

A produção sem agrotóxicos no controle de doenças foliares da aveia: indutor de resistência por silício e potássio e zona de escape

The production without pesticides in the control of oat foliar diseases: resistance inducer by silicon and potassium and escape zone

La producción sin pesticidas en el control de enfermedades foliares de avena: inductor de resistencia por silicio y potasio y zona de escape

Recebido: 31/05/2022 | Revisado: 12/06/2022 | Aceito: 15/06/2022 | Publicado: 26/06/2022

Natiane Carolina Ferrari Basso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6538-7299>

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: natiane.ferrari@gmail.com

Cristhian Milbradt Babeski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2273-2512>

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: cristhiancmb@hotmail.com

Lisa Brönstrup Heuser

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9831-4128>

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: lisaheusner9008@gmail.com

Natália Guiotto Zardin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3130-4317>

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: nataliagzardin@gmail.com

Willyan Júnior Adorian Bandeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9430-3664>

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: willyan.bandeira@sou.unijui.edu.br

Ivan Ricardo Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7947-4900>

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: carvalho.irc@gmail.com

Christiane de Fátima Colet

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2023-5088>

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: christiane.colet@unijui.edu.br

José Antonio Gonzalez da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9335-2421>

Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: jagsfaem@yahoo.com.br

Resumo

A aveia branca é uma espécie de inverno com inúmeros benefícios aos sistemas de cultivo e na alimentação animal e humana. É reconhecida como alimento nutracêutico pelos benefícios à saúde. Esta condição tem promovido o aumento das áreas de cultivo buscando atender a demanda, porém, favorecendo o surgimento de doenças fúngicas, responsáveis por danos expressivos na produtividade e qualidade de grãos. A ferrugem da folha (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*) e a helmintosporiose (*Drechslera avenae* (Eidam) Sarif) são as mais relevantes pela sua agressividade. Estas doenças não são controladas satisfatoriamente pela resistência genética e sua ocorrência e agressividade está relacionada a presença de ambiente favorável ao desenvolvimento dos fungos, hospedeiro suscetível e patógeno virulento. O uso de fungicida tem sido a alternativa mais eficiente de controle, na garantia de produtividade com retorno econômico ao agricultor. Entretanto, o uso de agrotóxicos tem gerado discussões acerca dos efeitos adversos ao ambiente, a segurança alimentar e a saúde pública, condição que reforça a busca por sistemas agrícolas mais sustentáveis. Esta revisão busca apresentar uma profunda discussão acerca dos agrotóxicos e alternativas mais sustentáveis que possam reduzir e/ou evitar a incidência e severidade de doenças fúngicas na aveia. Dentre as alternativas, a discussão engloba duas potenciais tecnologias de manejo, a semeadura envolvendo zonas de escape à restrição ao desenvolvimento dos fungos e uso de indutores abióticos de resistência por silício e potássio.

Palavras-chave: *Avena sativa* L.; Alimento funcional; Zoneamento; Segurança alimentar; Agenda 2030.

Abstract

White oat is a winter species with numerous benefits to cultivation systems and animal and human nutrition. It is recognized as a nutraceutical food for its health benefits. This condition has promoted the increase of cultivation areas seeking to meet the demand, however, favoring the emergence of fungal diseases, responsible for expressive damages in the productivity and quality of grains. Leaf rust (*Puccinia coronata* f. sp. avenae) and helminthosporiose (*Drechslera avenae* (Eidam) Sarif) are the most relevant due to their aggressiveness. These diseases are not satisfactorily controlled by genetic resistance and their occurrence and aggressiveness is related to the presence of a favorable environment for the development of fungi, a susceptible host, and a virulent pathogen. The use of fungicide has been the most efficient alternative of control, in the guarantee of productivity with economic return to the farmer. However, the use of pesticides has generated discussions about the adverse effects on the environment, food safety and public health, a condition that reinforces the search for more sustainable agricultural systems. This review seeks to present a deep discussion about pesticides and more sustainable alternatives that can reduce and/or avoid the incidence and severity of fungal diseases in oats. Among the alternatives, the discussion encompasses two potential management technologies, sowing involving escape zones to restrict the development of fungi and the use of abiotic resistance inducers by silicon and potassium.

Keywords: *Avena sativa* L.; Functional food; Zoning; Food security; Agenda 2030.

Resumen

La avena blanca es una especie de invierno con numerosos beneficios para los sistemas de cultivo y la nutrición animal y humana. Es reconocido como un alimento nutraceutico por sus beneficios para la salud. Esta condición ha promovido el aumento de las áreas de cultivo buscando satisfacer la demanda, sin embargo, favoreciendo la aparición de enfermedades fúngicas, responsables de daños expresivos en la productividad y calidad de los granos. La roya de la hoja (*Puccinia coronata* f. sp. avenae) y la helmintosporiosis (*Drechslera avenae* (Eidam) Sarif) son las más relevantes por su agresividad. Estas enfermedades no son controladas satisfactoriamente por la resistencia genética y su ocurrencia y agresividad está relacionada con la presencia de un ambiente favorable para el desarrollo del hongo, un huésped susceptible y un patógeno virulento. El uso de fungicidas ha sido la alternativa de control más eficiente, en la garantía de productividad con retorno económico para el agricultor. Sin embargo, el uso de plaguicidas ha generado discusiones sobre los efectos adversos sobre el medio ambiente, la seguridad alimentaria y la salud pública, condición que refuerza la búsqueda de sistemas agrícolas más sostenibles. Esta revisión busca presentar una discusión profunda sobre pesticidas y alternativas más sustentables que pueden reducir y/o evitar la incidencia y severidad de las enfermedades fúngicas en la avena. Entre las alternativas, la discusión abarca dos posibles tecnologías de manejo, la siembra con zonas de escape para restringir el desarrollo de hongos y el uso de inductores de resistencia abiótica por silicio y potasio.

Palabras clave: *Avena sativa* L.; Alimentos funcionales; Zonificación; Seguridad alimentaria; Agenda 2030.

1. Introdução

As transformações tecnológicas desencadeadas com a Revolução Verde permitiram o aumento da produtividade agrícola global com o aumento da produção de alimentos (Kumar, 2012; John & Babu, 2021). O aumento populacional e a crescente demanda mundial por alimentos é preocupação constante na busca por sistemas agrícolas mais produtivos (Lindgren, et al., 2018; Calicioglu, et al., 2019). Aliado a isso, maior atenção tem sido voltada a produção de alimentos nutraceuticos, que além de nutrir, apresentam propriedades bioativas com benefícios à saúde e tratamento complementar de algumas doenças (Makkar, et al., 2020; Olaniran, et al., 2021). Neste cenário a aveia se destaca como uma opção de grãos com elevado valor nutricional e que pode ser incorporada em vários produtos destinados a alimentação (Chauhan, et al., 2018; Silva, et al., 2020). Além de ser uma alternativa para utilização em sistemas de cultivo e destinada a alimentação animal (Marolli et al., 2017 a; Matos, et al., 2019). Considerando as várias formas de utilização da espécie, como resultado há um aumento gradativo das áreas destinadas à produção de aveia, caracterizada em sua maioria pelo uso de apenas uma cultivar, condição que favorece a maior incidência e progressão de doenças sobre a espécie (Carvalho, 2012; Fones, et al., 2020). Dentre as doenças, a ferrugem da folha (*Puccinia coronata* f. sp. avenae) e a helmintosporiose (*Drechslera avenae* (Eidam) Sarif) são as mais relevantes pela sua agressividade e consequentes perdas de produtividade durante o cultivo da aveia (Dietz, et al., 2019; Dornelles, et al., 2021).

O controle das doenças fúngicas em aveia não tem se apresentado eficaz pelo emprego de resistência genética e uso de outras práticas de manejo, de maneira que a utilização de agrotóxicos é facilmente empregado ao sistema de cultivo para

garantir a produtividade (Alessi, et al., 2018; Nunes, et al., 2021). No entanto, o uso de agrotóxicos tem gerado maior preocupação frente a falta de segurança alimentar e os impactos adversos ao ambiente em todos os compartimentos, ar, solo e água (Gomes, et al., 2020; Negatu, et al., 2021). Junto a isso, estudos tem demonstrado a forte associação entre os agrotóxicos e a ocorrência de inúmeras doenças graves que afetam a população, gerando maior preocupação pelos impactos negativos a saúde pública (Nicolopoulou-Stamati, et al., 2016; Rani, et al., 2021). Com base em evidências científicas, os riscos reais e previstos que os agrotóxicos representam para a saúde humana (exposição ocupacional, ambiental e alimentar) e para o ambiente são comprovados e sugerem que o atual sistema de produção agrícola está atingindo seus limites e se tornando cada vez mais insustentável (Kim, et al., 2017; Mesnage & Séralini, 2018). Neste sentido, a busca pela sustentabilidade dos sistemas agrícolas é uma questão fundamental e diretamente ligado ao futuro da humanidade, sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias de manejo capazes de suprir as necessidades agrícolas com maior cuidado ao ambiente e os dependentes desse meio (Pretty, 2007; Brzozowski & Mazourek, 2018).

Para a obtenção de sistemas agrícolas mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, econômico e social, alternativas ao manejo convencional pelo uso de fungicida podem ser melhor exploradas no cultivo da aveia. Nesta perspectiva, é importante o conhecimento acerca da interação ambiente, patógeno, hospedeiro, fatores envolvidos diretamente no desenvolvimento e propagação das doenças fúngicas (Terzi, et al., 2014; Rajput, et al., 2017). A presença de condições ambientais desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura de interesse é condição para a maior incidência de doenças fúngicas, tendo em vista a presença constante dos microrganismos no ambiente. Desta forma, a definição de uma zona de escape pela presença de condições desfavoráveis ao desenvolvimento dos fungos durante uma boa parte do ciclo de desenvolvimento da aveia pode proporcionar o controle natural das doenças foliares. Aliado a isso, a utilização de elementos indutores de resistência abióticos, capazes de conferir maior resistência frente a infecção e progressão das doenças fúngicas em aveia, pode ser manejo complementar como alternativa para diminuir os impactos negativos dos agrotóxicos pela eliminação de uso de fungicidas em aveia. Neste sentido, o emprego de elementos indutores de resistência, como silício e potássio, pode ser uma solução a eliminação do uso de fungicidas no controle das doenças foliares, com benefícios ao desenvolvimento das plantas (Burketova, et al., 2015).

O emprego de manejos alternativos ao uso de fungicidas no cultivo da aveia é um recurso para a obtenção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e livre de agrotóxicos. Neste sentido, este estudo teve por objetivo realizar uma revisão bibliográfica acerca da importância da aveia e a necessidade de obtenção de um bom desempenho agrônômico da espécie junto a utilização de métodos alternativos de controle de doenças foliares por zona de escape e uso de silício e potássio como elementos indutores de resistência. Condição necessária a redução e/ou eliminação do uso de agrotóxicos no cultivo do cereal, colaborando para realização de cultivos mais sustentáveis na garantia de segurança alimentar e ambiental.

2. Metodologia

Esta pesquisa trata-se de uma revisão narrativa da literatura do tipo qualitativa, visando desenvolver o estado da arte acerca da produção da aveia e os problemas devido ao uso de agrotóxicos no controle das principais doenças, e a possibilidade de emprego de indutores de resistência e zona de escape, voltado ao manejo mais sustentável com segurança alimentar. Nesta perspectiva, se apresenta os seguintes tópicos: “benefícios e multiplicidade da aveia”, “incidência de doenças foliares na aveia”, “controle convencional de doenças fúngicas da aveia”, “agrotóxicos (fungicidas) e os impactos ao ambiente e à saúde pública”, “controle de doenças por zona de escape na aveia” e “indutores de resistência e os múltiplos benefícios em aveia”. A pesquisa foi realizada através do acesso online nas bases de dados Google e Google Scholar, durante os meses de janeiro de 2021 a maio de 2022. Para isso, foram selecionados e lidos artigos científicos em qualquer idioma de várias revistas nacionais e internacionais, além de documentos que abordavam o assunto principal. Por se tratar de uma revisão do tipo narrativa, não

houve critérios de aceitação ou exclusão de trabalhos, assim como, não foram definidos anos específicos para seleção e leitura para compor o desenvolvimento da discussão abordada nesta pesquisa. Esta configuração metodológica é descrita no trabalho desenvolvido por Rother, 2007.

