

---

**Qualidade de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.) em resposta a doses de fungicidas***Quality of white oat (*Avena sativa* L.) seeds in response to doses of fungicides*

**Michele Renz Scheer<sup>1</sup>, Roberto Carbonera<sup>2</sup>, José Antônio Gonzalez da Silva<sup>3</sup>, Adriano Udich Bester<sup>4</sup>, Jozier Kristoschik<sup>5</sup>, Franciele Cossetim da Silva<sup>6</sup>**

**RESUMO:** A aveia branca é uma espécie importante por se inserir em diversos sistemas de produção e pela necessidade de desenvolvimento de práticas sustentáveis, com a minimização dos efeitos adversos decorrentes do uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos sobre a saúde humana e ambiental. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica, sanitária e resíduos de pesticidas em sementes de aveia manejadas sob diferentes aplicações de fungicidas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, seguindo esquema fatorial 3 x 6, para três cultivares de aveia branca e seis condições de aplicação de fungicida, respectivamente, com quatro repetições. Em laboratório, foram realizadas as análises de germinação, vigor, patologia e resíduos de pesticidas. Realizou-se análise de variância, teste de comparação de médias de Scott & Knott e regressão. Frente aos resultados obtidos, a análise de qualidade fisiológica de sementes indicaram níveis elevados de germinação e vigor, mesmo sob condições de elevada ocorrência de patógenos. Resíduos de fungicidas foram constatados a partir da segunda aplicação e acima do limite máximo com cinco aplicações.

**Palavras-chave:** Germinação; Patógenos; Resíduos de Pesticidas; Vigor.

**ABSTRACT:** White oats are an important species because they are included in different production systems and because of the need to develop sustainable practices, minimizing the adverse effects resulting from the use of pesticides and synthetic fertilizers on human and environmental health. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the physiological, sanitary quality and pesticide residues in oat seeds managed under different fungicide applications. The experimental design used was randomized blocks, following a 3 x 6 factorial scheme, for three white oat cultivars and six fungicide application conditions, respectively, with four replications. In the laboratory, analyzes of germination, vigor, pathology and pesticide residues were carried out. Analysis of variance, Scott & Knott mean comparison test and regression were performed. In view of the results obtained, the physiological quality analysis of seeds indicated high levels of germination and vigor, even under conditions of high occurrence of pathogens. Fungicide residues were found from the second application and above the maximum limit after five applications.

**Keywords:** Germination; Pathogens; Pesticide Residues; Seed vigor.

---

**Autor correspondente:** Roberto Carbonera

E-mail: carbonera@gmail.com

Recebido em: 19/04/2022

Aceito em: 23/01/2024

---

<sup>1</sup> Mestra em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, Analista em Sementes, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Ijuí, RS.

<sup>2</sup> Doutor em Agronomia, Professor Permanente do Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade, UNIJUÍ, Ijuí, RS.

<sup>3</sup> Doutor, Professor Permanente do Mestrado em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade e Modelagem Matemática, UNIJUÍ, Ijuí, RS.

<sup>4</sup> Eng. Agr. Mestre em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

<sup>5</sup> Eng. Agr., Egresso, UNIJUÍ, Ijuí, RS. Química, Analista em Sementes, UNIJUÍ, Ijuí, RS.

<sup>6</sup> Química, Analista em Sementes, UNIJUÍ, Ijuí, RS.

## INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) vem conquistando espaço entre os alimentos, pois apresenta características de funcionalidade, por conter fibras, o que tem despertado o interesse da indústria em processar e comercializar este alimento (Dal Molin, 2011). Com amplo mercado de consumo, a aveia branca é utilizada, também, para fins de alimentação animal, como adubação verde para a manutenção e melhoramento do solo, matéria prima para a produção de cosméticos e insumos na indústria química. A produção de grãos tem elevada demanda para consumo humano, na produção de alimentos sob a forma *in natura* e como ingrediente em produtos processados (De Mori; Fontaneli; Santos, 2012).

A aveia branca tornou-se uma espécie de extrema importância, pois viabiliza a sustentabilidade de diversos sistemas de produção. Para isso, deve-se levar em conta o conhecimento de sua ecofisiologia, levando-se em consideração suas necessidades fisiológicas, para intervir de maneira adequada no seu manejo durante o ciclo, viabilizando a produção de sementes e obtenção de rentabilidade na lavoura (Castro; Costa; Ferrari Neto, 2012).

Popinigis (1985) afirma que sementes de qualidade e com vigor influenciam diretamente na produtividade, apresentam uniformidade na população de plantas e ausência de moléstias. O elevado desempenho produtivo de uma cultura tem como ponto de partida sementes de alta qualidade, formação de uma lavoura uniforme, com elevado potencial de produtividade, que é valorizada pelo produtor rural para fortalecer o sistema de produção (Peske; Baudet; Peske, 2009).

A importância de análises para avaliar a qualidade de sementes no âmbito genético, físico, fisiológico e sanitário servem de suporte ao estabelecimento de lavouras em condições adequadas e possibilitam projetar estimativas de produtividade das culturas. Na avaliação da qualidade física, são consideradas todas as sementes e, ou unidades de dispersão pertencentes à espécie e inclui todas as variedades botânicas e cultivares da espécie conforme normas e padrões estabelecidos (Brasil, 2009a).

As análises fisiológicas expressam o potencial máximo de germinação da semente em testes de laboratório. O teste em condições de campo não é geralmente satisfatório, pois, dada a variação das condições ambientais, os resultados nem sempre podem ser fielmente reproduzidos. Os métodos de análise em laboratório, em condições controladas, de alguns ou de todos os fatores externos, têm sido estudados e desenvolvidos de maneira a permitir uma germinação mais regular, rápida e completa das amostras de sementes de uma determinada espécie. Estas condições, consideradas ótimas, são padronizadas para que os resultados dos testes de germinação possam ser reproduzidos e comparados, dentro de limites tolerados (Brasil, 2009a).

Efeitos negativos sobre o vigor podem impactar no estabelecimento inicial da cultura e seu desenvolvimento (Kaspary et al., 2015). Estudos comparativos em diferentes municípios no Estado do Paraná comprovaram que, apesar das diferentes regiões em que foram conduzidos os experimentos, apresentaram potencial para a produção de sementes de aveia branca com alto padrão de germinação e que a aplicação de redutores de crescimento reduziu o vigor das sementes (Bazzo et al., 2018).

