

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

## **EFICIÊNCIA AGRONÔMICA À REDUÇÃO DE USO DE FUNGICIDA EM CULTIVARES DE AVEIA À MAIOR SEGURANÇA ALIMENTAR<sup>1</sup>**

### **AGRONOMIC EFFICIENCY TO THE REDUCTION OF FUNGICIDE USE IN OAT CULTIVARS TO GREATER FOOD SECURITY**

**Felipe Uhde Porazzi<sup>2</sup>, Leonardo Norbert<sup>3</sup>, Jean Vítor Tisott<sup>4</sup>, Cristhian Milbradt Babeski<sup>5</sup>,  
Julio Daronco Berlezi<sup>6</sup>, José Antonio Gonzalez da Silva<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa institucional desenvolvida no Departamento de Estudos Agrários - DEAg /UNIJUÍ

<sup>2</sup> Bolsista de Iniciação Tecnológica do PIBITI/CNPq, felipe.uhde@hotmail.com

<sup>3</sup> Bolsista de Iniciação Tecnológica do PROBIC/FAPERGS, norbert.leonardo6@gmail.com

<sup>4</sup> Bolsista de Iniciação Tecnológica do PIBITI/CNPq, jeantisott@outlook.com

<sup>5</sup> Estudante de Agronomia/bolsista MCTIC/CNPq, DEAg/Unijuí, cristhiancmb@hotmail.com

<sup>6</sup> Estudante de Agronomia/bolsista PIBITI/CNPq, DEAg/Unijuí, julio.berlezi28@hotmail.com

<sup>7</sup> Professor Orientador, DEAg/UNIJUÍ, jagsfaem@yahoo.com.br

#### **INTRODUÇÃO**

A aveia é um dos cereais mais produzidos mundialmente, principalmente para alimentação animal e consumo humano (Pereira et al., 2018; Mantai et al., 2020). A qualidade dos grãos de aveia aliada a uma população mais exigente por alimentos nutritivos e saudáveis tem contribuído para a crescente área de cultivo e dos produtos derivados do cereal (Silva et al., 2015). Por outro lado, a reduzida resistência genética das cultivares às doenças foliares vem dificultando o controle, causando danos irreversíveis a produção (Silva et al., 2015). Dentre as doenças foliares, a ferrugem da folha (*Puccinia coronata* Cda. f.sp. *avenae*) e a helmintos-poriose [*Drechslera avenae* (Eidam) El Sharif] têm recebido maior atenção (Martinelli et al., 2009). Segundo estes autores, estas doenças não são satisfatoriamente controladas por resistência genética. O uso de fungicidas é a forma mais eficiente de controle na garantia de produtividade e qualidade de grãos (Silva et al., 2015). A identificação de cultivares mais eficientes à redução de uso de fungicida e da possibilidade de maior intervalo entre a colheita e última aplicação é decisiva a redução na contaminação dos alimentos, maior segurança alimentar e sustentabilidade de cultivo (Oliveira et al., 2014; Silva et al., 2015).

O objetivo do estudo é o emprego da análise de regressão linear na identificação de cultivares de aveia mais eficientes à redução do número de aplicações de fungicida e da possibilidade de maior intervalo entre a colheita e última aplicação do agrotóxico sobre a expressão da produtividade e ao progresso de doença foliares.

Palavras-chave: Avena sativa, doenças foliares, agrotóxico, sustentabilidade, regressão.

Keywords: Avena sativa, leaf diseases, pesticide, sustainability, regression.

#### **METODOLOGIA**

O estudo foi desenvolvido nos anos de 2017 e 2018, em Augusto Pestana, RS, Brasil. O delineamento foi de blocos casualizados com três repetições em esquema fatorial 22 x 4, para 22 cultivares de aveia e 4 condições de uso de fungicida, sendo elas [testemunha (sem aplicação); uma aplicação aos 60 Dias Após Emergência (DAE); duas aplicações aos 60 e 75 DAE e; três aplicações aos 60, 75 e 90 DAE]. As parcelas foram constituídas por cinco linhas espaçadas 0,20 m entre si e cinco metros de comprimento. No controle das doenças foliares, foi utilizado o fungicida FOLICUR® CE na dosagem de 0,75 litros ha<sup>-1</sup>. As variáveis analisadas foram a área

