ab	1010,0 a
CV(%) ³	7,37	7,82	6,77

*Testes de médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ¹ dados originais; ² dados transformados; ³ coeficiente de variação; ⁴ T1: sem aplicação de N; T2: 100% de N início perfilhamento; T3: 50% início perfilhamento e 50% perfilhamento pleno; T4: 50% início perfilhamento e 50% alongação; T5: fracionamento de 33,33% no início perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação.

Observou-se maior vigor de sementes dos tratamentos com aplicação de nitrogênio fracionado em 50% no início do perfilhamento e 50% na alongação (T4) e a aplicação de 100% do nitrogênio no perfilhamento (T2), com 89 e 88% de vigor, respectivamente. Estes tratamentos não diferiram do fracionamento das aplicações em 50% no início do perfilhamento e 50% no perfilhamento pleno (T3) e fracionamento de 33,33% no início do perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação (T5), para o vigor de sementes. No entanto, os tratamentos de manejo de adubação nitrogenada diferiram significativamente da testemunha, sem aplicação com 78% de vigor das sementes (T1) (Tabela 5).

Resultados semelhantes ocorreram para a germinação de sementes, em que os tratamentos com manejo de fracionamento da adubação nitrogenada não diferiram

entre si, possuindo de 88 a 93% de germinação (T2, T3, T4 e T5), no entanto diferiram da testemunha sem aplicação que apresentou germinação de 81% (T1). A produtividade de sementes corrobora com a germinação, no qual, os tratamentos com manejo da adubação nitrogenada possuíram maior produtividade, aproximadamente 1000 kg ha⁻¹, não diferindo entre si, sendo superiores à testemunha com produtividade de 516,8 kg ha⁻¹ (Tabela 5). Esses resultados indicam que o manejo da adubação nitrogenada, independente do fracionamento ou estágio de aplicação pode contribuir para alcançar a máxima qualidade fisiológica de sementes e incrementos de produtividade.

Tabela 6 – Massa de mil sementes (g) de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada em dois anos de cultivo.

Tratamentos ³	Anos de cultivo ¹	
	Primeiro	Segundo
T1	1,91 Ac*	1,67 Bc
T2	2,20 Aab	2,01 Bb
T3	2,14 Ab	1,99 Bb
T4	2,17 Aab	2,17 Aa
T5	2,27 Aa	2,01 Bb
CV(%) ²	1,97	

*Testes de médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ¹ dados transformados; ² coeficiente de variação; ³ T1: sem aplicação de N; T2: 100% de N início perfilhamento; T3: 50% início perfilhamento e 50% perfilhamento pleno; T4: 50% início perfilhamento e 50% alongação; T5: fracionamento de 33,33% no início perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação.

Observou-se de maneira geral que o primeiro ano de cultivo apresentou massa de mil sementes superior ao segundo ano (Tabela 6). No primeiro ano, o fracionamento de 33,33% do nitrogênio aplicado nos estádios de início do perfilhamento, perfilhamento pleno e alongação (T5) possuiu maior massa de mil sementes, com 2,27 g, não diferindo significativamente dos tratamentos com aplicação de 100% do nitrogênio no início do perfilhamento (T2) e 50% no início do perfilhamento e 50% na alongação (T4). No segundo ano de cultivo o fracionamento

da aplicação de nitrogênio de 50% no início do perfilhamento e 50% na alongação (T4) possuiu maior massa de mil sementes, com 2,17 g, diferindo dos demais tratamentos. Nos dois anos de cultivo o tratamento sem a aplicação de nitrogênio apresentou menor massa de mil sementes, 1,91 e 1,67 g no primeiro e segundo ano, respectivamente. Esses resultados confirmam a importância do nitrogênio na formação das sementes e acúmulo de reservas, proporcionando maior massa de mil sementes.

Observando as correlações de Pearson, verifica-se que a germinação de sementes apresentou correlação positiva com a produtividade, massa de mil sementes, IVG e primeira contagem de germinação (0,53, 0,58, 0,68 e 0,93, respectivamente) (Tabela 7).