O teste de patologia de sementes determina o estado sanitário de uma amostra de sementes e, conseqüentemente, do lote que representa. Obtêm-se informações que podem ser usadas para diferentes finalidades, tais como comparar a qualidade de diferentes lotes de sementes e decidir acerca de sua utilização. O teste de sanidade é importante por inúmeras razões, entre as quais podem ser identificados os patógenos transmitidos por sementes que podem servir de inóculo inicial para o desenvolvimento progressivo de doenças no campo e reduzir o valor da cultura. O teste pode elucidar a avaliação das plântulas e as causas de uma baixa germinação e de baixo vigor, complementando o teste de germinação. Pode, ainda, indicar

a necessidade e orientar o tratamento de sementes visando ao controle de doenças originadas com as sementes e identificar a presença de fungos de armazenamento e, ou toxigênicos, bem como agregar valor cultural ao lote de sementes (Brasil, 2009b). A análise de resíduos de pesticidas, por sua vez, relaciona-se à preocupação com a segurança alimentar e os resíduos de agrotóxicos que podem permanecer no produto final e comprometer a saúde dos consumidores.

Frente a isso, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica, sanitária e resíduos de pesticidas de três genótipos de aveia branca (*Avena sativa* L.) conduzidos sob seis diferentes manejos de fungicidas durante o ciclo da cultura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido com base em experimento conduzido na área do Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR) pertencente à Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) no município de Augusto Pestana - RS, localizado geograficamente a 28° 26' 30" de latitude S e 54° 00' 58" de longitude W. Apresenta ainda uma altitude próxima a 400 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (Santos, et al., 2006). O clima da região, segundo classificação de Köppen é do tipo Cfa, com verão quente sem estação seca (Kuinchtner & Buriol, 2001).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, seguindo esquema fatorial 3 x 6, para três cultivares de aveia branca e seis condições de aplicação de fungicida, respectivamente. No ano da implantação do experimento, por volta de dez dias antes da semeadura, realizou-se a análise de solo para identificar as características químicas do mesmo. A semeadura foi realizada no dia 10 de junho de 2019 com semeadora-adubadora em que cada parcela constituída de cinco linhas de cinco metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m, correspondendo a uma unidade experimental de 5 m<sup>2</sup>.

Na semeadura foram aplicados 60 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O com base nos teores de P e K no solo para expectativa de rendimento de grãos de 4 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e de N na base de 10 kg ha<sup>-1</sup>. O restante do nitrogênio foi aplicado em cobertura para contemplar as doses propostas no estágio fenológico indicado de quarta folha expandida, com emprego de ureia como fonte da fonte. Durante a execução do estudo, foram efetuadas aplicações de fungicida, que foram definidas da seguinte maneira: sem aplicação de fungicida, uma aplicação aos 60 dias após a emergência (DAE), duas aplicações (uma aplicação aos 60 e outra aos 75 DAE), três aplicações (uma aplicação aos 60, outra aos 75 e outra aos 90 DAE), quatro aplicações (uma aplicação aos 60, outra aos 75, outra aos 90 e outra aos 105 DAE) e cinco aplicações (uma aplicação aos 60, outra aos 75, outra aos 90, outra aos 105 DAE e uma aos 120 DAE). Os fungicidas utilizados foram o NATIVO® e AZIMUT® (ingrediente ativo: tebuconazol, classe sistêmico do grupo dos triazóis) na dosagem de 0,75 L ha<sup>-1</sup> e 0,5 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para controle de plantas invasoras realizou-se a aplicação de herbicida metsulfuron-metil na dose de 2,4 g ha<sup>-1</sup> e capinas quando necessário. Todas as demais tecnologias de manejo seguiram as recomendações técnicas da cultura da aveia (RCBPA, 2014).

Dentre as diversas cultivares de aveia branca disponíveis no mercado, para a seleção da cultivar implantada na lavoura considerou-se as características agrônômicas, sua potencialidade para rendimento de grãos, ciclo e qualidade industrial (RCBPA, 2014). Neste experimento foram selecionadas as cultivares URS Corona, URS Taura e URS Guria, representantes de três grandes grupos, respectivamente: alta estabilidade e produtividade de grãos e utilização na produção de silagem para alimentação animal; melhor rendimento e qualidade industrial de grãos para alimentação humana; destaque para a produtividade de biomassa, muito

utilizada para fins de pastejo. Essas três cultivares tem grande adaptabilidade na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul sendo alguns dos genótipos mais utilizados pelos agricultores.

Ao atingir o estágio caracterizado pelo endurecimento da cariopse e umidade abaixo de 20% foi realizada a colheita das sementes no dia 24 de outubro de 2019, de forma mecanizada. Após, as amostras foram levadas ao laboratório e pesadas para estimar a produtividade. As amostras passaram por um processo de limpeza (análise de pureza) para retirada do material inerte e outras sementes, porção a qual será utilizada para as demais análises. Depois de limpas foram acondicionadas em sala com temperatura e umidade controladas.

Foram analisadas amostras das três cultivares de aveia branca para cada tratamento (0 fungicida, 1 aplicação, 2 aplicações, 3 aplicações, 4 aplicações e 5 aplicações) totalizando 18 amostras. Para análise de germinação foi retirada uma porção de 400 sementes da amostra de sementes puras de cada uma das 18 amostras. Foram semeadas entre três folhas de papel germitest 100 sementes em forma de rolos, totalizando quatro repetições. Para superar a dormência, as amostras permaneceram na geladeira entre 5-10° por sete dias. Após esse período, as sementes foram transferidas para o germinador em posição vertical a 20° iniciando-se o teste de germinação propriamente dito (Brasil, 2009a). As contagens (avaliações) foram realizadas aos cinco e dez dias após a superação da dormência. As plântulas foram avaliadas como plântulas normais, as que apresentam todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas, plântulas anormais, plantas deformadas, deterioradas ou danificadas e sementes mortas (Brasil, 2009a). Realizou-se a média das plântulas normais das quatro repetições para se obter o percentual de germinação da amostra. Os padrões de qualidade para sementes de aveia branca, consideram a germinação mínima de 80% (MAPA, 2013).