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

foliar necrosada (AFN, %) e a produtividade de grãos (PG, kg ha<sup>-1</sup>). Os dados foram submetidos à análise de variância e de médias. Em cada condição de fungicida as cultivares foram classificadas em superiores (S) e inferiores (I) considerando a média mais ou menos um desvio padrão. Foi realizado o teste de médias por Scott & Knott para análise do desempenho de cada cultivar no número/momento de utilização, analisando o intervalo entre a colheita e última aplicação. Também para cada cultivar foi realizada análise de regressão linear ( $Y = b_0 \pm b_1x$ ) na estimativa da eficiência agrônômica em função do número de aplicações. O coeficiente linear (b) e angular (b<sub>1</sub>x) foram classificados em superior (S) e inferior (I) em relação a média mais ou menos um desvio padrão, como subsídio de análise da resistência genética pela evolução da doença. As análises foram realizadas com o auxílio do software GENES.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2018 (Figura 1), as condições de elevada temperatura do ar e volume de precipitação pluviométrica ao longo do ciclo, condicionaram um ambiente com períodos de maior nebulosidade e umidade do ar, promovendo um ambiente favorável ao desenvolvimento de doenças foliares. Os valores de produtividade obtidos suportam a classificação do ano de 2018 como intermediário (AI) ao cultivo da aveia e favorável ao progresso de doenças foliares (AF).

Em 2017 (Figura 1), os valores de temperatura do ar foram mais elevados em relação a 2018 e de forte instabilidade na fase vegetativa. As altas temperaturas promoveram aceleração dos estádios fenológicos reduzindo a estatura e o ciclo. As altas temperaturas com reduzida precipitação pluviométrica e umidade do ar não favoreceram o progresso de doenças foliares. A reduzida umidade do solo no momento de aplicação do nitrogênio (Figura 1) promoveu menor eficiência de absorção do nutriente, comprometendo a expectativa de produtividade de 4000 kg ha<sup>-1</sup> e dificultando uma análise mais diretamente ligada aos efeitos da doença. Portanto, os valores médios de produtividade comparados com a expectativa desejada confirmam um ano agrícola desfavorável ao cultivo (AD) da aveia e desfavorável ao progresso de doenças foliares (AD).

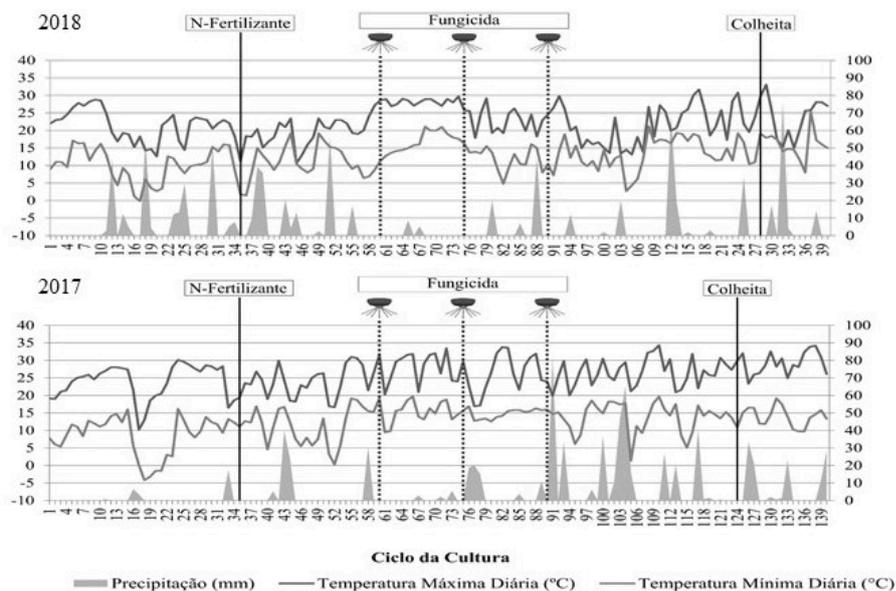


Figura 1: Dados de precipitação pluviométrica e temperatura mínima e máxima diária durante o ciclo de cultivo da aveia

**Evento:** XXVIII Seminário de Iniciação Científica

**ODS:** 2 - Fome zero e agricultura sustentável

Os elementos meteorológicos exercem forte influência sobre os indicadores de produtividade em cereais de inverno, que requerem temperaturas amenas e adequada distribuição pluviométrica (Cordeiro et al. 2015; Trautmann et al., 2020). No cultivo da aveia, as condições meteorológicas e de manejo possuem ligação direta sobre a expressão dos indicadores de produtividade e qualidade industrial e química de grãos (Nazareno et al., 2017; Mantai et al., 2020).