Tabela 7 – Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis germinação de sementes (G), número de plantas (PL), perfilhos (PERF), espigas férteis (ESFER), estatura de plantas (EST), tamanho de espiga (TESP), número de espiguetas por espiga (NESP), produtividade (PROD), massa de mil sementes (MMS), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (PC) de sementes de azevém submetido a manejos de adubação nitrogenada.

	G	PL	PERF	ESFER	EST	TESP	NESP	PROD	MMS	CR	CPA	IVG	PC
G	1,00												
PL	-0,18	1,00											
PERF	0,37*	-0,38*	1,00										
ESFER	0,07	0,38*	0,07	1,00									
EST	0,34*	0,00	0,09	0,11	1,00								
TESP	0,12	0,07	-0,03	0,27	0,49*	1,00							
NESP	-0,32*	0,48*	-0,45*	-0,06	0,23	0,27	1,00						
PROD	0,53*	-0,45*	0,65*	-0,02	0,32*	0,09	-0,24	1,00					
MMS	0,58*	-0,31	0,58*	0,12	0,46*	0,21	0,29	0,86*	1,00				
CR	0,04	-0,01	-0,21	0,10	0,25	0,03	-0,08	-0,11	-0,06	1,00			
CPA	0,15	0,04	0,14	0,06	0,30	-0,20	0,09	0,27	0,19	0,46*	1,00		
IVG	0,68*	-0,57*	0,58*	-0,19	0,20	0,01	-0,45*	0,62*	0,51*	-0,05	0,00	1,00	
PC	0,93*	-0,30	0,44*	0,02	0,28	0,15	-0,35*	0,53*	0,51*	-0,08	0,03	0,78*	1,00

*Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t.

A massa de mil sementes apresentou correlação positiva (0,51) com IVG e primeira contagem de germinação. A produtividade também se correlacionou com o IVG, primeira contagem de germinação e massa de mil sementes (0,62, 0,53 e 0,86, respectivamente). Esses resultados, podem estar relacionados com aplicação de nitrogênio que pode ter proporcionado incremento na massa de mil sementes por estar diretamente relacionado com a produção de proteínas, estruturas de reservas, formação de grãos de aleurona e formação do embrião, além de controlar funções metabólicas importantes no desenvolvimento inicial do embrião durante a germinação (KERBAUY, 2004; KOLCHINSKI e SCHUCH, 2004; TAIZ et al., 2017).

O número de perfilhos apresentou correlação positiva com a produtividade (0,65), massa de mil sementes (0,58) e IVG (0,58), no entanto verificou-se correlação negativa com o número de espiguetas por espiga (-0,45) (Tabela 7). Esses resultados indicam que o incremento no número de perfilhos pode proporcionar aumento de produtividade e qualidade de sementes, mas redução do número de espiguetas por espiga.

Resultados semelhantes foram encontrados por Müller et al. (2012), que observaram correlação positiva da produtividade de sementes com o número de espigas, comprimento da espiga e massa de mil sementes, concluindo que o número de espigas, o comprimento e a massa de mil sementes são fundamentais para contribuir com a produtividade de sementes de azevém.

CONCLUSÃO

O manejo da adubação nitrogenada possui pouco efeito no número de espigas férteis por área, estatura, tamanho de espiga e número de espiguetas por espiga.

A aplicação de nitrogênio, independente do manejo, pode proporcionar incremento de produtividade e efeito positivo na qualidade física e fisiológica de sementes, pela maior massa de mil sementes, vigor e germinação em relação à testemunha sem aplicação de nitrogênio.

Os manejos de aplicação de nitrogênio apresentam pouca influência sobre a qualidade fisiológica de sementes, possuindo maior efeito sobre a massa de mil sementes, principalmente quando o nitrogênio é aplicado próximo da elongação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Alemanha, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ASSMANN, A. L.; PIN, E. A. Manejo da Biomassa. Integração Lavoura-pecuária para a agricultura familiar. **IAPAR - Londrina**, 49 p, 2008.
- BOHN, A. et al. Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 6, p. e20190510, 2020.
- BORA, S. S. et al. Effect of nitrogen levels and seed rate on quality of ryegrass (*Lolium multiflorum*) in assam. **Forage Research**, [S. l.], v. 46, n. 1, p. 54-57, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.
- CHOI, G. J. et al. Effects of drill widths and nitrogen application levels in early spring on the growth characteristics and seed productivity of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). **Journal of the Korean Society Grassland and Forage Science**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 221-226, 2002.
- DELOUCHE, J. C. The compensation principle. **Seedsmen Digest**, v. 23, n. 1, 1972. 49 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstraper procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2011. 734 p.
- GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E. De. Proteína e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da adubação nitrogenada em plantio direto. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 034-044, 2010.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 2004. 447 p.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 379-383, 2004.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS-FILHO, M. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.