Para o teste de vigor, retirou-se uma porção de 400 sementes da amostra de pureza. As sementes foram colocadas em copos plásticos perfurados, estes foram levados até câmara de envelhecimento acelerado a temperatura de 41° em condições de umidade entre 90 a 100%, por um período de 48 horas. Este teste, além de ser um teste que permite a padronização e controle da temperatura da câmara de envelhecimento apresenta uma boa correlação com o desempenho no campo (Vanzolini; Carvalho, 2002). Após esse procedimento, as sementes foram semeadas e avaliadas como descrito no teste de germinação (Tunes, et al., 2008).

Já para o teste de patologia, retirou-se uma porção de 100 sementes da amostra. Estas foram divididas e semeadas em quadro caixas gerbox (quatro repetições) com seis folhas de papel germitest sobrepostas na caixa; o papel foi umedecido com água destilada (pH entre 6,5 a 7,5). As amostras permaneceram congeladas por 24 horas, posteriormente foram retiradas e acondicionadas em sala a 20°C por sete dias, 12 horas com luz e 12 horas sem. Após o período de incubação, as sementes foram avaliadas individualmente para identificação dos fungos com auxílio de estereomicroscópio com lente de aumento 20x e contabilizadas o número de sementes infectadas por cada patógeno em cada repetição (Brasil, 2009b).

As análises de resíduos de agrotóxicos foram realizadas no Laboratório Análise de Resíduos Pesticidas (LARP) da Universidade Federal de Santa Maria. Foram analisadas amostras de sementes das três cultivares para cada um dos seis tratamentos, totalizando 18 amostras. As amostras foram protocoladas no laboratório no dia 24/08/2020, mas por restrições da pandemia da Covid-19, as análises foram realizadas em 08/12/2020. As análises de resíduos foram realizadas empregando o método QuEChERS modificado e o equipamento LC-MS/MS. As etapas do procedimento de extração validado para aveia branca, segundo método QuEChERS modificado para análise de resíduos. A análise através do método QuEChERS permite a detecção de inúmeros compostos que estão na formulação química dos agrotóxicos utilizados no manejo das diferentes culturas, classificados como inseticidas, fungicidas, dessecantes entre outros.

Após a extração através do método QuEChERS, é utilizado a Cromatografia Líquida acoplada à espectrometria de massas em série para a determinação de diferentes compostos nas amostras de aveia

branca. Resíduos de pirimifós metílico através do método QuEChERS Citrato e determinação por LC-MS/MS já foram detectados em amostras de aveia e trigo (Matos, *et.al.*, 2019; Lucilini, *et. al.*, 2011).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Foi realizado o teste de normalidade dos dados e de homogeneidade das variâncias. Os dados das variáveis, por estarem em porcentagem, foram transformados pela equação ( $\arcseno \sqrt{(\% / 100)}$ ), segundo Zar, 1984; Snedecor e Cochran, 1989; Ferreira e Borghetti, 2004. Realizou-se o teste de comparação de médias Scott & Knott ( $p 0,05$ ) e, nos casos em que houve efeito significativo, submeteu-se os dados à análise de regressão, utilizando o programa estatístico Genes (Cruz, 2013). Com o auxílio do aplicativo Office Excel fez-se a apresentação dos dados em gráficos de dispersão. Os dados referentes a qualidade fisiológica e sanitária dos genótipos, também, foram confrontados com os dados de precipitações, temperaturas máximas e mínimas registradas ao longo do ciclo da cultura.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observados efeitos significativos ( $p \leq 0,05$ ) para número de aplicações de fungicidas sobre as variáveis de vigor, *Fusarium sp*, *Alternaria sp* e *Drechslera sp* (Tabela 1). Por outro lado, no quesito cultivar só houve efeito significativo para *Drechslera sp*. Quanto à interação cultivar x número de aplicações de fungicida apresentou efeito significativo somente para patologia em *Alternaria sp* e *Drechslera sp*. Para as demais variáveis não foi observada diferença significativa. O coeficiente de variação foi de baixa magnitude para todos os parâmetros pesquisados. É oportuno lembrar, que qualidade de sementes é um conjunto de características que determina o seu potencial para a semeadura, indicando que o desempenho das sementes só pode ser identificado de maneira consistente quando é considerada a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e de sanidade (Marcos Filho, 2005).

Em todos os tratamentos utilizados, a germinação apresentou resultados elevados, média de 89,7%, estando essas sementes aptas para sua utilização, conforme os padrões para sementes de aveia branca previstos na Instrução Normativa n° 45, de 17 de setembro de 2013 (MAPA, 2013).

No teste de vigor, os maiores percentuais foram obtidos com uma aplicação (60 DAE) e com duas aplicações de fungicida (60 e 75 DAE). As médias de sementes infectadas com *Fusarium sp* foram iguais, exceto com cinco aplicações que apresentou um menor índice para este patógeno (Tabela 2). Para que uma semente germine é necessário que esteja viável, em condições ambientais favoráveis, devem estar livre de dormência e com ausência de agentes patogênicos (Sponchiado, 2012).

**Tabela 1.** Análise de variância para germinação, vigor, *Fusarium sp*, *Alternaria sp* e *Drechslera sp* para três cultivares de aveia branca em seis ambientes de cultivo.

(Continua)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		GER (%)	VIG (%)	FUS (%)	ALT (%)	DRE (%)
Cultivar (C)	2	6,9	17,6	3,5	65,7	277,6*
Fungicida (F)	5	7,5	205,3*	9,4*	120,9*	839,6*
C x F	10	6,3	10,1	2,5	93,9*	102,7*
Erro	36	5,3	10,1	2,5	11,2	9,7

(Conclusão)

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		GER (%)	VIG (%)	FUS (%)	ALT (%)	DRE (%)
Total	53	-	-	-	-	-
Média	-	89,7	84,04	98,3	90,3	17,5
CV (%)	-	2,6	3,8	1,6	3,7	17,8

\* significativo à 5% de probabilidade; GL = Graus de Liberdade; GER = Germinação; VIG = Vigor; FUS = *Fusarium* sp; ALT = *Alternaria* sp; DRE = *Drechslera* sp.