A severidade das doenças foliares sobre as culturas de inverno estão diretamente relacionadas às condições meteorológicas durante o ciclo de cultivo, principalmente à precipitação pluviométrica e à temperatura do ar (Castro et al., 2012). Portanto, temperaturas médias acima de 20° C, aliado a níveis elevados de umidade, caracterizam um ambiente favorável ao desenvolvimento dos fungos causadores de doenças foliares nos cereais (Karise et al., 2016).

Na Tabela 1 de análise de regressão linear da produtividade de grãos e área foliar necrosada em 2018 foi possível diferenciar as cultivares com maior resistência genética às doenças foliares. Na expressão da área foliar necrosada, as cultivares URS Estampa, Brisasul, UPFA Ouro e UPFA Gaudéria evidenciaram desempenho superior, confirmando maior resistência genética. Por outro lado, não apresentaram desempenho superior para a expressão da produtividade de grãos, não corroborando a uma efetiva relação direta negativa entre o aumento da área foliar necrosada com a produtividade de grãos.

Tabela 1. Regressão linear da produtividade de grãos e área foliar necrosada em cultivares de aveia em função do número de aplicações de fungicida em 2018

Cultivar	Produtividade de Grãos (kg ha <sup>-1</sup> )			AFN <sub>105DAE</sub> (%)		
	b <sub>0</sub> ±b <sub>1</sub> x	R <sup>2</sup>	P(b <sub>1</sub> x)	b <sub>0</sub> ±b <sub>1</sub> x	R <sup>2</sup>	P(b <sub>1</sub> x)
URS Altiva	<sup>§</sup> 2204 + 654x	98	*	60 - 22,3x	89	*
URS Brava	1338 + 908x	99	*	43 - 16x	79	*
URS Guará	1500 + 698x	96	*	62 - 23,9x	81	*
URS Estampa	1667 + 567x	97	*	<sup>§</sup> 28 - <sup>§</sup> 5,7x	97	*
URS Corona	990 + 838x	96	*	<sup>l</sup> 100 - <sup>l</sup> 31,0x	74	*
URS Torena	1594 + <sup>l</sup> 503x	84	*	63 - 18,2	90	*
URS Charrua	<sup>§</sup> 1882 + <sup>l</sup> 489x	82	*	54 - 19,2x	86	*
URS Guria	<sup>§</sup> 2075 + <sup>l</sup> 543x	93	*	50 - 18,8x	79	*
URS Tarimba	1264 + 635x	95	*	49 - 14,9x	88	*
URS Taura	990 + 607x	96	*	72 - 25,1x	77	*
URS 21	1650 + <sup>l</sup> 553x	91	*	58 - 19,1x	84	*
FAEM 007	<sup>l</sup> 591 + 876x	89	*	<sup>l</sup> 83 - 24,0x	77	*
FAEM 006	933 + <sup>§</sup> 996x	96	*	<sup>l</sup> 88 - <sup>l</sup> 30,1x	83	*
FAEM 5 Chiarasul	<sup>l</sup> 581 + <sup>§</sup> 1164x	93	*	<sup>l</sup> 90 - <sup>l</sup> 30,8x	87	*
FAEM 4 Carlasul	1451 + 774x	92	*	63 - 20,2x	77	*
Brisasul	1253 + 918x	93	*	38 - <sup>§</sup> 10,5x	83	*
Barbarasul	<sup>l</sup> 828 + <sup>§</sup> 1090x	93	*	<sup>l</sup> 94 - <sup>l</sup> 31,8x	86	*
URS Fapa Slava	1197 + 729x	90	*	52 - 11,8x	92	*
IPR Afrodite	<sup>l</sup> 611 + <sup>§</sup> 972x	98	*	80 - <sup>l</sup> 30,2x	85	*
UPFPS Farroupilha	1535 + 719x	93	*	54 - 20,1x	89	*
UPFA Ouro	1490 + 648x	98	*	<sup>§</sup> 25 - <sup>§</sup> 9,3x	76	*
UPFA Gaudéria	1396 + 618x	98	*	<sup>§</sup> 24 - <sup>§</sup> 5,8x	91	*
Geral	1319 + 750x			60 - 19,9x		
DP	453 + 194x			22 - 8,1x		
Superior	1722 + 944x			38 - 11,8x		
Inferior	866 + 555x			82 - 28,0x		