3. Benefícios e Multiplicidade da Aveia

O cultivo da aveia branca (*Avena sativa* L.) vem se firmando como uma importante alternativa de exploração agrícola devido à importância desta espécie e suas inúmeras formas de utilização (Castro, Costa & Neto, 2012; Hawerth, et al., 2015 a; Scremin, et al., 2017 b; Kraisig, et al., 2020). No Brasil, a aveia evidencia grande importância nos sistemas de cultivo, principalmente na região Sul do país, caracterizando-se como uma excelente alternativa na produção de forragem e grãos no período de inverno, ou ainda, podendo ser destinada para cobertura do solo em sistemas de rotação de cultura e plantio direto (Hawerth, et al., 2015 b; Dornelles, et al., 2018; Matos, et al., 2019; Silva, et al., 2020). A importância desse cereal na sustentabilidade do sistema de plantio direto está fortemente relacionada com a melhora da qualidade química, física e biológica do solo. Aliado a isso, a proteção do solo proporcionada pela presença da palha auxilia no controle da erosão em períodos de maior precipitação pluviométrica, características do período de inverno (Oliveira, et al., 2011; Santos, et al., 2014; Mantai, et al., 2016; Scremin, et al., 2017 a). A aveia em comparação ao trigo apresenta maior estabilidade de produção e menor risco climático sobre os indicadores de produtividade. É mais tolerante as condições climáticas adversas de final de ciclo, sofrendo menor influência pelas precipitações elevadas sobre a qualidade dos grãos antes da colheita (Ribeiro, et al., 2012; Rosa, et al., 2015; Baumgratz, et al., 2017; Fioreze, et al., 2019). Neste sentido, agricultores estão optando por cultivos que garantam maior retorno econômico junto a maior estabilidade frente ao cenário de alterações climáticas, gerando um aumento das áreas destinadas ao cultivo de aveia para produção de grãos (Heinrichs, et al., 2001; Silva, et al., 2015; Romitti, et al., 2017; Dornelles, et al., 2020).

Na alimentação animal, a aveia é amplamente utilizada, podendo ser fornecida através do pastejo direto, na forma de silagem, feno e na composição de rações (Oliveira, et al., 2011; Hawerth, et al., 2015 b; Marolli, et al., 2017 b; Pereira, et al., 2018). Além disso, ganha destaque na alimentação humana, na indústria de alimentos, processada ou in natura, consumida na forma de flocos, farinhas, biscoitos e combinada em diversos produtos (Arenhardt, et al., 2017; Scremin, et al., 2020; Silva, et al., 2020; Silveira, et al., 2020). A aveia é um cereal de elevado valor nutricional devido à presença de proteínas, carboidratos, lipídios e fibra dietética (β -glucana) em seus grãos. A fibra β -glucana apresenta grande importância pois auxilia na redução do colesterol LDL, fator que promove a diminuição de casos de diabetes, obesidade e câncer (Crestani, et al., 2012; Malanchen, et al., 2019; Yoo et al., 2020; Bouchard, et al., 2022). Neste sentido, devido a aveia ser um cereal extremamente nutritivo e apresentar propriedades bioativas, o seu consumo está diretamente relacionado à busca de uma alimentação mais equilibrada e uma vida mais saudável (Gutkoski, et al., 2009; Silva, et al., 2015; Scremin, et al., 2017 b; Aparicio-García, et al., 2021).

Atualmente se percebe o crescimento de uma população cada vez mais exigente por alimentos com elevada qualidade nutricional e de propriedades bioativas, tendo em vista a mudança de hábitos à obtenção de maior qualidade de vida aliado a menor ocorrência de doenças. Neste sentido, o consumo de alimentos funcionais como a aveia vem ganhando destaque na alimentação humana, visto os inúmeros benefícios proporcionados por este cereal (Garcia & Carvalho, 2011; Nascimento, Rocha & Andrade, 2017; Cruz, et al., 2018; Toni, et al., 2020). Alimentos funcionais são aqueles que além das suas funções nutritivas básicas, quando consumidos como parte da dieta, também produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, sendo seguro para o consumo sem supervisão médica (Nascimento & Rabelo, 2018; Cañas & Braibante, 2019; Filbido, et al., 2019; Ferreira, et al., 2020). Destaca-se que o consumo de produtos à base de aveia como farelo e farinha, bem como aveia em flocos, podem fornecer até 3 g de fibra solúvel diariamente e, quando consumidos em conjunto a uma dieta pobre em gordura saturada, podem reduzir o risco de doenças cardíacas e dislipidemias, resultados comprovados em vários

estudos realizados em todo o mundo (Daou & Zhang, 2012; Whitehead, et al., 2014; Kin, et al., 2021; Paudel, et al., 2021). Neste sentido, conforme abordado por Kim et al. (2021) a aveia se destaca por ser um dos dez melhores “superalimentos” do mundo.

3.1 Incidência de doenças foliares na aveia

O avanço das áreas de produção com a aveia tem refletido diretamente na maior incidência e pressão de doenças fúngicas sobre a espécie. Aliado a isso, a alta uniformidade genética das plantas em relação aos patógenos junto ao reduzido grupo de genes de resistência, configuram em rápida evolução dos fungos, dificultando ainda mais o controle (Carvalho, 2012; Souza, Pereira & Souza, 2015; Brunetto, et al., 2017; Neivert e tal., 2018). No cultivo de aveia, maior atenção tem sido dada a ferrugem da folha (*Puccinia coronata* Cda. f.sp. avenae) e a helmintosporiose (*Drechslera avenae* (Eidam) El Sharif) as quais tem sua incidência favorecida pelo aumento da temperatura e umidade do ar. Estas condições são presentes na estação fria do ano em que as cultivares apresentam-se em estádios de alongação e enchimento de grãos (Agostinetto, et al., 2014; Dietz et al., 2019; Pereira, et al., 2020; Lovatto, et al., 2021). O aparecimento e a severidade das doenças foliares comprometem até 100 % da produção. Esta perda está associada a redução ou destruição da área foliar sadia, especialmente da “folha bandeira”, reduzindo fotossíntese e interferindo na redistribuição de fotoassimilados aos grãos. O reflexo disso, resulta em grãos murchos, com pouco ou nenhum valor comercial e nutricional. Portanto, os componentes de rendimento mais afetados pela doença são a massa de panícula e a de mil grãos (Nerbass Junior, et al., 2008; Wesp, et al., 2008; Oliveira, et al., 2014; Macoski, et al., 2021).

A ferrugem da folha é causada por um fungo parasita biotrófico (*Puccinia coronata* Cda. f.sp. avenae) que sobrevive pela infecção de plantas voluntárias que permanecem no campo após a época de colheita. Caracteriza-se por ser uma doença policíclica que completa seu ciclo em 7 a 10 dias em períodos de molhamento foliar (umidade relativa de 100%) de 6 horas e temperaturas moderadas que variam acima dos 18° C, sendo o ótimo de 18 a 22° C. Pode ser identificada pela presença de pequenas pústulas amarelas (urediniósporos do fungo, fase assexuada de reprodução), principalmente na superfície foliar, embora estas também possam ser vistas na bainha e panícula. (Forcelini & Reis, 1997; Matzenbacher & Michel, 1999; Carson, 2011; Deuner, et al., 2014).

O fungo responsável pela ferrugem da folha apresenta estágios infecciosos que estão associados a fase de infecção assexuada, que ocorre inteiramente em aveia e, fase de reprodução sexuada, que ocorre em hospedeiros alternativos (Dietz, 1926; Simons, 1985; Nazareno, et al., 2018). A fase assexual envolve ciclos repetidos de infecção e esporulação mediados por urediniósporos que germinam na superfície das folhas de aveia sob condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar. Após a germinação, esses esporos formam apressórios e, posteriormente, um pino de penetração para o fungo adentrar na folha pelos estômatos. Uma vesícula subestomática é formada na cavidade estomática, de onde se originam as hifas de infecção e as pontas das hifas se alongam para produzir células haustoriais especializadas na absorção de nutrientes. A ramificação intercelular das hifas de infecção ocorre até que uma colônia de fungos seja formada na folha (Wesp, 2005; Nazareno et al., 2018). A fase sexual do fungo envolve tanto a aveia quanto o hospedeiro alternativo, o espinheiro comum (*Rhamnus cathartica*). Quando a planta atinge a fase de maturidade de colheita, os locais de infecção pela ferrugem diferenciam os teliósporos. As estruturas de sobrevivência germinam na primavera e sofrem meiose para produzir basidiósporos haploides, que posteriormente infectam hospedeiros alternativos. No hospedeiro alternativo o fungo completa os processos de desenvolvimento adicionais, resultando na fase espermiática. Após completar a fase sexuada, urediniósporos e aeciosporos são transmitidos pelo vento e podem viajar longas distâncias, inclusive de um país a outro (Jackson, et al., 2008). Destaca-se que em anos em que as condições ambientais são favoráveis à doença, a severidade chega acima de 90% e nessas situações os danos a produtividade de grãos podem ser maiores que 50% (Martinelli, et al., 1994; Kulcheski, et al., 2010;

Graichen, et al., 2011; Macoski, et al., 2021).

Além da ferrugem, é comum o aparecimento de helmintosporiose em aveia, também conhecida como mancha foliar, causada por um fungo necrotrófico (*Drechslera avenae* (Eidam) El Sharif), capaz de sobreviver em restos culturais, sementes infectadas e plantas voluntárias. O fungo tem seu desenvolvimento favorecido pela alta umidade do ar e temperaturas elevadas, suscitando o aparecimento de manchas foliares largas, elípticas ou oblongas, de coloração marrom ou roxa. Os sintomas da queima das folhas podem atingir até 100% das plantas e promove redução de 10% a 40 % no rendimento. Quando há infecções mais graves, a doença pode se estender até a panícula favorecendo a ocorrência de grãos escuros devido à produção de aflatoxinas que provocam deterioração, fator limitante para a comercialização e utilização dos grãos pela indústria alimentícia (Carmona et al., 2004; Almeida & Reis, 2009; Soovali & Koppel, 2011; Atri & Tiwana, 2019). Destaca-se que os fungos necrotróficos, como o *Drechslera avenae* (Eidam) El Sharif apresentam em seu ciclo de vida duas fases, a parasitária e a saprófita. Na fase parasitária o fungo explora células e tecidos do hospedeiro vivo, neste caso a aveia, causando os sintomas como as manchas foliares. As manchas foliares se devem a ação do fungo que provoca a morte dos tecidos pela ação das toxinas conforme o ocorre o desenvolvimento dos micélios para colonizar o hospedeiro. Na fase saprófita o patógeno continua a explorar os nutrientes dos tecidos do hospedeiro após a senescência, ou seja, nos restos culturais (Almeida, 2008 b; Wang, et al., 2014; Doehlemann, et al., 2017; Faris & Friesen, 2020). As principais fontes de inóculo do patógeno causador da mancha foliar em aveia são as sementes, restos culturais e hospedeiros voluntários, sendo que a semente se constitui na principal fonte de inóculo em lavouras em que se utiliza a rotação de culturas. Aliado a isso, a incorporação do sistema de semeadura direto na palha contribui para a multiplicação dos fungos, com aumento da quantidade de inóculo na área, condição que é favorecida pela característica de sobrevivência dos fungos necrotróficos na fase saprófita (Almeida, 2008 b).