Fonte: Os autores

Os microrganismos patogênicos são um dos principais responsáveis pela perda da qualidade de sementes, acarretando numa baixa porcentagem de germinação e vigor, além do desenvolvimento de doenças, deterioração, alteração na qualidade bioquímica e produção de toxinas (Luiz, 1999). Nas regiões tropicais, as mesmas condições que favorecem a germinação das espécies cultivadas também são favoráveis ao crescimento e desenvolvimento de patógenos, fazendo com que sementes tornem-se vulneráveis ao ataque dos mesmos (Nascimento et al., 2006). A presença destes microrganismos pode resultar em dano parcial ou morte da plântula, podendo causar redução de produção, pelo fato de alterar um dos principais componentes de produtividade que é o número de plantas por metro/linear, além de não apresentar seu potencial fenotípico na sua totalidade (Ferreira, 2020).

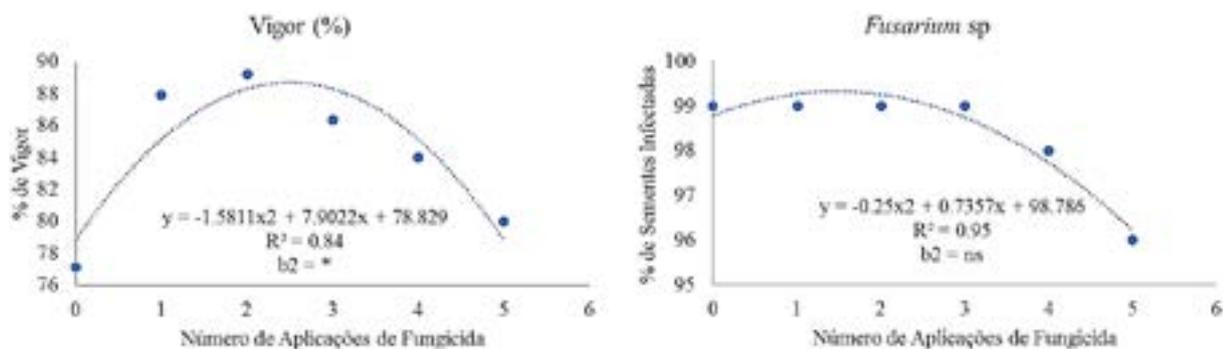
A partir da análise de regressão polinomial pode-se observar que as sementes apresentaram melhor desempenho na análise de vigor, com valor acima de 88% com duas aplicações de fungicida, e que há um decréscimo nas médias com um número maior de aplicações, o que justifica a indicação de realizar, no máximo, duas aplicações do mesmo produto na mesma safra. Análises de vigor mensuram o potencial de emergência a campo e armazenamento, somando-se as análises de germinação se obtém parâmetros de qualidade fisiológica das sementes (ABRATES, 2020). Para *Fusarium* sp o número de aplicações faz com que se tenha um decréscimo positivo no número de sementes infectadas (Figura 1).

**Tabela 2.** Médias gerais considerando os diferentes números de aplicações de fungicida para Vigor (%) e *Fusarium* sp (%) para as três cultivares.

Fungicida	Vigor (%)	<i>Fusarium</i> sp (%)
0	77,1 c	99 a
1 (60 DAE)	87,8 a	99 a
2 (60, 75 DAE)	89,2 a	99 a
3 (60,75,90 DAE)	86,3 b	99 a
4 (60,75, 90, 105 DAE)	84,0 b	98 a
5 (60, 75, 90, 105, 120 DAE)	80,0 c	96 b

Médias seguidas por mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade de erro. DAE = Dias Após Emergência.

Fonte: Os autores



**Figura 1.** Análise de Regressão para Vigor e *Fusarium sp* referente ao número de aplicação de fungicida.

R<sup>2</sup> - Coeficiente de determinação; 1 aplicação de fungicida - 60 dias após emergência; 2 aplicações de fungicida - 60/75 dias após emergência; 3 aplicações de fungicida - 60/75/90 dias após emergência; 4 aplicações de fungicida - 60/75/90/105 dias após emergência; 5 aplicações de fungicida - 60/75/90/105/120 dias após emergência. Fonte: os autores.

Fonte: Os autores

A cultivar URS Taura com três aplicações apresentou menor percentual de sementes infectadas por *Alternaria sp*, já a URS Guria com quatro aplicações de fungicida apresentou uma diminuição no percentual de sementes infectadas pelo mesmo fungo (Tabela 3).

Sem aplicação de fungicida, as sementes infectadas apresentam os maiores percentuais. Na cultivar URS Taura foi próximo a 45%, URS Guria com 35% e URS Corona com menor índice, aproximadamente com 23% das sementes infectadas (Tabela 3). Com três aplicações de fungicida (60/75/90 DAE), se observa um decréscimo significativo no percentual de sementes infectadas pelo fungo *Drechslera sp*.

A presença de *Alternaria sp* nas amostras de aveia das três cultivares se mostraram elevadas em todos os tratamentos (Figura 2). Somente a cultivar URS Taura e a URS Guria apresentaram uma leve diminuição com o aumento do número de aplicações de fungicida, contudo, ainda com presença elevada, em mais de 80% das sementes. A *Alternaria* é considerada uma espécie de fungo cosmopolita, causador da podridão radicular e encontrado em diversas espécies de cereais. Sua capacidade de causar prejuízos vai além dos danos produtivos e econômicos, pela perda da qualidade final do produto devido a liberação de micotoxinas pelo fungo (Kahl et al., 2015).

**Tabela 3.** Teste de comparação de médias para URS Corona, URS Taura e URS Guria e aplicações de fungicidas para *Alternaria sp* e *Drechslera sp* em sementes de aveia branca.