AFN<sub>105DAE</sub> (%) = área foliar necrosada avaliada aos 105 dias após a emergência; P(b<sub>1</sub>x) = parâmetro que mede a inclinação da reta pela probabilidade de T a 5% de erro; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; \* = significativo a 5% de probabilidade de erro; S = superior à média mais um desvio padrão para a variável PG e inferior à média menos um desvio padrão para a variável AFN<sub>105DAE</sub>; I = inferior à média menos um desvio padrão para a variável PG e superior à média mais um desvio padrão para a variável AFN<sub>105DAE</sub>; DP = desvio padrão.

As cultivares FAEM 006, FAEM 5 Chiarasul, Barbarasul e IPR Afrodite foram as cultivares que apresentaram superioridade para o coeficiente angular das equações de regressão referentes

**Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica**  
**ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável**

à produtividade de grãos. Das cultivares citadas, somente a cultivar FAEM 006 não apresentou inferioridade para o intercepto  $b_0$ , indicando uma melhor resposta a não utilização do fungicida. Já as cultivares URS Altiva, URS Charrua e URS Guria apresentaram desempenhos superiores para o intercepto  $b_0$  das suas respectivas equações de regressão para a produtividade de grãos.

De forma geral, destacaram-se as cultivares FAEM 4 Carlasul, URS Corona e URS Altiva ao longo dos três anos agrícolas, quanto à expressão da produtividade de grãos. A cultivar FA-EM 4 Carlasul obteve desempenho superior para o intercepto  $b_0$  em dois anos agrícolas e superioridade em um ano para o coeficiente angular. As cultivares URS Corona e URS Alti-va apresentaram superioridade para o intercepto  $b_0$  e para o coeficiente angular em um ano de cultivo. Além disto, evidencia-se que em nenhum ano agrícola estas cultivares apresentaram inferioridade na média de produtividade de grãos na ausência de fungicida.

Na Tabela 2, da análise de regressão linear no ano desfavorável de cultivo da aveia e progressão de doenças foliares (2017), os valores de intercepto ( $b_0$ ) e de coeficiente angular ( $b_1$ ) para área foliar necrosada evidenciaram reduzida variabilidade entre as cultivares. Em-bora níveis elevados de área foliar necrosada fossem observados na ausência de fungicida, as aplicações do agente químico pouco contribuíram para a redução destes valores. Estes resultados evidenciam a grande contribuição das condições meteorológicas no progresso da necrose foliar, principalmente pela restrição hídrica e elevada temperatura, prejudicando a identificação de cultivares mais resistentes e a possibilidade de redução no número de aplicações do fungicida e com maior intervalo da aplicação à colheita.

Tabela 2. Regressão linear da produtividade de grãos e área foliar necrosada em cultivares de aveia em função do número de aplicações de fungicida em 2017