3.2 Controle convencional de doenças fúngicas da aveia

A severidade das doenças fúngicas em aveia é responsável por perdas na produção final do cereal, gerando prejuízos ao agricultor. Nesse sentido, se recomenda como medida de controle a eliminação de plantas voluntárias, rotação de culturas e uso de sementes tratadas. Entretanto, estas práticas não são suficientes, gerando uma demanda pelos programas de melhoramento genético na busca de cultivares mais resistentes, o que poderia facilitar o controle e reduzir os custos (Agostinetto, et al., 2012; Torres, et al., 2018; Nazareno, et al., 2018; Zhou, et al., 2019). Nesse contexto, os programas de melhoramento genético trabalham constantemente no desenvolvimento de novas cultivares através do emprego de genes de resistência, sendo amplamente utilizada a resistência vertical (qualitativa) pela maior facilidade de seleção. Esta é conferida por um único ou poucos genes de maior efeito, sendo efetiva somente para algumas raças do patógeno, contribuindo na redução e/ou atraso do início da epidemia e avanço do inóculo (Cordeiro & Matos, 2005; Carson, 2011; Finger, et al., 2017; Lovatto, et al., 2021). No entanto, com este tipo de resistência, as cultivares passam a apresentar resistência a raças específicas, de maneira que quando cultivadas em larga escala, ficam expostas à grande diversidade do patógeno. Dessa forma, a pressão de seleção sobre o patógeno promove modificações e o surgimento de novas raças, levando à susceptibilidade da cultivar poucos anos após o seu lançamento comercial e a sua adoção pelos produtores (Wesp, et al., 2008; Cruz, et al., 2010; Carson, 2011; Lovatto, et al., 2021).

Ao contrário da resistência vertical, a utilização de resistência horizontal (quantitativa) é efetiva contra várias raças do patógeno, através da incorporação de vários genes de menor efeito, apresentando maior durabilidade quando cultivada em grande escala. No entanto, para o desenvolvimento de cultivares com resistência horizontal, são necessários mais anos de estudo, fator que impede o lançamento de novos materiais a cada ano. Além disso, quando utilizada em campo torna-se necessário a convivência com o inóculo, pois, o início do desenvolvimento do patógeno é o estímulo necessário para desencadear os mecanismos de defesa da planta. Fato este, que não é totalmente aceito pelos agricultores, pois ao perceberem o

início da infecção, pelo aparecimento das primeiras pústulas, já iniciam os manejos de controle químico (Portyanko, et al., 2005; Pontes et al., 2012; Zambonato, et al., 2012; Stam & McDonald, 2018).

Atualmente as doenças não são satisfatoriamente controladas pela genética das cultivares, por não apresentar resistência total e tampouco duradouro em condições de campo para suportar a pressão do inoculo e garantir retorno econômico (Kuhnem Junior, et al., 2009; Montilla-Bascón, et al., 2016; Kiran, et al., 2016; Li, et al., 2020). Neste sentido, o uso de fungicida tem se tornado a forma mais rápida e eficiente de controle, melhorando a produtividade de grãos (Silva, et al., 2015; Alessi, et al., 2018; May, et al., 2020; Sari, et al., 2020). Em estudos realizados por Follmann, et al. (2016) em aveia, com o uso de fungicida obtiveram um rendimento médio de grãos de 2863 kg ha⁻¹ contra 1941 kg ha⁻¹ sem o controle, uma redução de 32% na produtividade. Além disso, a massa do hectolitro foi de 46,79 para 41,28 kg 100 L⁻¹ pela ausência de aplicação, ocasionando uma redução de 11,78%, abaixo do mínimo exigido para comercialização. Atri & Tiwana (2019) ao estudarem a aplicação de fungicidas no controle de necrose foliar de aveia observaram uma redução da doença em 54,28% na aplicação de propiconazol e 46,22% quando usado tebuconazol, gerando reflexos significativos para o aumento da produtividade de grãos. Nerbass Júnior, et al. (2008), concluíram que com maior número de aplicações e a dose indicada do fungicida, menores são os danos aos componentes de rendimento, pela menor intensidade das doenças fúngicas na aveia. Esses resultados demonstram que o controle químico pela aplicação de fungicidas é efetiva na manutenção do potencial de produtividade e qualidade de grãos. Entretanto, o crescente número de pulverizações tem elevado os custos de produção, a crescente geração de raças mais resistentes aos princípios ativos utilizados e comprometendo a segurança alimentar e à qualidade ambiental (Nerbass Junior, et al., 2008; Brunetto, et al., 2017; Siqueira, et al., 2019; Li, et al., 2020).

3.3 Agrotóxicos (fungicidas) e os impactos ao ambiente e à saúde pública

A constante utilização de agroquímicos na agricultura vem gerando severas consequências que estão diretamente relacionadas a contaminação da água, do ar e do solo, perda da biodiversidade e demais danos aos agroecossistemas, fatores diretamente ligados à saúde e bem-estar (Pignati, et al., 2017; Silva; Domingues & Bonadiman, 2019; Nogueira, Szwarzwald & Damacena, 2020; Santos & Pereira, 2020). Nos últimos anos a concentração de compostos xenobióticos nos ecossistemas aquáticos vem aumentando significativamente, decorrência do grande número de substâncias tóxicas lançadas. Os agrotóxicos aplicados nos campos de cultivo podem alcançar o ambiente aquático pela lixiviação, através da água da chuva e da irrigação, escoamento superficial, percolação no solo, dentre outras formas, alcançando os lençóis freáticos (Tomita & Beyruth, 2002; Arias et al., 2007; Silva et al., 2013; Manasa & Mehta, 2020). Este fato tem contribuído para a perda da qualidade da água gerando riscos ao ambiente e aos seres humanos dependentes deste recurso natural (Silva et al., 2013; Almeida Neto & Reis, 2017; Elibariki & Maguta, 2017; Sousa, et al., 2018). Destaca-se que, em alguns casos, menos de 0,1% dos agrotóxicos aplicados nas lavouras alcançam o alvo, enquanto o restante, 99,9%, tem potencial para se mover para outros compartimentos ambientais (Sabik et al., 2000; Santos & Abreu, 2010; Américo, et al., 2015; Rocha et al., 2020).

A qualidade do ar também é fortemente afetada pela presença de agrotóxicos que derivam das aplicações em área agrícolas (Yadav, et al., 2015; Zivan et al., 2016; Nascimento et al., 2017; Tsai, et al., 2019). Uma grave consequência da presença destes químicos no ar, são os impactos negativos sobre a abundância de insetos polinizadores, os quais tendem a apresentar menor eficiência de polinização diminuindo a quantidade e a qualidade dos alimentos disponíveis (Belchior, et al., 2014; Fonseca et al., 2017; Rosa, et al., 2019; Lopes & Sales, 2020). Ademais, a poluição antropogênica do ar é um dos maiores riscos para a saúde pública em todo o mundo, podendo resultar no aparecimento de inúmeras doenças (Langenbach & Caldas, 2018; Afsar, et al., 2018; Sinha, et al., 2019; Manisalidis, et al., 2020).

A presença de agrotóxicos no ambiente tem se tornado um grave problema de saúde pública gerando grande preocupação frente a falta de segurança alimentar. A segurança alimentar e nutricional é direito de todos, e inclui o acesso

regular e permanente a alimentos de qualidade em quantidade suficiente, sem comprometer outras necessidades essenciais. A partir de práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam socialmente sustentáveis, nos âmbitos ambiental, cultural, econômico e social (Brasil, 2006; Cotta & Machado, 2013; Castro, 2019; Pereira, et al., 2020). No entanto, segundo dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros está contaminado por agrotóxicos. Este dado foi obtido a partir de análises de amostras coletadas em todos os 26 estados brasileiros em estudo realizado pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) da Anvisa (Assad, 2012; Cassal, et al., 2014; Carneiro, et al., 2015; Pereira & Borges, 2020). Neste sentido, a falta de segurança alimentar ocasionada pela contaminação dos alimentos, tem deixado a população mais exposta aos perigos provenientes do uso de agrotóxicos (Jobim, et al., 2010; Abreu & Tavares, 2016; Braga, et al., 2020; Gomes, et al., 2020). Diante disso, se percebe que os efeitos negativos do uso de agrotóxicos além de comprometer os elementos que compõem o ecossistema, também pode afetar a qualidade de vida da população, visto que o ser humano é dependente dos recursos do meio para sobrevivência (água, terra, ar, alimento) (Bilal et al., 2019; Helou, et al., 2019; Gomes, et al., 2020; Khalid, et al., 2020).

Os impactos causados pelo uso excessivo de agrotóxicos têm preocupado cada vez mais a população, tendo em vista os inúmeros problemas ambientais e a maior exposição das pessoas a estes produtos devido as várias formas de contaminação, via ocupacional, ambiental e alimentar, aumentando as chances de ocorrência de intoxicações agudas e/ou crônicas em humanos. Trabalhadores que desenvolvem atividades nas áreas de produção agrícola, estão diretamente expostos aos riscos provenientes do uso de produtos químicos, da mesma forma em que a população também tem sofrido com os impactos negativos do uso excessivo de agrotóxicos, devido a contaminações pelas vias ambiental e alimentar (Horn, et al., 2016; Ismael & Rocha, 2019; Santos & Pereira, 2020; Porto, et al., 2021). A contaminação via ambiental ocorre em função da dispersão de agrotóxicos pela água, ar e solo. Sendo que, aliado à contaminação via alimentar, pela ingestão diária de água e de alimentos contaminados por agrotóxicos, pode ocasionar o acúmulo dessas substâncias no organismo humano e com isso, favorecer a ocorrência de graves doenças ao longo do tempo (Melo, et al., 2016; Queiroz, et al., 2019; Freitas & Garibotti, 2020; Neves, et al., 2020).

Os efeitos mais graves relacionados à exposição direta aos agrotóxicos incluem envenenamento pela inibição de neurotransmissores, estimulantes do sistema nervoso central, erupções cutâneas, irritação ocular e problemas respiratórios. Ademais, a exposição crônica a agrotóxicos pode acometer inúmeros sistemas, ocasionando alterações celulares associadas a ocorrência de doenças hematológicas, dermatológicas, pulmonares, neurológicas, câncer, malformações congênitas, esterilidade, abortos espontâneos, entre outras. Dentre os problemas neurológicos degenerativos destaca-se a ocorrência de casos de ansiedade, perda de memória, mudança de humor, deficiência visual e atraso neurológico (Azevedo & Meyer, 2017; Lopes & Albuquerque, 2018; Pereira, et al., 2020; Frota & Siqueira, 2021). Ainda, cabe ressaltar que, os problemas de saúde pública provenientes do uso de agrotóxicos, apesar da sua nocividade, crescem em escala insustentável e a atual forma de produzir alimentos só tem a contribuir para o aumento da ocorrência destas doenças. Afora, o surgimento de outras complicações no decorrer dos anos devido ao contínuo uso de agrotóxicos na agricultura (Augusto, 2012; Garcia, et al., 2017; Mariyono et al., 2018; Frota & Siqueira, 2021). Tendo em vista esse cenário e os inúmeros problemas ocasionados pelo uso excessivo de agrotóxicos, surge a necessidade de desenvolvimento de novas alternativas que promovam uma agricultura mais sustentável visando reduzir e/ou evitar a incidência e severidade de doenças fúngicas em aveia, diminuindo a necessidade de aplicação de agroquímicos (Silva, et al., 2015; Cappelletti, et al., 2017; Corcino, et al., 2019; Sousa, et al., 2020).