(Continua)

Fungicida	URS CORONA	URS TAURA	URS GURIA
<i>Alternaria sp</i> (%)			
0	93 A	97 A	95 A
1 (60 DAE)	91 A	96 A	94 A
2 (60, 75 DAE)	90 A	83 A	93 B
3 (60,75,90 DAE)	91 A	72 A	91 B
4 (60,75, 90, 105 DAE)	94 A	88 B	87 B
5 (60, 75, 90, 105, 120 DAE)	92 A	93 A	87 A
<i>Drechslera sp</i> (%)			
0	23 C	45 B	35 A
1 (60 DAE)	18 B	32 B	15 A

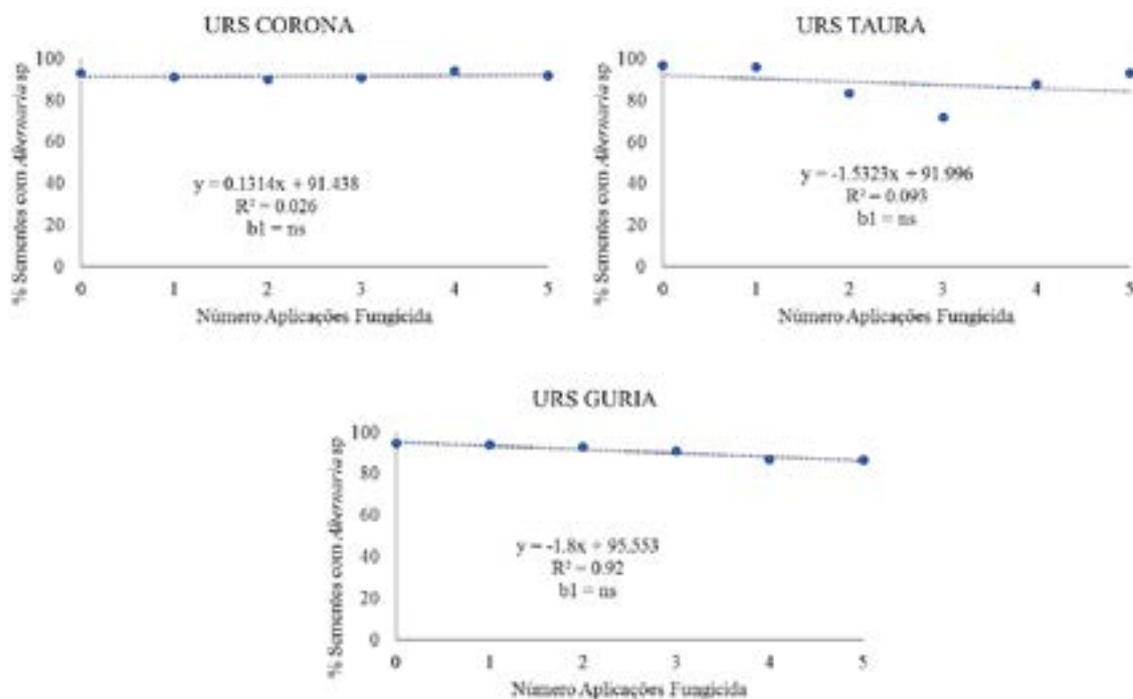
(Conclusão)

Fungicida	URS CORONA	URS TAURA	URS GURIA
2 (60, 75 DAE)	12 B	19 C	7 A
3 (60,75,90 DAE)	5 A	7 A	7 A
4 (60,75, 90, 105 DAE)	16 A	12 A	12 A
5 (60, 75, 90, 105, 120 DAE)	20 A	17 A	15 A

Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas na horizontal não deferem, Scott & Knott a 5%. DAE = Dias Após Emergência  
Fonte: Os Autores

A partir da análise de regressão polinomial pode-se notar um comportamento semelhante entre as três cultivares, em que houve diminuição significativa na presença do fungo *Drechslera sp* entre o primeiro e o quarto tratamento (0, 1, 2, e 3 aplicações de fungicida), Figura 3. Contudo, a partir da quarta aplicação, observa-se um aumento da presença deste patógeno. O que significa que as três cultivares já em final de ciclo sofrem maior pressão dos fungos e as condições climáticas adequadas para o desenvolvimento destes. O fungo *Drechslera avenae* causador da doença mancha foliar de *Helminthosporium* pode acarretar em grandes prejuízos, as quais podem reduzir o rendimento do cereal em até 80% (PEIXOTO et al., 2018). O patógeno sobrevive como micélio em resíduos de colheita de aveia e em sementes infectadas, estas que são sua principal fonte de inóculo (LÂNGARO, et al., 2001).

Estudos realizados por Bin et al. (2019), Bester et al. (2020a; 2020b) e Kristoschik (2020) demonstraram que a presença de patógenos em sementes de aveia branca, em elevadas percentagens, não afetaram significativamente os aspectos de qualidade fisiológica das mesmas. As conclusões destes estudos indicam a necessidade da realização de estudos mais aprofundados para melhor compreender este fenômeno.



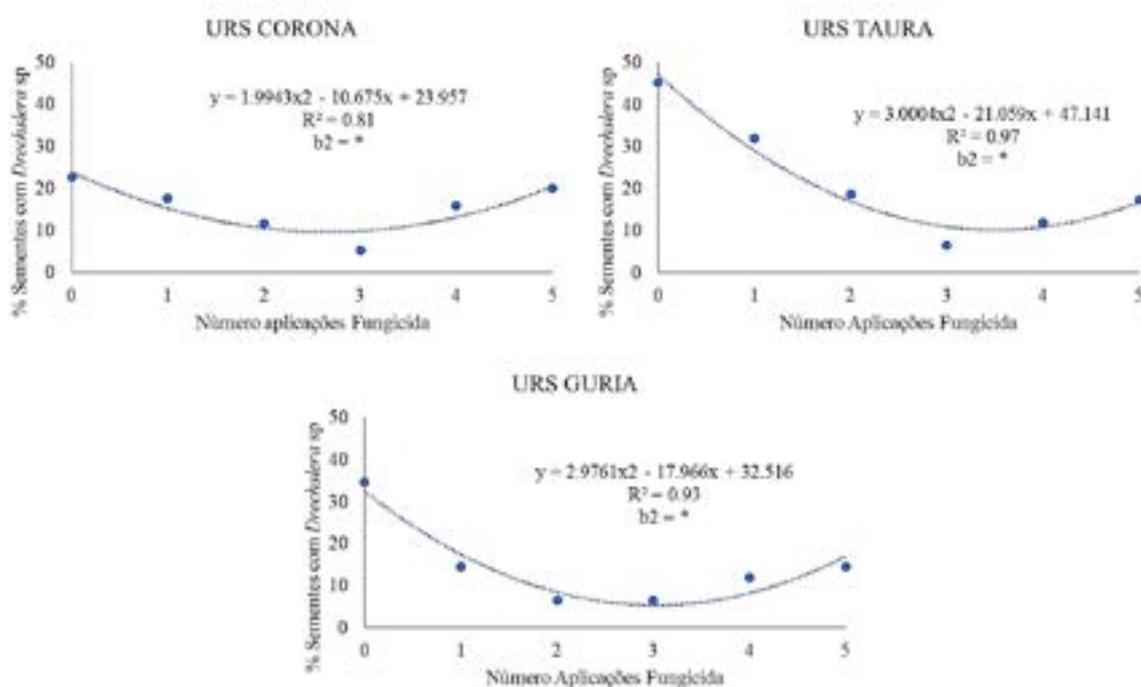
**Figura 2.** Presença de *Alternaria sp* nas amostras de aveia para as cultivares URS Corona, URS Taura e URS Guria nos diferentes manejos com fungicidas.