MEDEIROS, R. B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém-anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 245-254, 2001.

MÜLLER, L. et al. Correlações de Pearson e canônica entre componentes da matéria seca da forragem e sementes de azevém. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 086-093, 2012.

NAKAGAWA, J. et al. Maturação de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 174-182, 1999.

OLIVOTO, T. et al. Parcelamento e fontes de nitrogênio na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 4, p. 345-356, 2017.

SIMIC, A. et al. Response of Italian ryegrass seed crop to spring nitrogen application in the first harvest year. **African Journal of Biotechnology**, [S. l.], v. 11, n. 26, p. 6826-6831, 2012.

RSTUDIO TEAM. RStudio: integrated development for R. **RStudio, Inc.**, Boston, 2019.

ROLSTON, M. P. et al. Italian ryegrass seed yield: trinexapac-ethyl and closing date interaction. **Agronomy New Zealand**, [S. l.], v. 42, p. 119-127, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. – [S. l.]: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 11 ed., 2016. 376 p.

SVECNJAK, Z. et al. Changes in seed yield and quality resulting from lodging in Italian ryegrass crop. **Journal of Central European Agriculture**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 51-55, 2020.

SVECNJAK, Z. et al. Management systems for biannual seed crop of italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) Grown at various nitrogen fertilization: I. First-production year characterized by limited crop lodging and high seed shattering before direct combine-harvesting. **Agronomy**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 588, 2022a.

SVECNJAK, Z. et al. Management systems for biannual seed crop of italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) grown at various nitrogen fertilization: II. second-production year characterized by considerable crop lodging and limited seed shattering before direct combine-harvesting. **Agronomy**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 881, 2022b.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. Tradução: MASTROBERTI, A. A. et al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

VLEUGELS, T.; RIJCKAERT, G.; GISLUM, R. Seed yield response to N fertilization and potential of proximal sensing in Italian ryegrass seed crops. **Field Crops Research**, [S. l.], v. 211, p. 37-47, 2017.

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

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de herbicidas na dessecação em pré-colheita de azevém proporciona a antecipação da colheita, no entanto pode interferir na qualidade fisiológica de sementes dependendo do herbicida utilizado e do estágio de aplicação. O herbicida glufosinato proporciona maior antecipação da colheita, pouca interferência na qualidade fisiológica de sementes e perda por debulha natural, quando aplicado aos 26 dias após o florescimento.

O herbicida cletodim pode afetar negativamente a qualidade fisiológica de sementes, apresentou controle lento e elevada perda de sementes por debulha natural, independente do estágio de aplicação em pré-colheita. Para a cultivar de azevém BRS Ponteio, a dessecação em pré-colheita pode ser realizada em estágio de maturação aos 26 dias após o florescimento ou posterior, devendo ser evitado o uso do herbicida cletodim.