3.4 Controle de doenças por zona de escape na aveia

No desenvolvimento da aveia, o zoneamento agrícola é a recomendação que indica as melhores condições de desenvolvimento de uma espécie agrônômica, levando em consideração aspectos de solo, temperatura do ar e precipitação pluviométrica (Wollmann & Galvani, 2013; Santos & Martins, 2016; Mapa, 2017; Aparecido, et al., 2018). Entretanto, esta recomendação não leva em consideração as condições de capacidade de infecção e evolução das doenças, até porque ainda no senso comum, o uso de fertilizantes e agrotóxicos é considerado um manejo de rotina na agricultura. Para o surgimento e desenvolvimento de doenças em plantas é necessário a combinação de três elementos essenciais, o hospedeiro suscetível (planta), o patógeno virulento (doença) e o ambiente favorável (temperatura e umidade) formando o triângulo da doença. Cabe destacar que se tratando de cultivares de aveia, as cultivares brasileiras não apresentam resistência genética efetiva capaz de suportar a pressão de doenças, como a ferrugem da folha e a mancha foliar. Além disso, o momento de semeadura frente a recomendação atual, promove o desenvolvimento da aveia nas fases de alongação e enchimento de grãos nas condições em que o patógeno se apresenta de forma mais virulenta. Este fato causa enormes prejuízos à cultura e deprecia o seu valor comercial se o controle químico pelo fungicida não for realizado (Micheref, 2001; Scholthof, et al., 2007; Jalli et al., 2011; Rajput, et al., 2017). Importante comentar, que nesta fase de alongação e enchimento de grãos é comum várias aplicações de fungicida buscando combater a doença. Em muitos casos, se leva em consideração após primeira aplicação, apenas o período residual de controle (ao redor de 12 a 15 dias), muitas vezes sem real necessidade de uso do agroquímico devido à ambiente desfavorável aos fungos. Afora isso, é comum aplicações sequenciais de fungicida que vão até próximo ao período de maturidade fisiológica dos grãos. Portanto, aumentam os riscos de contaminação do solo, água e ar pela maior carga tóxica liberada e dos possíveis resíduos de agrotóxicos nos grãos que seguem quando transformados em diferentes alimentos (Agostinetto, et al., 2015; Dornelles, et al., 2021; Scheer, 2021).

Uma possibilidade de desenvolvimento de um manejo mais sustentável com segurança alimentar pode estar ligado a indicação de cultivo fora ou parcialmente fora da recomendação atual de semeadura, com a fase de alongação e enchimento em condições de temperaturas mais amenas. Este fato denota o que se chama na literatura de escape, método de controle que se baseia em táticas de fugas dirigidas contra o patógeno ou contra o ambiente favorável ao desenvolvimento da doença (Kimati & Bergamin Filho, 1995; Furtado, et al., 2015; Oliveira et al., 2005; Rivano, et al., 2015). O ambiente exerce grande influência sobre o desenvolvimento das doenças em plantas, podendo inclusive impedir sua ocorrência mesmo em presença de hospedeiro suscetível e patógeno virulento, fato que poderia proporcionar um controle natural, com reduzida ou total ausência de fungicida (Jesus Junior, et al., 2003; Barrett, et al., 2009; Velásquez, et al., 2018). Nesse sentido, a proposta de definição de uma zona de escape em que as condições são mais restritivas a infecção e progressão do patógeno a partir antecipação da época de semeadura fora da recomendação de cultivo (Kimati & Bergamin Filho, 1995). Segundo Arraiano, et al. (2009) a resistência à doença reduz a quantidade de doença por unidade de inoculo. Enquanto o escape à doença, reduz a quantidade de inoculo que atinge as folhas superiores (folha bandeira) ou retarda a infecção dessa folha (Arraiano, et al., 2009).

Ao considerar as Indicações técnicas para a cultura da aveia do ano de 2021, a época de semeadura mais ajustada para a região noroeste do estado do Rio Grande do Sul é de quinze de maio a quinze de junho. No entanto, condição que favorece maior pressão de doenças fúngicas no período de enchimento de grãos e final do ciclo de cultivo, principalmente quando em semeadura mais tardias ou que avançam do período recomendando, acarretando possíveis perdas na produtividade e qualidade de grãos, levando a necessidade utilização de agrotóxicos para controle (Marchioro, et al., 2001). Assim, a partir do que foi apresentado, o zoneamento agroclimático de cultivo da aveia deve ser revisto, levando em consideração as condições mais restritivas de desenvolvimento e progressão do inoculo por temperaturas mais amenas, principalmente na fase de enchimento de grãos, restringindo a evolução da necrose foliar (Marchioro, et al., 2001; Panisson et al., 2003; Goulart et al., 2007).

3.5 Indutores de resistência e os múltiplos benefícios em aveia

Estudos desenvolvidos vêm demonstrando a possibilidade de induzir resistência em plantas como alternativa na eliminação do uso de agrotóxicos. Nesta possibilidade, destaca-se a utilização de indutores de resistência, compostos naturais ou sintéticos capazes de ativar respostas de defesa em plantas, semelhantes às induzidas pela infecção de patógenos, prevenindo ou retardando a infecção (Alexandersson, et al., 2016; Oliveira, Varanda & Félix, 2016; Mello, et al., 2017; Sanabria et al., 2020). A indução de resistência configura em um aumento da capacidade de defesa da planta contra um amplo espectro de microrganismos, podendo ser ativada a partir de um agente indutor biótico ou abiótico. Os indutores bióticos são organismos vivos, ou parte deles, que proporcionam processos de defesa, com ação sistêmica ou localizada nos vegetais. Os indutores abióticos, são moléculas sintéticas que simulam o sinal do patógeno, ativando genes relacionados à defesa, e aumentando a produção de metabólitos secundários como compostos fenólicos, fitoalexinas e ácido salicílico (Ribeiro Júnior, 2008; Siqueira, et al., 2019; Tunes, et al., 2019; Alves, et al., 2020).

Entre os agentes indutores de resistência abióticos, o silício vem sendo fortemente estudado. Este elemento é um promotor de resistência em plantas por reduzir a incidência de doenças fúngicas em vários patossistemas (patógeno x hospedeiro) (Fauteux, et al., 2005; Tesfay et al., 2011; Pereira, et al., 2019; Portela, et al., 2019). A resistência induzida pelo silício é expressa de diversas formas, localmente no sítio de ataque do patógeno e, sistemicamente em partes não infectadas da planta. Os mecanismos de defesa envolvidos incluem a combinação de mudanças físicas tais como lignificação da parede celular, formação de papilas ou indução de várias proteínas de defesa (Chérif et al., 1994; Fauteux et al., 2005; Kiirika et al., 2013; Portela, et al., 2019). O silício quando absorvido, é translocado e depositado logo abaixo da cutícula, formando uma barreira física que confere proteção contra o ataque de insetos herbívoros e dificulta a penetração de fungos patogênicos, reduzindo sua taxa de sobrevivência e levando à diminuição da suscetibilidade das plantas (Ma & Yamaji, 2006; Korndörfer et al., 2011; Hartley, et al. 2015; Alcantra, et al., 2019). Dentre os diferentes mecanismos de defesa promovidos pelo silício também há o aumento da atividade de enzimas antioxidantes, como a peroxidase (POD) e superóxido dismutase (SOD), as quais estão relacionadas com a lignificação, sendo a lignina, uma mistura complexa de compostos fenólicos (Boerjan, Ralph & Baucher, 2003; Fleck, et al., 2011; Tesfay et al., 2011; Asgari, et al., 2018). O silício facilita a produção de enzimas relacionadas à defesa como a catalase, glucanase, peroxidase e a fenilalanina amônia-liase, que são precursoras da síntese de compostos antimicrobianos, lenhina, suberina, tanino, quinonas, flavonóides e fitoalexinas, conferindo assim, respostas de defesa da planta a insetos e patógenos (Gomes, et al., 2005; Ye, et al. 2013; Wang, et al., 2017; Ng, et al., 2021).

O silício é um elemento com elevada capacidade de conferir resistência as plantas, promovendo benefícios nutricionais e incrementos na produção e qualidade dos produtos agrícolas (Fauteux, et al., 2005; Amaral, et al., 2008; Cunha, et al., 2008; Pereira, et al., 2015). Aliado a isso, o potássio que também tem função no controle de doenças se caracteriza como um macronutriente essencial para o crescimento das plantas, apresentando inúmeras funções fisiológicas, incluindo a manutenção da pressão osmótica celular, a melhora da assimilação fotossintética e da absorção de nutrientes, além de auxiliar no transporte de água através do controle da abertura e fechamento dos estômatos (Prajapati & Modi, 2012; Etesami et al., 2017; Hu, et al., 2020; Sardans & Peñuelas, 2021). Este elemento recebe destaque por aumentar a resistência das plantas a doenças, pragas e estresses abióticos, auxiliando na ativação de inúmeras enzimas responsáveis por processos vegetais e animais, como metabolismo energético, síntese de amido, redução de nitrato, fotossíntese e degradação de açúcar (Almeida, et al., 2015; Mikkelsen, 2017; Souto, et al., 2018; Kumar, et al., 2020).

O potássio apresenta inúmeras funções no desenvolvimento das plantas e sua presença em quantidades adequadas diminui a geração de espécies reativas de oxigênio (ROS). Este fato se deve a redução da atividade das oxidases de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH) e retém a atividade fotossintética de transporte de elétrons, que ajuda a reduzir as espécies reativas de oxigênio. Deficiência de potássio pode diminuir a fixação fotossintética de CO₂ e o transporte e

utilização de assimilados além de promover a degradação da membrana e da clorofila. Alguns autores relatam que plantas com deficiência de potássio são sensíveis à luz e, portanto, exibem sintomas cloróticos e necróticos, condição não requerida quando se busca resultados promissores de produtividade das espécies de valor comercial (Waraich, et al., 2012; Hu, et al., 2016; Hasanuzzaman, et al., 2018; Du, et al., 2019). Além disso, sob deficiência potássica a síntese de parede celular e a turgescência celular são prejudicadas, predispondo as plantas ao acamamento, tombamento por vento ou chuva. Essa condição reporta ao fato de que se fornecido potássio em quantidades adequadas ao desenvolvimento das plantas, estas conseqüentemente teriam maior rigidez celular evitando que venha a ocorrer o acamamento (Façanha et al., 2008; Zaheri, et al., 2015; Dahiya, et al., 2018; Hasanuzzaman, et al., 2018).

Diversos compostos de silício e potássio vêm sendo citados na literatura, porém, recebe destaque a combinação silicato de potássio que vem sendo utilizado em produtos comerciais buscando maior amplitude de proteção contra doenças em plantas, além de serem alternativas que proporcionam benefícios nutricionais e incrementam a produção e qualidade dos produtos agrícolas (Nojosa, 2003; Amaral, et al., 2008; Rodrigues, et al., 2009; Artyszak, 2018). O silicato de potássio se configura como a principal fonte de potássio solúvel e silício, podendo ser uma alternativa para o controle de doenças em plantas (Abd-El-Kareem, et al., 2019; Moussa & Shama, 2019; Shehata & Abdelgawad, 2019; Ibrahim, et al., 2020).