R<sup>2</sup> - Coeficiente de determinação; 1 aplicação de fungicida - 60 dias após emergência; 2 aplicações de fungicida - 60/75 dias após emergência; 3 aplicações de fungicida - 60/75/90 dias após emergência; 4 aplicações de fungicida - 60/75/90/105 dias após emergência; 5 aplicações de fungicida - 60/75/90/105/120 dias após emergência.

Fonte: Os autores

Na figura 4, são apresentados os dados climáticos (precipitação, temperatura mínima e máxima) durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Nota-se uma alta precipitação no final do ciclo, acompanhado de temperaturas elevadas, sendo estas condições favoráveis para o desenvolvimento de fungos como *Fusarium* sp, *Alternaria* sp e *Drechslera* sp. A produção de cereais de inverno na região sul do Brasil apresenta problemas no final de ciclo, devido as altas precipitações que ocorrem na época da colheita, acarretando na diminuição na qualidade da semente/grão além do aumento na presença de patógenos nas sementes, visto que essas se tornam principal fonte de inóculo para a próxima safra.

Para a qualidade fisiológica das sementes não foi observada interferência negativa pela temperatura elevada no final do ciclo da cultura, assim como observado por Gomes et al. (2019) em que altas temperaturas antecederam a colheita de diferentes cultivares nos municípios de Londrina, Ponta Grossa e Mauá da Serra não comprometendo o desenvolvimento das sementes.



**Figura 3.** Presença de *Drechslera* sp nas amostras de aveia das cultivares URS Corona, URS Taura e URS Guria nos diferentes manejos com fungicidas.

R<sup>2</sup> - Coeficiente de determinação; 1 aplicação de fungicida - 60 dias após emergência; 2 aplicações de fungicida - 60/75 dias após emergência; 3 aplicações de fungicida - 60/75/90 dias após emergência; 4 aplicações de fungicida - 60/75/90/105 dias após emergência; 5 aplicações de fungicida - 60/75/90/105/120 dias após emergência.

Fonte: Os autores

Na análise de resíduos de pesticidas da cultivar URS Corona foram encontrados resíduos de agrotóxicos em seis amostras de 18 analisadas, Tabela 3. Pode-se observar a ocorrência de resíduos a partir da quarta aplicação para Azoxistrobina, a partir da terceira aplicação para Tebuconazole e na quinta aplicação para Trifloxistrobina. Com cinco aplicações, observaram-se resíduos para os três compostos. Destaca-se que os resíduos observados estão abaixo dos limites máximos de resíduos (LMR), exceto para Tebuconazole com cinco aplicações, pois apresentou resíduos de 0,23 mg/kg, em que são permitidos 0,1 mg/kg. Na mesma tabela, também, podem ser observados os dados de médias, desvio padrão e médias mais desvio padrão.

As análises realizadas na cultivar URS Taura também foram identificados resíduos em seis amostras de 18 analisadas. A ocorrência de resíduos foi muito similar aos ocorridos na cultivar URS Corona. Ou seja,

ocorrência de resíduos a partir da quarta aplicação para Azoxistrobina, a partir da terceira aplicação para Tebuconazole e na quinta aplicação para Trifloxistrobina. Com cinco aplicações, observaram-se resíduos para os três compostos. Destaca-se que os resíduos observados para a cultivar URS Taura, também, estão abaixo dos limites máximos de resíduos (LMR) permitidos, exceto para Tebuconazole com cinco aplicações, pois apresentou resíduos de 0,45 mg/kg, em que são permitidos 0,1 mg/kg. Na mesma tabela, também, podem ser observados os dados de médias, desvio padrão e médias mais desvio padrão, Tabela 3.

**Tabela 3.** Resíduos de agrotóxicos presentes nas cultivares URS Corona, URS Taura e URS Guria.

Número de Aplicações	Resíduos em grãos de aveia mg/kg		
	Azoxistrobina (1,0)	Tebuconazole (0,1)	Trifloxistrobina (0,05)
URS Corona			
0	0	0	0
1 (60 DAE)	0	0	0
2 (60/75 DAE)	0	0	0
3 (60/75/90 DAE)	0	0.01	0
4 (60/75/90/105 DAE)	0.06	0.04	0
5 (60/75/90/105/120 DAE)	0.08 <sup>s</sup>	0.23 <sup>s</sup>	0.03 <sup>s</sup>
Média ( )	0.04	0.07	0.01
Desvio Padrão (DP)	0.04	0.11	0.02
+ DP	0.08	0.18	0.03
URS Taura			
0	0	0	0
1 (60 DAE)	0	0	0
2 (60/75 DAE)	0	0	0
3 (60/75/90 DAE)	0	0.01	0
4 (60/75/90/105 DAE)	0.07	0.06	0
5 (60/75/90/105/120 DAE)	0.12 <sup>s</sup>	0.45 <sup>s</sup>	0.04 <sup>s</sup>
Média ( )	0.05	0.13	0.01
Desvio Padrão (DP)	0.06	0.21	0.02
+ DP	0.11	0.34	0.03
URS Guria			
0	0	0	0
1 (60 DAE)	0	0	0
2 (60/75 DAE)	0	0.01	0
3 (60/75/90 DAE)	0	0.02	0
4 (60/75/90/105 DAE)	0.07	0.06	0
5 (60/75/90/105/120 DAE)	0.1 <sup>s</sup>	0.26 <sup>s</sup>	0.04 <sup>s</sup>
Média ( )	0.04	0.09	0.01
Desvio Padrão (DP)	0.05	0.12	0.02
+ DP	0.09	0.21	0.03