A aplicação de nitrogênio, independente do manejo e estágio de aplicação, pode proporcionar incremento de produtividade e efeito positivo na qualidade física e fisiológica de sementes, pelo incremento na massa de mil sementes, vigor e germinação em relação a testemunha sem aplicação de nitrogênio, para a cultivar BRS Ponteio. No entanto, entre os manejos de aplicação de nitrogênio, independente do fracionamento e estágio, ocorre pouca influência sobre a qualidade fisiológica de sementes, apresentando maior efeito sobre a massa de mil sementes, principalmente quando o nitrogênio é aplicado próximo ao estágio de alongação do azevém.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Alemanha, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ASSMANN, A. L.; PIN, E. A. Manejo da Biomassa. Integração Lavoura-pecuária para a agricultura familiar. **IAPAR - Londrina**, 49 p, 2008.
- BANDEIRA, A. H. **Produtividade, qualidade bromatológica e digestibilidade de sementes de azevém submetidos a distintos cortes, doses e fontes de nitrogênio**. Dissertação, Programa de pós-graduação em agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. 60 p.
- BARCELLOS, J. O. J. et al. **Bovinocultura de Corte: Cadeia Produtiva & Sistemas de Produção**. 2. ed., [S. l.], Agro Livros, 2019.
- BARTH NETO, A. et al. Italian ryegrass establishment by self-seeding in integrated crop-livestock systems: effects of grazing management and crop rotation strategies. **European Journal of Agronomy**, [S. l.], v. 53, p. 67-73, 2014.
- BOHN, A. **Adubação nitrogenada na produção de biomassa e sementes de azevém em rotação com soja**. Dissertação, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2014. 58 p.
- BOHN, A. et al. Nitrogen fertilization of self-seeding Italian ryegrass: effects on plant structure, forage and seed yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, n. 6, p. e20190510, 2020.
- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. **Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-riograndenses**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.
- BORA, S. S. et al. Effect of nitrogen levels and seed rate on quality of ryegrass (*Lolium multiflorum*) in assam. **Forage Research**, [S. l.], v. 46, n. 1, p. 54-57, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 399 p.
- CARVALHO, P. C. de F. et al. Forrageiras de Clima Temperado. **Plantas Forrageiras**. Viçosa – MG: UFV, 2010. Cap. 16.
- CASSOL, L. C. et al. Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 438-443, 2011.
- CHOI, G. J. et al. Effects of drill widths and nitrogen application levels in early spring on the growth characteristics and seed productivity of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). **Journal of the Korean Society Grassland and Forage Science**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 221-226, 2002.

COMIN, R. C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja submetidas à dessecação em pré-colheita. **Colloquium Agrariae**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 112-120, 2018.

CONFORTIN, A. C. C. et al. Características morfogênicas de azevém *Lolium Multiflorum* LAM. sob diferente intensidade de desfolha. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 17 ed. Londrina, **Anais...** Londrina: Zootec, 2007.

CÓRDOVA, U. de A.; FLARESSO, J. A. Principais grupos de forrageiras de clima temperado. **Informativo Técnico** - Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 38-43, 2015.

DE CONTO, L. et al. Relação azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) – Ruminante. **Arquivos de Zootecnia**, [S. l.], v. 60, p. 42, 2011.

DELOUCHE, J. C. The compensation principle. **Seedsmen Digest**, [S. l.], v. 23, n. 1, 1972. 49 p.

DENARDIN, N. A. Fixação biológica de nitrogênio em interação com produtos fitossanitários, químicos e biológicos, por leguminosas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, 2010.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno. **Circular 73**, IAPAR, Londrina, 1992. 80 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstraper procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FIPKE, G. M. et al. Application of non-selective herbicides in the pre-harvest of wheat damages seed quality. **American Journal of Plant Sciences**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 107-123, 2018.

FLORES, R. A. et al. Produção de forragem de populações de azevém anual no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1168-1175, 2008.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2011. 734 p.

FLOSS, E. L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* sp.) e azevém (*Lolium* sp.). In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 1988, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, p. 231-268, 1988.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Embrapa soja, Londrina, n. 380, 2016. 82 p.

FRANS, R. E. Experimental design and techniques for me measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N.D. (Ed). **Research methods in weed science: Southern Weed Science Society**, [S. l.], p. 28-41, 1986.

GARCIA, D. C. et al. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E. De. Proteína e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da adubação nitrogenada em plantio direto. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 034-044, 2010.

HE, Y.-Q. et al. Effects of pre-harvest chemical application on rice desiccation and seed quality. **Journal of Zhejiang University-Science B**, [S. l.], v. 16, n. 10, p. 813-823, 2015.

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. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, 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 Agricultural Research**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 283-289, 2014.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 2004. 447 p.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 379-383, 2004.

KRENCHINSKI, F. H. et al. Yield and physiological quality of wheat seeds after desiccation with different herbicides. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 254-261, 2017.