A indução de resistência em plantas pode ser um método de fácil utilização e que apresenta custo relativamente baixo, sendo uma alternativa ao controle convencional pelo uso de fungicidas e sem efeitos adversos sobre o meio ambiente (Burketova, et al., 2015; Almeida, et al., 2008 a; Portela, et al., 2019; Abbasi, et al., 2020). Por outro lado, os trabalhos existentes não são conclusivos, o que exige em aumentar o número de pesquisas que envolvem condições reais de cultivo ou que analisem conjuntamente indicadores biológicos e ambientais dos sistemas de produção, condição necessária para viabilizar sistemas que garantam maior qualidade ambiental e segurança alimentar. Nesse sentido, novas pesquisas devem ser desenvolvidas para verificar a possibilidade de manejos mais sustentáveis no cultivo de aveia, com garantia de controle das principais doenças foliares e obtenção de produtividades satisfatórias.

4. Considerações Finais

O aumento do consumo de alimentos com propriedades nutracêuticas como a aveia tem demandado o desenvolvimento de cultivos mais sustentáveis e voltados a obtenção de produtividade em quantidade suficiente para suprir a demanda pelo cereal. Neste cenário, o emprego de métodos alternativos de controle das principais doenças foliares que incidem sobre a espécie é um grande desafio na busca de redução do uso de agrotóxicos para o controle, aliado a maior exigência dos consumidores que estão cada vez mais conscientes dessa questão. Portanto, o desenvolvimento de processos mais sustentáveis na produção de alimentos pode diminuir os impactos negativos ao meio ambiente e aos seres vivos dependentes deste meio, colaborando para o desenvolvimento de uma agricultura mais equilibrada. O cultivo da aveia considerando a análise de zonas de escape, pode condicionar um controle natural de doenças pela ação de temperatura mais amenas, restringido a infecção e progressão de doenças nesta espécie. Aliado a isso, a utilização de elementos indutores de resistência capazes de ativar respostas de defesa em plantas, pode gerar uma relação de maior incompatibilidade entre a planta e o patógeno, reduzindo a progressão da necrose foliar ocasionadas pela ferrugem da folha e mancha amarela da aveia. Esta combinação de eventos pode representar uma proposta inovadora de manejo que garanta a possibilidade efetiva de redução ou eliminação no uso de fungicida no cultivo de aveia, posicionando um cenário que promova produtividade satisfatória com qualidade ambiental e segurança alimentar. Os avanços a serem obtidos levantam uma série de possibilidade de ação e fortalece esta tendência mundial de tecnologias mais sustentáveis na produção de alimentos. Portanto, traz a luz a possibilidade de desenvolvimento de diferentes pesquisas em fortalecer o uso de bioinsumos e tecnologias sustentáveis como prática efetiva na revolução de uma nova agricultura mundial, estando em consonância aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da

Agenda 2030, com destaque ao objetivo 2, “Fome zero e agricultura sustentável”.

Agradecimentos

À CAPES, ao CNPq, à FAPERGS e à UNIJUI pelo aporte dos recursos destinados ao desenvolvimento das pesquisas e pelas bolsas de Pós-graduação, de Iniciação Científica e Tecnológica, de Apoio Técnico e de Produtividade em Pesquisa.

Referências

- Abbasi, A., Sufyana, M., Arifa, M. J., & Sahib, S. T. Effect of silicon on oviposition preference and biology of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) feeding on *Gossypium hirsutum* (Linnaeus). (2020). *International Journal of Pest Management*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1802084>
- Abd-El-Kareem, F., Elshahawy, I. E & Abd-Elgawad, M. M. M. (2019). Eficácia dos sais de silício e silicato no controle da podridão-negra da raiz e da proteína induzida relacionada à patogênese de plantas de morangueiro. *Boletim do Centro Nacional de Pesquisa*, 43(91). <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0139-1>
- Abreu, R. M. de & Tavares, F. G. (2016). Panorama do uso de agrotóxicos na Bahia: desafios para a vigilância à saúde. *Revista Baiana de Saúde Pública*, 40(2), 91-113. <https://doi.org/10.22278/2318-2660.2016.v40.nS2.a2696>
- Afsar, B., Afsar, R. E., Kanbay, A., Covic, A., Ortiz, A., & Kanbay, M. (2018). Poluição do ar e doença renal: revisão das evidências atuais. *Clinical Kidney Journal*, 12(1), 19-32. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfy111>
- Agostinetto, L. Casa, R. T., Bogo, A., Sachs, C., Reis, E. M., & Kuhnem, P. R. (2014). Critical yield-point model to estimate damage caused by brown spot and powdery mildew in barley. *Ciência Rural*, 44, 957-963. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000600001>
- Agostinetto, L., Casa, R. T., Bogo, A., Sachs, C., Souza, C. A., Reis, E. M., & Cunha, I. C. (2015). Barley spot blotch intensity, damage, and control response to foliar fungicide application in southern Brazil. *Crop Protection*, 67, 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.09.012>
- Agostinetto, L., Casa, R. T., Sachs, C., Júnior, P. R. K., Bogo, A., & Bampi, D. (2012). Relações lineares entre incidência e severidade foliar da mancha marrom da cevada para determinação de limiares de ação. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 11(3), 230-237. <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5258>
- Alcantra, E., Moraes, J. C., Auad, A. M., Silva, A. A., & Alvarenga, R. (2019). Resistência induzida ao pulgão-do-algodoeiro em cultivares de algodão colorido. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(2), 483-491. <https://doi.org/10.19084/rca.17183>
- Alessi, O., Dornelles, L. F., Mamann, A. T. W. de., Krausig, A. R., Henrichsen, L., Marolli, A., & Silva, J. A. G. da. (2018). Aplicação de modelos de regressão e de adaptabilidade e estabilidade na identificação de cultivares de aveia branca com maior resistência genética a doenças foliares. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, 6(2), 1-7. <https://doi.org/10.5540/03.2018.006.02.0424>
- Alexandersson, E., Mulugeta, T., Lankinen, A., Liljeroth, E., & Andreasson, E. (2016). Plant resistance inducers against pathogens in *Solanaceae* species— from molecular mechanisms to field application. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(10), 1-25. <https://doi.org/10.3390/ijms17101673>
- Almeida Neto, M. G. de & Reis, R. B. S. (2017). Agrotóxicos em água para o consumo humano. *Id on Line Multidisciplinary and Psychology Journal*, 10(33). <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/621/875#>
- Almeida, G. D., Pratisol, D., & Holtz, A. M., Vicentini, V. B. (2008a). Fertilizante organomineral como indutor de resistência contra a colonização da mosca branca no feijoeiro. *Idesia*, 26(1), 29-32. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292008000100004>
- Almeida, H. J., Pancelli, M. A., Prado, R. M., Cavalcante, V. S., & Cruz, F. J. R. (2015). Effect of potassium on nutritional status and productivity of peanuts in succession with sugar cane. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(1), 1-10. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162015005000001>
- Almeida, M. F. de. (2008b). *Drechslera avenae: Quantificação da incidência e controle da transmissão de sementes para órgãos aéreos em aveia*. (Dissertação de mestrado). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.
- Almeida, M. F. de & Reis, E. M. (2009). Comparação da sensibilidade de métodos para a detecção de fungos patogênicos em sementes de aveia branca e preta no Rio Grande do Sul. *Tropical Plant Pathology*, 34(4). <https://doi.org/10.1590/S1982-56762009000400011>
- Alves, J. V. S., Coelho, M. P., Bertan, F. L., Silva, D. C., Silva, V. C., Chiamulera, M. T., & Araújo, D. V. (2020). Indução de resistência a *Colletotrichum* sp. em *Heliconia psittacorum* x *sparthocircinata* cv. Golden Torch cultivada em ambiente sombreado e pleno sol. *Summa Phytopathologica*, 46(4), 320-326. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/238457>
- Amaral, D. R., Resende, M. L. V., Ribeiro Júnior, P. M., Borel, J. C., Mac Leod R. E. O., & Pádua, M. A. (2008). Silicato de potássio na proteção do cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. *Tropical Plant Pathology*, 33(6), 425-431. <https://www.scielo.br/j/tpp/a/FLYmK5JgHdfrRbFfVg5mj6N/?format=pdf&lang=pt>
- Américo, J. H. P., Manoel, L. de O., Torres, N. H., & Ferreira, L. F. R. (2015). O uso de agrotóxicos e os impactos nos ecossistemas aquáticos. *Revista Científica ANAP Brasil*, 8(13). <https://doi.org/10.17271/1984324081320151149>
- Aparecido, L. E. O., Rolim, G. S., Moraes, J. R. S. C., Rocha, H. G., Lense, G. H. E., & Souza, P. S. (2018). Agroclimatic zoning for urucum crops in the state of Minas Gerais, Brazil. *Bragantia*, 77(1). <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2016527>

- Aparicio-García, N., Martínez-Villaluenga, C., Frias, J., Peñas, E. (2021). Sprouted oat as a potential gluten-free ingredient with enhanced nutritional and bioactive properties. *Food Chemistry*, 338, 127972. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127972>
- Arenhardt, E. G., Silva, J. A. G. da., Arenhardt, L. G., Carbonari, H. P., Oliveira, A. C. de. (2017). The nitrogen in grain yield and at lodging oat cultivars. *International Journal of Current Research*, 9(1), 45564–45571.
- Arias, A. R. L., Buss, D. F., Albuquerque, C. de., Inácio, A. F., Freire, M. M., Egler, M., Baptista, D. F. (2007). Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência e Saúde Coletiva*, 12(1), 61-72. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000100011>
- Arraiano, L. S., Balaam, N., Fenwick, P. M., Chapman, C., Feuerhelm, D., Howell, P., Smith, S. J., Widdowson, J. P., Brown, J. K. M. (2009). Contribuições da resistência a doenças e fuga para o controle da mancha *Septoria tritici* do trigo. *Plant Pathology*, 58, 910–922. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02118.x>
- Artyszak, A. (2018). Effect of silicon fertilization on crop yield quantity and quality—a literature review in Europe. *Plants*, 7(3), 1-17. <https://doi.org/10.3390/plants7030054>
- Asgari, F., Majd, A., Jonoubi, P., Najafi, F. (2018). Effects of silicon nanoparticles on molecular, chemical, structural and ultrastructural characteristics of oat (*Avena sativa* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 127, 152-160. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.03.021>
- Assad, L. (2012). Agricultura brasileira é a maior consumidora mundial; gasto em 2011 chegou a R \$14 bilhões. *Ciência e Cultura*, 64(4), 06-08. <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252012000400003>
- Atri, A & Tiwana, U. S. (2019). Efeito do tratamento de sementes e pulverização foliar na queima das folhas da aveia forrageira em Punjab. *Phytoparasitica*, 47, 723–731. <https://doi.org/10.1007/s12600-019-00758-7>
- Augusto, L. G. S. (2012). Agrotóxicos: novos y viejos desafios para la salud colectiva. *Salud colectiva*, 8(1), 5-8. <https://www.scielosp.org/pdf/scol/2012.v8n1/5-8/es>
- Azevedo, M. F. A. de & Meyer, A. (2017). Tremor essencial em guardas de endemias expostos a agrotóxicos: estudo caso-controle. *Cadernos de saúde pública*, 33(28). <https://doi.org/10.1590/0102-311x00194915>
- Barrett, L. G., Kniskern, J. M., Bodenhausen, N., Zhang, W., Bergelson, J. (2009). Continuity of specificity and virulence in plant host–pathogen interactions: causes and consequences. *New Phytologist*, 183, 513-529. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02927.x>
- Baumgratz, E. I., Mera, C. M. P. de., Fiorin, J. E., Castro, N. L. M. de., Castro, R. de. (2017). Produção de trigo: a decisão por análise econômico-financeira. *Revista de Política Agrícola*, 26(3), 8-21. <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1293/1063>
- Belchior, D. C. V., Saraiva, A. de S., López, A. M. C., Scheidt, G. N. (2014). Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 34(1), 135-151. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164063/1/Impactos-de-agrotoxicos-sobre-o-meio-ambiente.pdf>
- Bilal, M., Iqbal, H. M. N & Barceló, D. (2019). Persistência de contaminantes à base de pesticidas no meio ambiente e sua degradação efetiva usando sistemas biocatalíticos assistidos por lacase. *Ciência do Meio Ambiente Total*, 695, 133896. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133896>
- Boerjan, W., Ralph, J & Baucher, M. (2003). Lignin biosynthesis. *Review Plant Biology*, (54), 519-546. <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.arplant.54.031902.134938>
- Bouchard, J., Valookaran, A. F., Aloud, B. M., Raj, P., Malunga, L. N., Thandapilly, S. J., Neticadan, T. (2022). Impact of oats in the prevention/management of hypertension. *Food Chemistry*, 381, 132198. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132198>
- Braga, A. R. C., Rosso, V. V. de., Harayashiki, C. A. Y., Jimenez, P. C., Castro, I. B. (2020). Global health risks from pesticide use in Brazil. *Nature Food*, 1, 312–314. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0100-3>
- BRASIL, Casa Civil. Presidência da República. Lei 11 346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111346.htm
- Brunetto, A. E., Muller, C., Pazdiora, P. C., Dallagnol, L. J. (2017). Mistura de cultivares de dois componentes no manejo de múltiplas doenças do trigo. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12(3), 269-276. <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i3a5446>
- Brzozowski, L & Mazourek, M. (2012). A Sustainable agricultural future relies on the transition to organic agroecological pest management. *Sustainability*, 10, 1-25. <https://doi.org/10.3390/su10062023>
- Burketova, L., Trda, L., Ott, P. G., Valentova, O. (2015). Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. *Biotechnology Advances*, 33, 994-1004. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.01.004>
- Calicioglu, O., Flammioni, A., Bracco, S., Bellù, L., Sims, R. (2019). The future challenges of food and agriculture: an integrated analysis of trends and solutions. *Sustainability*, 11(222), 1-21. <https://doi.org/10.3390/su11010222>
- Cañas, G. J. S & Braibante, M. E. F. (2019). A química dos alimentos funcionais. *Química e sociedade*, 41(3), 216-223. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160168>
- Cappelletti, M., Perazzolli, M., Nesler, A., Giovannini, O., Pertot, I. (2017). The Effect of hydrolysis and protein source on the efficacy of protein hydrolysates as plant resistance inducers against powdery mildew. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 7(4), 1-10. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-9821.1000306>
- Carmona, M. A., Zweegman, J & Reis, E. M. (2004). Detecção e transmissão de *Drechslera avenae* a partir de sementes de aveia. *Fitopatologia Brasileira*, 29(3). <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000300015>