DAE = Dia após a emergência; s = valores iguais ou superiores a média + 1 desvio padrão

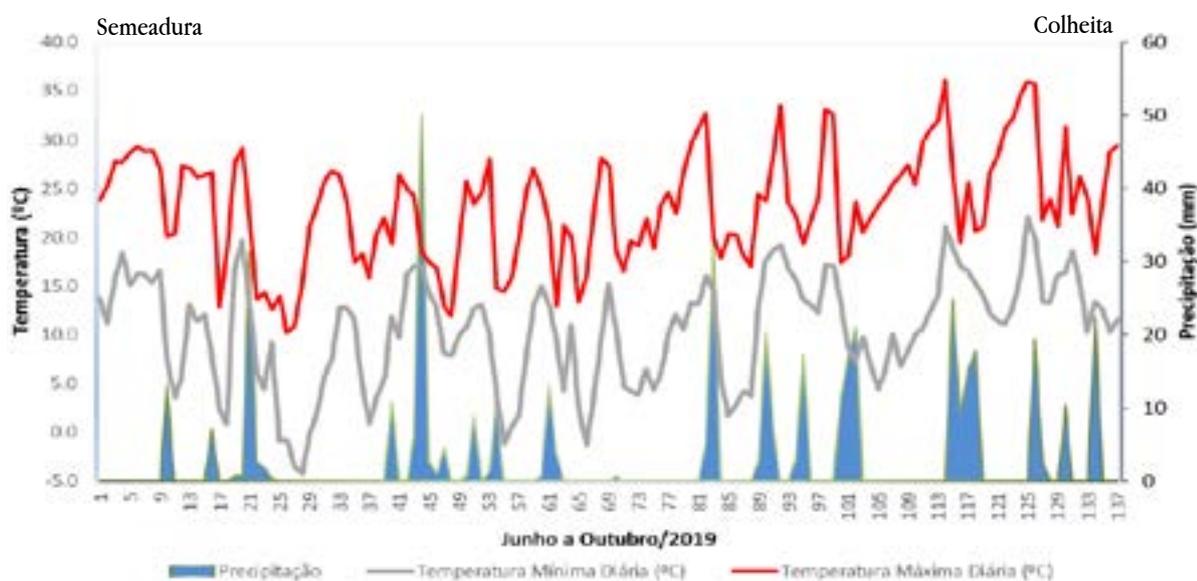
Abaixo da linha valores para cálculo da média e desvio padrão

Fonte: Os autores

As análises realizadas na cultivar URS Guria foram identificados resíduos em sete amostras de 18 analisadas. Nesta cultivar, ocorreram resíduos a partir da quarta aplicação para Azoxistrobina, a partir da segunda aplicação para Tebuconazole e na quinta aplicação para Trifloxistrobina. Com cinco aplicações, observaram-se resíduos para os três compostos, tabela 3. Destaca-se que os resíduos observados para a cultivar URS Taura, também, estão abaixo dos limites máximos de resíduos (LMR) permitidos, exceto para Tebuconazole com cinco aplicações, pois apresentou resíduos de 0,26 mg/kg, em que são permitidos 0,1 mg/kg.

Das 18 amostras analisadas, 14 apresentaram contaminação com pelo menos um composto. Resíduos de azoxistrobina apareceram em seis amostras, resíduos de trifloxistrobina foram encontrados em três amostras, entretanto nenhuma amostra apresentou concentração maior que o limite máximo de resíduos (LMR) estabelecido pela legislação brasileira. Resíduos de tebuconazole foram encontrados em 10 amostras, destas, três amostras apresentaram resíduos acima do limite máximo.

Na figura 4, são apresentados os dados climáticos (precipitação, temperatura mínima e máxima) durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Nota-se uma alta precipitação no final do ciclo, acompanhado de temperaturas elevadas, sendo estas condições favoráveis para o desenvolvimento de fungos como *Fusarium* sp, *Alternaria* sp e *Drechslera* sp. A produção de cereais de inverno na região sul do Brasil apresenta problemas no final de ciclo, devido as altas precipitações que ocorrem na época da colheita, acarretando na diminuição na qualidade da semente/grão além do aumento na presença de patógenos nas sementes, visto que essas se tornam principal fonte de inóculo para a próxima safra.



**Figura 4.** Precipitação pluviométrica, temperatura mínima e máxima no ciclo de aveia 2019.

Fonte: Dados obtidos da estação meteorológica localizada no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR/UNIJUI).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho expressaram elevados índices de germinação e vigor de sementes de aveia branca nas três cultivares e seis tratamentos estudados. Houve, também, elevada ocorrência de *Fusarium* sp. e *Alternaria* sp., independente do número de aplicações de fungicida. A ocorrência de *Drechslera* sp. chegou ao ponto mínimo de contaminação das sementes com três aplicações

de fungicida. Ou seja, mesmo com a ocorrência elevada de patógenos, a germinação e o vigor de sementes de aveia branca mantiveram-se em níveis elevados, assegurando qualidade fisiológica às sementes estudadas. Compostos dos fungicidas tebuconazole, trifloxistrobina e azoxistrobina foram detectados nas análises de resíduos. Destaca-se a presença acima do limite máximo resíduo nas parcelas em que foram realizadas cinco aplicações de tebuconazole. Ressalta-se a importância em cumprir o período de carência, a fim de evitar a contaminação do produto final.