LODGE, G. M. Seed dormancy, germination, seedling emergence, and survival of some temperate perennial pasture grasses in northern New South Wales. **Australian Journal of Agricultural Research**, Austrália, v. 55, n. 3, p. 345-355, 2004.

LUDWIG, M. P. **Fundamentos da produção de sementes em culturas produtoras de grãos**. Ibirubá: IFRS, 2016. 123 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MALALGODA, M. et al. Effects of pre-harvest glyphosate application on spring wheat quality characteristics. **Agriculture**, [S. l.], v. 10, n. 111, p. 1-16, 2020.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARCOS-FILHO, M. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.

MEDEIROS, R. B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém-anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 245-254, 2001.

MERTZ, L. M. **Caracterização morfo-fisiológica e identificação de fragmentos de DNA diferencialmente expressos em tegumentos de sementes de soja com permeabilidade contrastante**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007. 60 p.

MÜLLER, C. A. **Qualidade fisiológica de sementes e tamanho de amostra de azevém submetido a manejos de pastejo animal**. Dissertação (Mestrado), apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2020. 54 p.

MÜLLER, L. et al. Correlações de Pearson e canônica entre componentes da matéria seca da forragem e sementes de azevém. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 086-093, 2012.

MÜLLER, L. et al. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1343-1348, 2009.

NAKAGAWA, J. et al. Maturação de sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 174-182, 1999.

OLIVOTO, T. et al. Parcelamento e fontes de nitrogênio na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 4, p. 345-356, 2017.

ONGARATTO, F. **Estrutura do dossel e morfogênese do azevém consorciado com trevo vermelho sob intervalo de corte determinado por soma térmica**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2018. 71 p.

PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.

PASLAUSKI, B. M. C. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de azevém submetido a cortes e épocas de colheita. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadina, v. 9, n. 1, p. 01-13, 2014.

PEDROSO, C. E. S. et al. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 1340-1344, 2004.

PERBONI, L. T. et al. Yield, germination and herbicide residue in seeds of preharvest desiccated wheat. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 304-312, 2018.

PEREIRA, A. V. et al. Comportamento agronômico de populações de azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) para cultivo invernal na região sudeste. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 567-572, 2008.

PEREIRA, T. et al. Chemical desiccation for early harvest in soybean cultivars. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2383-2394, 2015.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 2 ed., Pelotas: Ed. Universitária, UFPel, 2012. 573 p. POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: Agiplan, 2. ed., 1985. 289 p.

PRELA, A. P.; RIBEIRO, A. M. A. Determinação de graus-dia acumulados e sua aplicação no planejamento do cultivo de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) para Londrina - PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 83-86, 2002.

ROLSTON, M. P. et al. Italian ryegrass seed yield: trinexapac-ethyl and closing date interaction. **Agronomy New Zealand**, [S. l.], v. 42, p. 119-127, 2012.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; CANTARELLI, L. D. Relação entre a qualidade de sementes de aveia preta e a produção de forragem e de sementes. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2008.

SILVA, J. A. G. et al. Dessecação em pré-colheita como estratégia de manejo na redução de perdas por fatores de ambiente em canola. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 1-4, p. 15-24, 2011.

SIMIC, A. et al. Response of Italian ryegrass seed crop to spring nitrogen application in the first harvest year. **African Journal of Biotechnology**, [S. l.], v. 11, n. 26, p. 6826-6831, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. – [S. l.]: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 11 ed., 2016. 376 p.

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 Igazu**, Cascavel, v. 9, n. 3, p. 43-54, 2020.

STANISAVLJEVIC, R. et al. Desiccation, postharvest maturity and seed aging of tall oat-grass. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1297-1302, 2010.

SIMIONATTO, T. et al. Quality of black bean seeds submitted to pre-harvest desiccation by different active principles and application times. **Ensaios e Ciência**, [S. l.], v. 25, n. 3, p.322-327, 2021.

SVECNJAK, Z. et al. Changes in seed yield and quality resulting from lodging in Italian ryegrass crop. **Journal of Central European Agriculture**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 51-55, 2020.