- Carneiro, F. F., Augusto, L. G. S., Rigotto, R. M., Friedrich, K., Búrigo, A. C. (2015). Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro/São Paulo: EPSJV/Expressão Popular, 624p. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/26221/2/Livro%20EPSJV%20013036.pdf>>. Acesso em: 25 de março de 2021.
- Carson, M. L. (2011). Virulência na ferrugem da aveia (*Puccinia coronata* f. Sp. Avenae) nos Estados Unidos de 2006 a 2009. *Plant Disease*, 95(12), 1528-1534. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-10-0639>
- Carvalho, N. L. (2012). Resistência genética induzida em plantas cultivadas. *Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 7(7), 1379-1390. <https://doi.org/10.5902/223611705930>
- Cassal, V. B., Azevedo, L. F. de., Ferreira, R. P., Silva, D. G. Da., Simão, R. S. (2014). Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 18(1), 437-445. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117012498>
- Cassman, K. G., Dobermann, A., Walters, D. T., Yang, H. (2003). Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 315-358. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.040202.122858>
- Castro, G. S. A., Costa, C. H. M & Neto, J. F. (2012). Ecofisiologia da aveia branca. *Scientia Agraria Paranaensis*, 11(3), 1-15. <https://doi.org/10.18188/sap.v11i3.4808>
- Castro, I. R. R. de. (2019). A extinção do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e a agenda de alimentação e nutrição. *Cadernos de Saúde Pública*, 35(2), e00009919. doi: 10.1590/0102-311X00009919
- Çelebi, K., Uludamar, E., Tosun, E., Yildizhan, S., Aydin, K., Ozcanli, M. (2017). Experimental and artificial neural network approach of noise and vibration characteristic of an unmodified diesel engine fuelled with conventional diesel, and biodiesel blends with natural gas addition. *Fuel*, 197, 159-173. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.01.113>
- Chauhan, D., Kuma K., Kumar, S., Kumar, H. (2018). Effect of incorporation of oat flour on nutritional and organoleptic characteristics of bread and noodles. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 6(1), 148-156. <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.1.17>
- Chérif, M., Asselin, A & Bélanger, R. R. (1994). Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*, 84, 236-242. https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1994Abstracts/Phyto_84_236.htm
- Corcino, C. O., Teles, R. B. D. A., Almeida, J. R. G. D. S., Lirani, L. D. S., Araújo, C. R. M., Gonsalves, A. D. A., Maia, G. L. D. A. (2019). Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. *Ciência & Saúde Coletiva*, 24, 3117-3128. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.14422017>
- Cordeiro, Z. J. M & Matos, A. P. de. (2005). Expressão da resistência de variedades de banana à Sigatoka-amarela. *Fitopatologia brasileira*, 30(5). <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582005000500013>
- Cotta, R. M. M & Machado, J. C. (2013). Programa Bolsa Família e segurança alimentar e nutricional no Brasil: revisão crítica da literatura. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 33(1). <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/15028>
- Crestani, M., Silveira, S. F. S., Tessmann, E. W., Mezzalira, I., Luche, H. de. S., Silva, J. A. G. da., Oliveira, A. C. de. (2012). Capacidade de combinação para características de qualidade química de grãos em um cruzamento dialélico de aveia-branca. *Euphytica*, 185, 139-156. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0641-0>
- Cruz, C.D. (2013). GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, 35(3), 271-276.
- Cruz, M. F. A., Prestes, A. M., Maciel, J. L. N., Scheeren, P. L. (2010). Resistência parcial à brusona de genótipos de trigo comum e sintético nos estádios de planta jovem e de planta adulta. *Patologia de Plantas Tropicais*, 35(1), 024-031. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762010000100004>
- Cruz, R. T., Souza, C. T., Francisqueti, F. V., Souza, D. T. (2018). Verificação do estado nutricional de estudantes do curso de nutrição das faculdades integradas de Bauru-SP com enfoque na ortorexia. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, 12(76), 1119-1128. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6987410>
- Cunha, K. P. V., Nascimento, C. W. A., Accioly, A. M. A., Silva, A. J. (2008). Cadmium and zinc availability, accumulation and toxicity in maize grown in a contaminated soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32, 1319-1328. Doi: 10.1590/S0100-06832008000300039
- Dahiya, S., Kumar, S., Chaudhary, C., Chaudhary, C. (2018). Lodging: Significance and preventive measures for increasing crop production. *International Journal of Chemical Studies*, 6(1), 700-705. <https://www.chemjournal.com/archives/?year=2018&vol=6&issue=1&part=J&ArticleId=1684>
- Daou, C & Zhang, H. (2012). Oat beta-glucan: its role in health promotion and prevention of diseases. *Revisões abrangentes em Ciência Alimentar e Segura*, 11, 355-365. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00189.x>
- Deuner, C. C., Martinelli, J. A., Boller, W., Schons, J. (2014). Manejo de doenças. In: Lângaro, N. C., Carvalho, I. Q. de. *Indicações técnicas para a cultura da aveia* (p.76-90). Passo Fundo: UPF.
- Dietz, J. I., Schierenbeck, M & Simón, M. R. (2019). Impact of foliar diseases and its interaction with nitrogen fertilization and fungicides mixtures on green leaf area dynamics and yield in oat genotypes with different resistance. *Crop Protection*, 121, 80-88. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.03.017>
- Dietz, S. (1926). The alternate hosts of crown rust, *Puccinia coronata* Corda. *Journal of Agricultural Research*, 33, 953-970.
- Doehlemann, G., Ökmen, B., Zhu, W., Sharon, A. (2017). *Plant Pathogenic Fungi, Microbiology Spectrum*, 5(1), 1-23. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.FUNK-0023-2016>

- Dornelles, E. F., Kraissig, A. R., Silva, J. A. G. da., Sawicki, S., Roos-Frants, F., Carbonera, R. (2018). Artificial intelligence in seeding density optimization and yield simulation for oat. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(3), 183-188. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n3p183-188>
- Dornelles, E. F., Silva, J. A. G., Carvalho, I. R., Alessi, O., Pansera, V., Lautenchleger, F., ... Tisott, J. V. (2020). Resistance of oat cultivars to reduction in fungicide use and a longer interval from application to harvest to promote food security. *Genetics and Molecular Research*, 19, 18542. <https://doi.org/10.4238/gmr18542>
- Dornelles, E. F., Silva, J. A. G., Colet, C. F., Fraga, D. R., Pansera, V., Alessi, O., ... Polanczyk, A. K. (2021). The efficiency of Brazilian oat cultivars in reducing fungicide use for greater environmental quality and food safety. *Australian Journal of Crop Science*, 15(7), 1058–1065. [10.21475/ajcs.21.15.07.p3175](https://doi.org/10.21475/ajcs.21.15.07.p3175)
- Du, Q., Zhao, X., Xia, L., Jiang, C., Wang, X., Han, Y., ... Yu, H. (2019). Effects of potassium deficiency on photosynthesis, chloroplast ultrastructure, ROS, and antioxidant activities in maize (*Zea mays* L.). *Journal of integrative agriculture*, 18(2), 395-406. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)61953-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61953-7)
- Eberhart, S. A & Russell, W. A. (1996). Stability parameters for comparing varieties. *Crop science*, 6(1), 36-40.
- Elibariki, R & Maguta, M. M. (2017). Situação da poluição por pesticidas na Tanzânia - uma revisão. *Chemosphere*, 178, 154-164. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.03.036>
- Etesami, H., Emami, S & Alikhani, H. A. (2017). Bactérias solubilizadoras de potássio (KSB): mecanismos, promoção do crescimento das plantas e perspectivas futuras. Uma revisão. *Jornal de ciência do solo e nutrição de plantas*, 17(4). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162017000400005>
- Façanha, A. R., Canellas, L. P & Dobbss, L. B. (2008). Nutrição mineral. In: Kerbauy, G. B. *Fisiologia Vegetal* (p.33-50). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- Faris, J. D & Friesen, T. L. (2020). *Plant genes hijacked by necrotrophic fungal pathogens*. *Current Opinion in Plant Biology*, 56, 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.04.003>
- Fauteux, F., Rémus-Borel, W., Menzies, J. G., Bélanger, R. R. (2005). Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 249, 1-6. [Doi:10.1016/j.femsle.2005.06.034](https://doi.org/10.1016/j.femsle.2005.06.034)
- Ferreira, L., Moura, G. L., Borenstein, D., Fischmann, A. A. (2011). Utilização de redes neurais artificiais como estratégia de previsão de preços no contexto de agronegócio. *Revista de Administração e Inovação*, 8(4), 6-26. <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79235>
- Ferreira, T. A. B., Carmo, P. P., Dias, L. F., Oliveira, V., Bezerra, J. R. C., Reis, R. S. (2020). Elaboração e avaliação da aceitabilidade de ricota fresca acrescida de alimentos funcionais. *Research, Society and Development*, 9(11). <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10180>
- Filbido, G. S., Siquieri, J. P. A & Bacarji, A. G. (2019). Perfil do consumidor de alimentos lácteos funcionais em Cuiabá-MT. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, 45, 31-39. [doi:https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n45p31-39](https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n45p31-39)
- Finger, G., Heckler, L. I., Silva, G. B. P. da., Chaves, M. S., Martinelli, J. A. (2017). Mecanismos de defesa do trigo contra a ferrugem da folha por genes e proteínas. *Summa Phytopathologica*, 43(4). <https://doi.org/10.1590/0100-5405/167114>
- Fioreze, S. L., Vacari, J., Turek, T. L., Michelo L. H., Drun, R. P. (2019). Componentes produtivos do trigo em função da temperatura no período de diferenciação de espiguetas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(1), 24-32. <https://doi.org/10.5965/223811711812019024>
- Fleck, A. T., Nye, T., Repenning, C., Stahl, F., Zahn, M., Schenk, M. K. (2011). Silicon enhances suberization and lignification in roots of rice (*Oryza sativa*). *Journal of Experimental Botany*, 62(6), 2001-2011. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq392>
- Follmann, D. N., Cargnelutti Filho, A., Lúcio, A. D., Souza, V. Q. de; Caraffa, M., Wartha, C. A. (2016). Progresso genético em aveia associado ao uso de fungicidas no Rio Grande do Sul, Brasil. *Genetics and Molecular Research*, 15(4), 797-806. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr15049390>
- Fones, H. N., Bebbler, D. P., Chaloner, T. M., Kay, Y. T., Steinberg, G., Gurr, S. J. (2020). Threats to global food security from emerging fungal and oomycete crop pathogens. *Nature Food*, 1, 332–342. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0075-0>
- Fonseca, E. M. da., Duso, L & Hoffmann, M. B. (2017). Discutindo a temática agrotóxicos: uma abordagem por meio das controvérsias sociocientíficas. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, 2(3), 881-898. <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2525-4863.2017v2n3p881>
- Forcelini, C. A & Reis, E. M. (1997). Doenças da aveia (*Avena* spp). In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A., Rezende, J.A.M. (Eds.) *Manual de Fitopatologia* (p.105–111). São Paulo: Agronômica Ceres.
- Freitas, A. B & Garibotti, V. (2020). Caracterização das notificações de intoxicações exógenas por agrotóxicos no Rio Grande do Sul, Brasil, 2011-2018. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 29(5), e2020061. <https://doi.org/10.1590/s1679-49742020000500009>
- Frota, M. T. B. A & Siqueira, C. E. (2021). Agrotóxicos: os venenos ocultos em nossa mesa. *Cadernos de saúde pública*, 37(2). <https://doi.org/10.1590/0102-311x00004321>
- Furtado, E. L., Cunha, A. R. da., Alvares, C. A., Bevenuto, J. A. Z., Passos, J. R. (2015). Ocorrência de epidemia do mal das folhas em regiões de “escape” do Brasil. *Plant Pathology / Scientific Communication*, 82, 1-6. <https://doi.org/10.1590/1808-657000882013>
- Gallo, E & Setti, A. F. F. (2014). Territory, intersectoriality and stages: requirements for the effectiveness of the sustainable development goals. *Ciência e saúde coletiva*, 19(11). <https://doi.org/10.1590/1413-812320141911.08752014>
- Garcia, P. P. C & Carvalho, L. P. da. S. de. (2011). Análise da rotulagem nutricional de alimentos diet e light. *Ensaio e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 15(4).