Cultivar	Produtividade de Grãos (kg ha <sup>-1</sup> )			AFN <sub>105DAE</sub> (%)		
	$b_0 \pm b_{1X}$	R <sup>2</sup>	P(b <sub>1X</sub> )	$b_0 \pm b_{1X}$	R <sup>2</sup>	P(b <sub>1X</sub> )
URS Altiva	1258 + 314x	85	*	<sup>§</sup> 88 - 12,0x	70	*
URS Brava	1211 + 307x	85	*	92 - 13,2x	84	*
URS Guará	1227 + 395x	97	*	92 - 13,8x	87	*
URS Estampa	<sup>¶</sup> 930 + <sup>¶</sup> 293x	87	*	93 - 14,2x	88	*
URS Corona	1335 + <sup>§</sup> 459x	86	*	<sup>§</sup> 88 - 12,3x	64	*
URS Torena	<sup>¶</sup> 996 + <sup>§</sup> 509x	93	*	92 - 13,3x	82	*
URS Charrua	1127 + 367x	86	*	<sup>§</sup> 89 - 12,8x	73	*
URS Guria	1183 + <sup>§</sup> 474x	99	*	92 - 10,9x	83	*
URS Tarimba	<sup>¶</sup> 865 + 397x	98	*	90 - <sup>¶</sup> 10,0x	66	*
URS Taura	1228 + 384x	89	*	90 - 13,6x	76	*
URS 21	1250 + 342x	77	*	<sup>¶</sup> 96 - 12,2x	94	*
FAEM 007	<sup>§</sup> 1709 + 324x	72	*	92 - 10,8x	80	*
FAEM 006	1515 + 406x	88	*	<sup>¶</sup> 96 - <sup>¶</sup> 15,6x	94	*
FAEM 5 Chiarasul	1480 + 327x	93	*	90 - 9,6x	65	*
FAEM 4 Carlasul	<sup>§</sup> 1776 + <sup>§</sup> 499x	99	*	92 - <sup>¶</sup> 17,7x	90	*
Brisasul	1180 + 360x	88	*	90 - 13,3x	76	*
Barbarasul	1339 + <sup>¶</sup> 222x	83	*	92 - 13,7x	84	*
URS Fapa Slava	1143 + 451x	89	*	92 - 11,8x	83	*
IPR Afrodite	1344 + <sup>§</sup> 453x	92	*	90 - <sup>¶</sup> 17,2x	82	*
UPFPS Farroupilha	<sup>§</sup> 1714 + 330x	71	*	92 - 13,6x	85	*
UPFA Ouro	1364 + 359x	92	*	<sup>¶</sup> 96 - 11,7x	95	*
UPFA Gaudéria	1465 + <sup>¶</sup> 233x	78	*	93 - <sup>¶</sup> 9,3x	78	*
Média Geral	1302 + 373x			92 - 12,8x		
Desvio Padrão	239 + 79x			2 - 2,2x		
Superior (S)	1541 + 452x			90 - 10,7x		
Inferior (I)	1062 + 294x			94 - 15,0x		

AFN<sub>105DAE</sub>(%)= área foliar necrosada avaliada aos 105 dias após a emergência; P(b<sub>1X</sub>)= parâmetro que mede a inclinação da reta pela probabilidade de T a 5% de erro; R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação; \*= significativo a 5% de probabilidade de erro; <sup>§</sup>=superior à média mais um desvio padrão para a variável PG e inferior à média menos um desvio padrão para a variável AFN<sub>105DAE</sub>; <sup>¶</sup>= inferior à média menos um desvio padrão para a variável PG e superior à média mais um desvio padrão para a variável AFN<sub>105DAE</sub>; DP= desvio padrão.

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável

As cultivares URS Corona, URS Torena, URS Guria, FAEM 4 Carlasul e IPR Afrodite apresentaram superioridade de coeficiente angular na expressão da produtividade de grãos, evidenciando maior dependência à ação do fungicida. Por outro lado, as cultivares FAEM 007, UPFPS Farroupilha e FAEM 4 Carlasul apresentaram superioridade de intercepto ( $b_0$ ), valor de coeficiente linear, indicando menor dependência às aplicações do fungicida num cenário que não ocorre a utilização do produto. Nesta condição, a cultivar FAEM 4 Carlasul mostra superioridade nos coeficientes de regressão linear ( $b_0$ ) e angular ( $b_1$ ), capacidade de maior produtividade sem uso do fungicida e de resposta a melhoria da produtividade com o número de aplicações. Este genótipo reporta um comportamento de adaptabilidade ampla ao produto químico, sobretudo, a possibilidade de redução do agroquímico e com maior retorno de produtividade em comparação as demais.