SVECNJAK, Z. et al. Management systems for biannual seed crop of italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) Grown at various nitrogen fertilization: I. First-production year characterized by limited crop lodging and high seed shattering before direct combine-harvesting. **Agronomy**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 588, 2022a.

SVECNJAK, Z. et al. Management systems for biannual seed crop of italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) grown at various nitrogen fertilization: II. second-production year characterized by considerable crop lodging and limited seed shattering before direct combine-harvesting. **Agronomy**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 881, 2022b.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. Tradução: MASTROBERTI, A. A. et al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TERNUS, R. M. et al. Qualidade de sementes de azevém anual e seus impactos no estabelecimento inicial em diferentes densidades de semeadura. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 67, n. 258, p. 186-192, 2018.

TILLMANM, M. A. A.; MIRANDA, D. M. Análise de sementes. In: PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, Pelotas: UFPel, p. 159-255, 2006.

TONATO, F. et al. Aveia preta e azevém anual colhidos por interceptação de luz ou intervalo fixo de tempo em sistemas integrados de agricultura e pecuária no Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 1, p. 104-110, 2014.

TONETTO, C. J. **Avaliação de genótipos de azevém diplóide e tetraploide com manejos distintos de cortes visando duplo propósito**. Tese de doutorado. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. 54 p.

VILLA NOVA, N. A. et al. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer Tb em função das temperaturas máxima e mínima. **Ciência da Terra**, v. 30, p. 1-8, 1972.

VLEUGELS, T.; RIJCKAERT, G.; GISLUM, R. Seed yield response to N fertilization and potential of proximal sensing in Italian ryegrass seed crops. **Field Crops Research**, [S. l.], v. 211, p. 37-47, 2017.

WERLANG, R. C.; SILVA, A. A. Interação de glyphosate com carfentrazone-ethyl. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 93-102, 2002.

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

APÊNDICE

APÊNDICE A - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O CONTROLE DE AZEVÉM (%) AOS 3, 6, 9 E 12 DAA (DIAS APÓS A APLICAÇÃO) DE HERBICIDAS EM PRÉ-COLHEITA AOS 21 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF).

Fatores	GL ³	Quadrados médios			
		3 DAA ¹	6 DAA ¹	9 DAA ¹	12 DAA ¹
Herbicidas	5	8,16*	12,74*	6,78*	2,84*
Resíduo	18	0,24	0,05	0,08	0,03
CV (%) ²		0,47	0,22	0,26	0,15
Média		103,48	108,53	109,19	109,54

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²coeficiente de variação; ³graus de liberdade

APÊNDICE B - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS CONTROLE DE AZEVÉM (%) AOS 3 E 6 DAA (DIAS APÓS A APLICAÇÃO) DE HERBICIDAS EM PRÉ-COLHEITA AOS 26 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF).

Fatores	GL ³	Quadrados médios	
		3 DAA ¹	6 DAA ¹
Herbicidas	5	9,78*	5,64*
Resíduo	18	0,13	0,05
CV (%) ²		0,33	0,20
Média		108,29	109,25

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²coeficiente de variação; ³graus de liberdade

APÊNDICE C - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS PARA O CONTROLE DE AZEVÉM (%) AOS 3 DAA (DIAS APÓS A APLICAÇÃO) DE HERBICIDAS EM PRÉ-COLHEITA AOS 31 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF).

Fatores	GL ³	Quadrados
		médios
		3 DAA ¹
Herbicidas	5	10,30*
Resíduo	18	0,11
CV (%) ²		0,31
Média		108,58

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²coeficiente de variação; ³graus de liberdade.

APÊNDICE D - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O CONTRASTE ENTRE A TESTEMUNHA E MANEJOS DE HERBICIDAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO AOS 21, 26 E 31 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF) PARA A VARIÁVEL DEBULHA NATURAL DE SEMENTES DE AZEVÉM (DBS) (SEMENTES m⁻²).

Fatores	GL ³	Quadrados
		médios
		DBS ¹
Tratamento	5	3355,17*
Resíduo	18	560,28
CV (%) ²		12,56
Média		188,43

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²coeficiente de variação; ³graus de liberdade.