- Garcia, T. R., Andrade, M. I. K. P. de., Frota, S. M., Miranda, M. de. F., Guimarães, R. M., Meyer, A. (2017). Função coclear em alunos expostos a pesticidas. *CoDAS*, 29(3). <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172016078>
- Gomes, F. B., Moraes, J. C., Santos, C. D., Goussain, M. M. (2005). Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agricola*, 62(6), 547-551. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000600006>
- Gomes, H. de. O., Menezes, J. M. C., Costa, J. G. M. da., Coutinho, H. D. M., Teixeira, R. N. P., Nascimento, R. F. do. (2020). Uma perspectiva socioambiental do uso de agrotóxicos e produção de alimentos. *Ecotoxicologia e Segurança Ambiental*, 197, 110627. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110627>
- Goulart, A. C. P., Sousa, P. G & Urashima, A. S. (2007). Danos em trigo causados pela infecção de *Pyricularia grisea*. *Summa phytopathologica*, 33(4), 358-363. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052007000400007>
- Graichen, F. A. S., Martinelli, J. A., Wesp, C. L., Federizzi, L. C., Chaves, M. S. (2011). Componentes epidemiológicos e histológicos da resistência à ferrugem da folha em genótipos de aveia. *European Journal of Plant Pathology*, 131, 497-510. <https://doi.org/10.1007/s10658-011-9825-z>
- Guay, M. O. M., Paquette, A., Dupras, J., Rivest, D. (2018). The new Green Revolution: Sustainable intensification of agriculture by intercropping. *Science of The Total Environment*, 615(15), 767-772. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.024>
- Gutkoski, L. C., Teixeira, D. M. D. F., Durigon, A., Ganzer, A. G., Bertolin, T. E., Colla, L. M. (2009). Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolos. *Food Science and Technology*, 29(2), 254-261. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000200003>
- Hartley, S. E., Fitt, R. N., McLaren, E. L., Wade, R. N. (2015). Defending the leaf surface: intra- and inter-specific differences in silicon deposition in grasses in response to damage and silicon supply. *Frontiers in Plant Science*, 6(35). <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00035>
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Nahar, K., Hossain, S., Mahmud, J. A., Hossen, S., ... Fujita, K. (2018). Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, 8(3), 31. <https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>
- Hawerth, M. C., Silva, J. A. G. da., Souza, C. A., Oliveira, A. C. de., Luche, H. de. S., Zimmer, C. M., Sponchiado, J. C. (2015b). Redução do acamamento em aveia-branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50, 115-125. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000200003>
- Hawerth, M. C., Silva, J. A. G., Gutkoski, L. C., Arenhardt, E. G., Oliveira, A. C., Carvalho, F. I. F. (2015a). Correlations between chemistry components of caryopsis in oat genotypes cultivated in different environments. *African Journal of Agricultural Research*, 10, 4295-4305. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10079>
- Heinrichs, R., Aita, C., Amado, T. J. C., Fancelli, A. L. (2001). Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25, 331-340. <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/PdFt5M6wTqcZp7FfbScJwcc/?format=pdf&lang=pt>
- Helou, K., Harmouche-Karaki, M., Karake, S., Narbonne, J. F. (2019). Uma revisão de pesticidas organoclorados e bifenilos policlorados no Líbano: contaminantes ambientais e humanos. *Chemosphere*, 231, 357-368. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.109>
- Horn, R.C., Magni, M. P., Mori, N. C., Junges, L., Golle, D. P., Koefender, J., ... Felippin, T. (2016). Avaliação "in vitro" do efeito da infusão de *Cunila microcephala* Benth sobre a atividade da enzima acetilcolinesterase e biomarcadores de estresse oxidativo em eritrócitos de agricultores. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 18(1), 341-348. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_126
- Hu, W., Lu, Z., Meng, F., Li, X., Cong, R., Ren, T., Lu, J. (2020). A redução da área foliar precede a da fotossíntese sob deficiência de potássio: a importância da anatomia foliar. *New Phytologist*, 227, 1749-1763. <https://doi.org/10.1111/nph.16644>
- Hu, W., Lv, X., Yang, J., Chen, B., Zhao, W., Meng, Y., ... Oosterhuis, D. M. (2016). Effects of potassium deficiency on antioxidant metabolism related to leaf senescence in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Field Crops Research*, 191, 139-149. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.02.025>
- Ibrahim, M. F. M., El-Samad, G. A., Ashour, H., El-Sawy, A. M., Hikal, M., Elkelish, A., ... Farag, R. (2020). Regulation of agronomic traits, nutrient uptake, osmolytes and antioxidants of maize as influenced by exogenous potassium silicate under deficit irrigation and semiarid conditions. *Agronomy*, 10(8), 1212. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081212>
- Ibrahim, M. S., Ahmada, A., Sohail, A., Asad, M. J. (2020). Nutritional and functional characterization of different oat (*Avena sativa* L.) cultivars. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1373-1385. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1806297>
- Indicações Técnicas. Danielowski, R., Caraffa, M., Moraes, C. S., Lângaro, N. C., Carvalho, I. Q. (2021). Cultivares de aveia, qualidade de sementes e implantação da cultura. In: Danielowski, R., Caraffa, M., Moraes, C. S., Lângaro, N. C., Carvalho, I. Q. *Indicações técnicas para a cultura de aveia: 40ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia* (p. 48-56). Três de Maio: Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM).
- Ismael, L. L. & Rocha, E. M. R. (2019). Estimativa de contaminação de águas subterrâneas e superficiais por agrotóxicos em área sucroalcooleira, Santa Rita/PB, Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, 24(12). <https://doi.org/10.1590/1413-812320182412.27762017>
- Jackson, E. W., Obert, D. E., Chong, J., Avant, J., Bonman, J. (2008). Detached-leaf method for propagating *Puccinia coronata* and assessing crown rust resistance in oat. *Plant Disease*, 92, 1400-1406.
- Jalli, M., Laitinen, P & Latvala, S. (2011). The emergence of cereal fungal diseases and the incidence of leaf spot diseases in Finland. *Agricultural and Food Science*, 20, 62-73. <https://doi.org/10.2137/145960611795163015>
- Jesus Junior, W.C., Bergamin Filho, A., Amorim, L., Vale, F. X. R., Hau, B., Jobim, P. F. C., Cruz, I. B. M. (2010). Existe uma associação entre mortalidade por câncer e uso de agrotóxicos? Uma contribuição ao debate. *Ciência e Saúde Coletiva*, 15(1). <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232010000100033>