Ranzi & Forcelini (2013) se utilizaram de regressão linear para estimativa da expansão da área foliar necrosada em trigo, sob diferentes condições de uso de fungicida, qualificando a identificação de cultivares de desempenho superior. A presença de doenças foliares no cultivo da aveia acarreta em perdas significativas na produtividade. Dentre as doenças foliares, a ferrugem da folha e a mancha amarela são as que inviabilizam a cultura (Oliveira et al., 2014). A otimização das técnicas de manejo pela identificação de cultivares mais resistentes a essas doenças, é essencial para maximizar a produtividade e a qualidade de grãos (Oliveira et al., 2011). A elaboração de grãos mais saudáveis à alimentação e com menores impactos ao ambiente exigem manejos voltados a redução de uso de fungicida e com maior intervalo entre a colheita e última aplicação de fungicida combinada com o uso de cultivares com maior resistência genética (Silva et al., 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de regressões para a descrição do comportamento e estimativa da taxa da produtividade de grãos de aveia e área foliar necrosada em função do momento e número de aplicações de fungicida permitiu identificar as cultivares mais eficientes e estáveis à redução no número de aplicações de fungicida. Desta forma, recomenda-se as cultivares FAEM 4 Carlasul, URS Corona e URS Altiva para possibilitar um cultivo mais sustentável e com menores impactos à saúde humana e ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, G. S. A.; Costa, C. H. M. da; Neto, J. F. Ecofisiologia da aveia branca. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.11, p.1-15, 2012.
- Cordeiro, M. B.; Dallacort, R.; Freitas, P. S. L.; Seabra, J. S.; Santi, A.; Fenner, W. Aptidão agroclimática do trigo para as regiões de Rondonópolis, São José do Rio Claro, São Vicente e Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. *Revista Agro@ambiente On-line*, v.9, p.96-101, 2015.
- Martinelli, J. A.; Chaves, M. S.; Federizzi, L. C.; Savi, V. Expressão da resistência parcial à ferrugem da folha da aveia presente na linhagem MN841801, no ambiente do Sul do Brasil. *Ciência Rural*, v.39, p.1335-1342, 2009.
- Karise, R.; Dreyersdorff, G.; Jahani, M.; Veromann, E.; Runno-Paurson, E.; Kaart, T.; Smaggh, G.; Mand, M. Reliability of the entomovector technology using Prestop-Mix and *Bombus terrestris* L. as a fungal disease biocontrol method in open field. *Scientific reports*, v.6, 2016.
- Mantai, R.D.; Silva, J.A.G.; Binelo, M.O.; Sausen, A.T.Z.R.; Rossi, D.S.; Corso, J.S. Nitrogen management in the relationships between oat inflorescence components and productivity. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, n.6, p.385-393, 2020.
- Nazareno, E. S.; Li, F.; Smith, M.; Park, R. F.; Kianian, S. F.; Figueroa, M. *Puccinia corona-ta* f.

**Evento:** XXVIII Seminário de Iniciação Científica

**ODS:** 2 - Fome zero e agricultura sustentável

sp. avenae: a threat to global oat production. *Molecular Plant Pathology*, v. 19, n.5, p. 1047 – 1060, 2017.

OLIVEIRA, Davi Melo de et al. Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. *Bragantia* [online]. 2011, vol. 70, n. 1. 2011.

Oliveira, E. A. P.; Zucareli, C.; Fonseca, I. C. B.; Oliveira, J. C.; Barros, A. S. R. Foliar fungicide and environments on the physiological quality of oat seeds. *Journal of Seed Science*, v.36, p.15-24, 2014.

Pereira, L. M.; Tissot-Squalli, M. L.; Wildner, G.; Dornelles, E. F.; Heck, T. G.; Silva, J. A. G. Oxidative stress measurements can indicate the best dose and period of nitrogen fertilizer in white oat crop. *International Journal of Development Research*, v.8, n.1, p.18468-18474, 2018.

Ranzi, C.; Forcelini, C. A. Aplicação curativa de fungicidas e seu efeito sobre a expansão de lesão da mancha-amarela do trigo. *Ciência Rural*, v. 43, n. 9, p. 1576–1581, 2013.

Silva, J. A. G. da; Wohlenberg, M. D.; Arenhardt, E. G.; Oliveira, A. C.; Mazurkiewicz, G.; Muller, M.; Arenhardt, L. G.; Binelo, M. O.; Arnold, G.; Pretto, R. Adaptability and stability of yield and industrial grain quality with and without fungicide in Brazilian oat cultivars. *American Journal of Plant Sciences*, v.6, p.1560-1569, 2015.

Trautmann, A.P.B.; Silva, J.A.G.; Binelo, M.O.;Valdiero, A.C.; Henrichsen, L., Basso, N. Simulation of wheat yield by nitrogen and nonlinearity of environmental conditions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.24, n.1, p.44-51, 2020.

**Parecer CEUA:** 076/15