APÊNDICE E - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL AVALIADA DEBULHA NATURAL DE SEMENTES (DBS) (SEMENTES m⁻²) DE MANEJOS DE HERBICIDAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO AOS 21, 26 E 31 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF).

Fatores	GL ³	Quadrados médios
		DBS ¹
Herbicidas (H)	5	4078,35*
Épocas de Aplicação (EA)	2	12683,44*
H x EA	10	975,19*
Resíduo	54	570,28
CV (%) ²		12,80
Média		186,56

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²coeficiente de variação; ³graus de liberdade.

APÊNDICE F - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O CONTRASTE ENTRE A TESTEMUNHA E MANEJOS DE HERBICIDAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO AOS 21, 26 E 31 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF) PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG), PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (PC) E GERMINAÇÃO (G).

Fatores	GL ³	Quadrados médios		
		IVG ¹	PC ¹	G ¹
Tratamento	18	3,03*	513,13*	499,40*
Resíduo	57	0,07	15,16	12,04
CV (%) ²		5,32	6,64	5,56
Média		5,17	58,60	62,45

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²coeficiente de variação; ³graus de liberdade.

APÊNDICE G - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MANEJOS DE HERBICIDAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO AOS 21, 26 E 31 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF) PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG), PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (PC) E GERMINAÇÃO (G).

Fatores	GL ³	Quadrados médios		
		IVG ¹	PC ¹	G ¹
Herbicidas (H)	5	6,33*	1358,82*	1384,07*
Épocas de Aplicação (EA)	2	1,51*	267,27*	181,31*
H x EA	10	1,86*	164,61*	151,21*
Resíduo	54	4,04	851,92	655,39
CV (%) ²		5,32	6,83	5,61
Média		5,14	58,16	62,07

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²coeficiente de variação; ³graus de liberdade.

APÊNDICE H - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O CONTRASTE ENTRE A TESTEMUNHA E MANEJOS DE HERBICIDAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO AOS 21, 26 E 31 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF) PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA (PA), COMPRIMENTO DE RAIZ (RA), MASSA SECA DE PLÂNTULAS (MS) E MASSA DE MIL SEMENTES (MMS) DE AZEVÉM.

Fatores	GL ⁴	Quadrados médios			
		PA ¹	CR ¹	MS ¹	MMS ²
Tratamento	18	0,22*	0,30*	0,034*	0,0015*
Resíduo	133	0,02	0,02	0,012	0,00008
CV (%) ³		5,35	13,53	11,10	4,35
Média		2,41	0,99	1,00	0,21

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²dados originais; ³coeficiente de variação; ⁴graus de liberdade.

APÊNDICE I - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MANEJOS DE HERBICIDAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO AOS 21, 26 E 31 DIAS APÓS O FLORESCIMENTO (DAF) PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA (PA), COMPRIMENTO DE RAIZ (RA), MASSA SECA DE PLÂNTULAS (MS) E MASSA DE MIL SEMENTES (MMS) DE AZEVÉM.

Fatores	GL ⁴	Quadrados médios			
		PA ¹	CR ¹	MS ¹	MMS ²
Herbicidas (H)	5	0,22*	0,35*	0,024	0,0007*
Épocas de Aplicação (EA)	2	0,86*	0,97*	0,080*	0,0096*
H x EA	10	0,11*	0,14*	0,023	0,0004*
Resíduo	126	0,02	0,02	0,012	0,00009
CV (%) ³		5,42	13,75	11,29	4,43
Média		2,41	0,98	0,99	0,21

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹dados transformados; ²dados originais; ³coeficiente de variação; ⁴graus de liberdade.

APÊNDICE J - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA O CONTRASTE PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: NÚMERO DE PLANTAS (PLANT), PERFILHOS (PERF), ESPIGUETAS FÉRTEIS (ESPFER), ESTATURA (EST), TAMANHO DE ESPIGUETA (TESP), NÚMERO DE ESPIGUETA POR ESPIGA (ESPIGUE) E PRODUTIVIDADE (PROD) DE AZEVÉM.