## 5 AGRADECIMENTOS

À Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais e Sustentabilidade (PPGSAS) pela oportunidade de realização do mestrado. Ao Laboratório de Análise de Sementes da UNIJUÍ e ao Instituto Regional Desenvolvimento Rural (IRDeR) pela estrutura disponibilizada para a execução do estudo e à DUBAI alimentos, pela concessão de bolsa parcial de 50%.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020, 601p.

BAZZO, J. H. B.; BARBOSA, A.P.; CARDOSO, C.P.; ZUCARELI, C.; FONSECA, I.C. da B. Physiological quality of seeds of white oat cultivars in response to trinexapac-ethyl application. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 4, p. 636–643, 2018.

BESTER, A.U.; BIN, A.R.; CARBONERA, R.; J.A.G. da. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de aveia branca cultivada sob diferentes doses de redutor de crescimento e nitrogênio. In: RIBEIRO, J.C. (Org). **Avanços científicos e tecnológicos nas ciências agrárias 5**. Ponta Grossa: Atena, p.21-27. 2020a.

BESTER, A.U.; SCHEER, M.R.; KRISTOSCHIK, J.; CARBONERA, R.; SILVA, J.A.G. da. Efeito de cultivares e aplicações de fungicidas sobre os atributos físicos, fisiológicos e sanitários de sementes de aveia branca. **Salão do Conhecimento Unijuí, 2020**. Ijuí: Editora Unijuí, 2020b.

BIN, A.R.; BESTER, A.U.; CARBONERA, R.; SILVA, J.A.G. da. Atributos físicos, fisiológicos e sanitários de sementes de aveia branca produzidas sob diferentes densidades de semeadura e sucessões culturais. **Salão do Conhecimento Unijuí, 2019**. Ijuí: Editora Unijuí, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009a. 365 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 200 p.

CASTRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J. **Ecofisiologia da Aveia Branca**. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 11, n. 3, p. 1–15, 2012.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Versão Windows; Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2013. 382p.

DE MORI, C.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia. **Documentos Online**, 136. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 26 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/969145/1/2013documentosonline136.pdf>. Acesso em: 13. Jul. 2020.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do Básico ao Aplicado**. Porto Alegre, Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, T. C. Patologia de Sementes: Conceitos, Diagnose e Controle Alternativo. **Cadernos de Agroecologia** –ISSN 2236-7934 -Anais do 1º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade -Dourados, Mato Grosso do Sul-v. 15, n.º. 4, 2020.

GOMES, D.; SAPUCAY, M. J. L. da C.; PASSADOR, A. L.; BAZZO, J. H. B; COSTA, D. S. da; ZUCARELLI, C. Potencial fisiológico de sementes de cultivares de aveia branca produzidas em diferentes locais de cultivo. **Cultura Agronômica**, v.28, n.4, p.461-477, 2019.

KAHL, S. M.; ULRICH, A.; KIRICHENKO, A. A.; MÜLLER, M. E. H. Phenotypic and phylogenetic segregation of *Alternaria infectoria* from small-spored *Alternaria* species isolated from wheat in Germany and Russia. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v.119, p.1637-1650, 2015.

KASPARY, T.E.; KASPARY, T.E.; LAMEGO, F.P.; BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S.M.; PITTOL, D. Regulador de crescimento na produtividade e qualidade de sementes de aveia-branca. **Planta Daninha**, v. 33, n. 4, p. 739–750, 2015.

KRISTOSCHIK, J.; SILVA, F.C. da; BESTER, A.U.; CARBONERA, R.; SILVA, J.A.G. da. Efeito de cultivares e densidade de semeadura de aveia nos atributos físicos, fisiológicos e sanitários de sementes. **Salão do Conhecimento Unijuí, 2020**. Ijuí: Editora Unijuí, 2020.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**. Série Ciências Exatas, v. 2, p. 171-182, 2001.

LÂNGARO, N.C., REIS, E.M. & FLOSS, E.L. Detection of *Drechslera avenae* in oat seeds. **Fitopatologia Brasileira**. 26:745-748. 2001.

LUIZ, V. **Estudo dos parâmetros ecofisiológicos para avaliação da qualidade de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, 1999. 72 f.

LUCINI, L.; MOLINARI, G. P. Residues of pirimiphos-methyl in cereals and processed fractions following post-harvest spray application. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**. 2011, 518–524.

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

MATOS, E. M. C; RIBEIRO, L.C.; PRESTES, O.E.; SILVA, J.A.G. da; FARIAS, B.S. de; PINTO, L.A. de. A; ZANELLA, R. Multiclass Method for the Determination of Pesticide Residues in Oat Using Modified QuEChERS with Alternative Sorbent and Liquid Chromatography with Tandem Mass Spectrometry. **Food Analytical Methods**, v. 12, n. 12, 2019, p. 2835–2844.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Mapa. **Instrução Normativa nº 45**, de 17/09/2013.

NASCIMENTO, W. M. O.; CRUZ, E. D.; MORAES, M. H. D.; MENTEN, J. O. M. Qualidade sanitária e germinação de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. (Leguminosae – Caesalpinoideae). **Revista Brasileira Sementes**, vol.28 no.1, Pelotas, 2006.

PEIXOTO, G. H. S.; MUNIZ, P. H. P. C.; MILAN, M. D. BARROSO, F. M.; CARVALHO, D. D. C. Incidência e caracterização morfológica de *Alternaria alternata* e *Bipolaris bicolor* em sementes de trigo ‘BRS 264’. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n.4, Out-Dez. 2018, p. 80-87.DOI: 10.5747.

PESKE, F. B.; BAUDET, L.; PESKE, E. S. T. Produtividade de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fósforo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 95–101, 2009.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, p. 289, 1985.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 8th ed. Ames Iowa State University, 1989. p.503.

SPONCHIADO, J. C. **Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de aveia branca produzidas no planalto catarinense**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Santa Catarina, 2012. 94f.

TUNES, L.M. de; OLIVO, F.; BADINELLI, P.G; CANTOS, A.; BARROS, A.C.S.A. Teste de vigor em sementes de aveia branca. **Revista FZVA**, v.15, n.2, p.94-106, 2008.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito de vigor de sementes de soja sobre seu desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n.1, p. 33-41, 2002.

ZAHR, J. H. **Biostatistical analysis**. 2nd ed. New York Prentice Hall, 1984. p. 718.