Fatores	GL ⁴	Quadrados médios						
		PLANT ¹	PERF ¹	ESPFER ¹	EST ²	TESP ¹	ESPIGUE ¹	PROD ¹
Tratamento	9	125,26*	330,36*	24,82	80,86*	0,13	0,18*	86,16*
Resíduo	30	16,16	35,60	13,03	18,34	0,10	0,02	7,70
CV (%) ³		10,69	9,30	10,38	4,05	5,85	2,77	7,20
Média		37,61	64,14	34,79	105,65	5,41	5,01	30,14

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹ dados transformados; ² dados originais; ³ coeficiente de variação; ⁴ graus de liberdade.

APÊNDICE K - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA O CONTRASTE PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG), PRIMEIRA CONTAGEM (PC) E GERMINAÇÃO DE SEMENTES (G) DE AZEVÉM.

Fatores	GL ⁴	Quadrados médios		
		IVG ²	PC ²	G ¹
Tratamento	9	39,97*	116,91*	74,11*
Resíduo	30	7,17	38,73	30,39
CV (%) ³		9,79	7,37	7,82
Média		27,36	84,47	70,48

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹ dados transformados; ² dados originais; ³ coeficiente de variação; ⁴ graus de liberdade.

APÊNDICE L - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA O CONTRASTE PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: COMPRIMENTO DE RAIZ (CR), COMPRIMENTO DE PARTE AÉREA (CPA), E MASSA DE MIL SEMENTES (MMS) DE AZEVÉM.

Fatores	GL ³	Quadrados médios		
		CR ¹	CPA ¹	MMS ¹
Tratamento	9	0,11*	0,29*	0,031*
Resíduo	70	0,03	0,07	0,0008
CV (%) ²		17,18	11,57	1,97
Média		1,06	2,37	1,43

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹ dados transformados; ² coeficiente de variação; ³ graus de liberdade.

APÊNDICE M - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E OS ANOS DE CULTIVO PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: PRIMEIRA CONTAGEM (PC) E GERMINAÇÃO DE SEMENTES (G) E MASSA DE MIL SEMENTES (MMS) DE AZEVÉM.

Fatores	GL ⁴	PC ²	G ¹	MMS ¹	
		Quadrados médios	GL ⁴	Quadrados médios	
Ano de cultivo (A)	1	255,03	61,65*	1	0,068*
Épocas de aplicação de N (E)	4	143,46*	127,63*	4	0,047*
A*E	4	55,83	23,71	4	0,005*
Resíduo	30	38,72	30,39	70	0,0008
CV (%) ³		7,37	7,82		1,97
Média		84,48	70,48		1,43

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹ dados transformados; ² dados originais; ³ coeficiente de variação; ⁴ graus de liberdade.

APÊNDICE N - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS MANEJOS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA E OS ANOS DE CULTIVO PARA AS VARIÁVEIS AVALIADAS: PRODUTIVIDADE DE SEMENTES DE AZEVÉM.

Fatores	PRODUTIVIDADE ¹	
	GL ³	Quadrados médios
Blocos	3	9,57
Ano de cultivo (A)	1	130,30*
Épocas de aplicação de N (E)	4	150,40*
A*E	4	10,88
Resíduo	27	4,16
CV (%) ²		6,77
Média		30,14

*significativo em 0,05 de probabilidade de erro, pelo teste F; ¹ dados transformados; ² coeficiente de variação; ³ graus de liberdade.

APÊNDICE O – ANÁLISE DE SOLO DOS EXPERIMENTOS DE CAMPO NO MUNICÍPIO DE RESTINGA SECA REALIZADA NO ANO DE 2021.

pH água	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice
1:1	-----Cmol _c /dm ³ -----					Al	Bases	SMP
5,6	6,1	1,7	0,0	4,4	7,9	0,0	64,5	6,0
% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	P-resina	K	CTC pH7	K
-----m/v-----			-----mg/dm ³ -----			----Cmol _c /dm ³ ----	---mg/dm ³ ---	
1,2	14,0	4,0	-X-	8,8	-X-	0,113	12,3	44,0
Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
-----mg/dm ³ -----						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg) ^{1/2}
-X-	-X-	-X-	-X-	-X-	-X-	3,6	69,2	0,04