- John, D. A & Babu, G. R. (2021). Lessons from the aftermaths of Green Revolution on food system and health. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 644559. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.644559>
- Khalid, S., Shahid, M., Murtaza, B., Bibi, I., Natasha., Naeem, M. A., Niazi, N. K. (2020). Uma revisão crítica dos diferentes fatores que governam o destino dos pesticidas no solo sob aplicação de biochar. *Ciência do Meio Ambiente Total*, 711, 134645. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134645>
- Kiirika, L. M., Stahl, F & Wydra, K. (2013). Caracterização fenotípica e molecular da indução de resistência por aplicação única e combinada de quitosana e silício em tomate contra *Ralstonia solanacearum*. *Patologia Fisiológica e Molecular de Plantas*, 81, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2012.11.002>
- Kim, K. H., Kabir, E & Jahan, S. A. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of The Total Environment*, 575, 525-535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>
- Kim, L. S., Hwang, C. W., Yang, W. S., Kim, C. H. (2021). Multiple antioxidative and bioactive molecules of oats (*Avena sativa* L.) in human health. *Antioxidants*, 10, 1454, 1-20. <https://doi.org/10.3390/antiox10091454>
- Kimati, H & Bergamin Filho, A. (1995). Princípios gerais de controle. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H. & Amorim, L. (Eds.) *Manual de Fitopatologia. Volume 1: Princípios e conceitos* (3a ed., p.692-709). São Paulo: Agronômica Ceres.
- Kiran, K., Rawal, H. C., Dubey, H., Jaswal, R., Devanna, B. N., Gupta, D. K., ... Sharma, T. R. (2016). Draft genome of the wheat rust pathogen (*Puccinia triticina*) unravels genome-wide structural variations during evolution. *Genome Biology and Evolution*, 8(9), 2702-2721. <https://doi.org/10.1093/gbe/evw197>
- Korndörfer, A. P., Grisoto, E & Vendramim, J. D. (2011). Indução da resistência de insetos vegetais à cigarrinha-da-índia Mahanarva fimbriolata Stal (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar por aplicação de silício. *Neotropical Entomology*, 40(3), 387-392. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000300013>
- Kraisig, A. R., Silva, J. A. G. da., Carvalho, I. R., Mamann, Â, T. W. de., Corso, J. S., Norbert, L. (2020). Época de fornecimento de nitrogênio na produção, qualidade industrial e química dos grãos de aveia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(10). <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n10p700-706>
- Kuhnem Junior, P. R., Casa, R. T., Rizzi, F. P., Moreira, E. N., Bogo, A. (2009). Desempenho de fungicidas no controle de doenças foliares em trigo. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 8(1), 35-42. <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5311#:~:text=N%C3%A3o%20houve%20diferen%C3%A7a%20significativa%20entre,doen%C3%A7as%20foliares%20nas%20duas%20cultivares>.
- Kuinchtner, A & Buriol, G. A. (2001). Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwait. *Disciplinarum Scientia*, 2(1), 171-182. <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1136>
- Kulcheski, F. R., Graichen, F. A. S., Martinelli, J. A., Locatelli, A. B., Federizzi, L. C., Delatorre, C. A. (2010). Mapeamento molecular de Pc68, um gene de resistência à ferrugem da coroa em *Avena sativa*. *Euphytica*, 175, 423-432. <https://doi.org/10.1007/s10681-010-0198-8>
- Kumar, P., Kumar, T., Singh, S., Tuteja, N., Prasad, R., Singh, J. (2020). Potássio: Um modulador chave para a homeostase celular. *Journal of Biotechnology*, 324, 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2020.10.018>
- Kumar, S. (2012). Biopesticides: A need for food and environmental safety. *Biofertilizers & Biopesticides*, 3(4), 1-3. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-6202.1000e107>
- Langenbach, T & Caldas, L. Q. (2018). Estratégias para redução de pesticidas transportados pelo ar em condições tropicais. *Ambio*, 47, 574-584. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0997-4>
- Li, Q., Wang, B., Yu, J., Dou, D. (2020). Melhoramento com informações de patógenos para resistência a doenças de cultivo. *Journal of Integrative Plant Biology*, 63(2), 305-311. <https://doi.org/10.1111/jipb.13029>
- Lindgren, E., Harris, F., Dangour, A. D., Gasparatos, A., Hiramatsu, M., Javadi, F., ... Haines, A. (2018). Sustainable food systems - a health perspective. *Sustainability Science*, 13, 1505-1517. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0586-x>
- Lopes, C. V. A & Albuquerque, G. S. C. de. (2018). Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde Debate*, 42(117), 518-534. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>
- Lopes, R. A & Sales, N. I. S. (2020). Utilização de agrotóxicos em pastagens e monoculturas e morte súbita de abelhas em Porangatu-GO. *Cadernos de Agroecologia - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia*, 15(2). <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/4529>
- Lovatto, M., Silva, G. B. P. da., Coelho, F. K., Martinelli, J. A., Pacheco, M. T., Federizzi, L. C., Delatorre, C. A. (2021). Crown rust on oat genotypes with different levels of resistance: damages and losses. *Ciência Rural*, 51(3), e20200298. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200298>
- Ma, J.F & Yamaji, N. (2006). Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, 11(8), 392-397. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.06.007>
- Macoski, N., Gabardo, G., Clock, D. C., Avila, G. M. A., Chornobay, A. K. (2021). Application of calcium and sulfur in the severity of *Puccinia coronata* f. sp. avenae. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 8(1). <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.81.1>
- Makkar, R., Behl, T., Bungau, S., Zengin, G., Mehta, V., Kumar, A., Oancea, R. (2020). Nutraceuticals in Neurological Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(12), 1-19. <https://doi.org/10.3390/ijms21124424>
- Malanchen, B. E., Silva, F. A. da., Gottardi, T., Terra, D. A., Barnardi, D. M. (2019). Composição e propriedades fisiológicas e funcionais da aveia. *FAG Journal of Health*, 1(2), 185. DOI10.35984/fjh.v1i2.86

- Manasa, R. L. & Mehta, A. (2020). Águas residuais: fontes de poluentes e sua remediação. *Environmental Biotechnology, Springer*, 2, 197-219. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38196-7_9
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulou, A., Bezirtzoglou, E. (2020). Impactos ambientais e de saúde da poluição do ar: uma revisão. *Frente de Saúde Pública*, 8(14). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Mantai, R. D., Silva, J. A. G. da., Arenhardt, E. G., Sausen, A. T. Z. R., Binello, M. O., Bianchi, V., Bandeira, L. M. (2016). A dinâmica da relação entre a panícula de aveia e o rendimento de grãos por nitrogênio. *American Journal of Plant Sciences*, 7(1). <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2016.71003>
- Marchioro, V. S., Carvalho, F. I. F. de., Oliveira, A. C.; Kurek, A. J.; Lorencetti, C.; Silva, J. A. G. da., Cargini, A. (2001). Estratégias para a modificação do potencial de rendimento de grãos em genótipos de aveia: época de semeadura e aplicação de fungicida. *Revista Brasileira de Agrociência*, 7(1), 33-36.
- Mariyono, J., Kuntariningsih, A & Kompas, T. (2018). Pesticide use in Indonesian vegetable farming and its determinants. *Management of Environmental Quality*, 29(2), 305-323. <https://doi.org/10.1108/MEQ-12-2016-0088>
- Marolli, A., Silva, J. A. G. da., Scremin, O. B., Mantai, R. D., Trautmann, A. P. B., Mamann, Â. T. W. de., Arenhardt, E. G. (2017b). Uma proposta de simulação de produtividade de aveia por elementos meteorológicos, regulador de crescimento e nitrogênio. *American Journal of Plant Sciences*, 8(9). <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.89141>
- Marolli, A., Silva, J. A. G., Romitti, M. V., Mantai, R. D.; Scremin, O. B.; Frantz, ... Lima, A. R. C. (2017a). Contributive effect of growth regulator Trinexapac-Ethyl to oats yield in Brazil. *African Journal of Agricultural Research*, 12(10), 795-804. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11784>
- Martinelli, J. A., Federizzi, L. C & Benedetti, A. C. (1994). Reduções na produtividade de grãos de aveia devido à severidade da ferrugem. *Summa Phytopathologica*, 20(2), 116-118.
- Matos, E. M. C. de., Ribeiro, L. C., Prestes, O. D., Silva, J. A. G. da., Farias, B. S. de., Pinto, L. A. de A., Zanella, R. (2019). Método multiclasse para a determinação de resíduos de pesticidas em aveia usando QuEChERS modificado com sorvente alternativo e cromatografia líquida com espectrometria de massa em tandem. *Food Analytical Methods*, 12, 2835–2844. <https://doi.org/10.1007/s12161-019-01641-1>
- Matzenbacher, R.G & Michel, C.L (1999). Doenças. In: Matzenbacher, R.G. *A cultura da aveia no sistema plantio direto* (p.143-158). Cruz Alta - RS: Fundacep Fecotrigo.
- May, W. E., Brandt, S & Hutt-Taylor, K. (2020). Resposta do rendimento e da qualidade do grão de aveia a fertilizantes nitrogenados e fungicidas. *Agronomy Journal*, 112(2), 1021–1034. <https://doi.org/10.1002/agj2.20081>
- Mcculloch, W. S & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115–133. <https://doi.org/10.1007/BF02478259>
- Mello, M. R. F., Souza, E. B., Pinto, K. M. S., Da Gama, M. A. S., Mariano, R. L. R. (2017). Redução da podridão mole em couve-chinesa mediada por indutores de resistência. *Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE*, 9(2), 15-24. <http://revistas.ifpe.edu.br/index.php/cientec/article/view/102>
- Melo, W. F., Maracajá, P. B., Melo, W. F. de., Oliveira, T. L. L. de., Pimenta, T. A., Andrade, A. B. A. de. (2016). A utilização de agrotóxicos e os riscos à saúde do trabalhador rural. *Revista Brasileira de Educação e Saúde*, 6(2), 26-30. <http://dx.doi.org/10.18378/rebes.v6i2.4480>
- Mesnage, R & Seralini, G. E. (2018). Editorial: Toxicity of Pesticides on Health and Environment. *Frontiers in Public Health*, 6(268). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00268>
- Micheref, S. J. (2001). Epidemiologia de doenças de plantas. In: Micheref, S. J. *Fundamentos de fitopatologia* (p.90-102). Recife – PE.
- Mikkelsen, R. L. (2017). The importance of potassium management for horticultural crops. *Indian Journal of Fertilisers*, 13(11), 82-86. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183040924>
- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Zoneamento Agrícola. 2017. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/zoneamento-agricola>
- Moes, J & Stobbe, E. H. (1991). Barley treated with ethephon: I. Yield components and net grain yield. *Agronomy Journal*, 83, 86-90.
- Montilla-Bascón, G., Rubiales, D., Altabella, T., Prats, E. (2016). Free polyamine and polyamine regulation during prepenetration and penetration resistance events in oat against crown rust (*Puccinia Coronata* f. sp. avenae). *Plant Pathology*, 65, 392-401. <https://doi.org/10.1111/ppa.12423>
- Moussa, S. A.M & Shama, M. A. (2019). Mitigation the adverse effects of irrigation water salinity on potato crop using potassium silicate foliar application. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 9(3), 804-819. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17109.58087>
- Nascimento, A. L & Rabelo, D. M. (2018). Desenvolvimento e análise sensorial da geleia de polpa e casca de abacaxi com gengibre. *Revista Acadêmica Conecta FASF*, 3(1).
- Nascimento, M. M., Rocha, G. O. da., Andrade, J. B. de. (2017). Pesticides in fine airborne particles: from a green analysis method to atmospheric characterization and risk assessment. *Scientific Reports*, 7(2267). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02518-1>
- Nazareno, E. S., Li, F., Smith, M., Park, R. F., Kianian, S. F., Figueroa, M. (2018). *Puccinia coronata* f. sp. avenae: athreat to global oat production. *Molecular Plant Pathology*, 19(5), 1047–1060. <https://doi.org/10.1111/mpp.12608>
- Negatu, B., Dugassa, S & Mekonnen, Y. (2021). Environmental and Health Risks of Pesticide Use in Ethiopia. *Journal of Health and Pollution*, 11(30), 1-12. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-11.30.210601>
- Neivert, M., Gralak, L & Tagliani, M. C. (2018). Incidência e severidade de bacteriose na cultura do trigo em Santa Maria do Oeste/PR e Ivaiporã/PR, Safra 2017. *Tech & Campo*, 1(1), 61-76. <http://revista.camporeal.edu.br/index.php/tech/article/view/124>

- Nerbass Junior, J. M., Casa, R. T., Gava, F., Bogo, A., Kuhnem Junior, P. R., Bolzan, R. M. (2008). Controle de doenças foliares na aveia branca e danos na produção em resposta à dose e ao número de aplicações de fungicida. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 7(2), 127-134. <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5345>
- Neves, P. D. M., Mendonça, M. R., Bellini, M., Pössas, I. B. (2020). Intoxicação por agrotóxicos agrícolas no estado de Goiás, Brasil, 2005-2015: análise de registros em sistemas oficiais de informação. *Ciência e saúde coletiva*, 25(7). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232020257.09562018>
- Ng, L. C., Adila, Z. N., Hafiz, E. M. S., Aziz, A. (2021). Foliar spray of silicon enhances resistance against *Pyricularia oryzae* by Triggering Phytoalexin responds in aerobic rice. *European Journal of Plant Pathology*, 159, 673–683. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02197-1>
- Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*, 4(148). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
- Nogueira, F. de A. M., Szwarcwald, C. L & Damacena, G. N. (2020). Exposição a agrotóxicos e agravos à saúde em trabalhadores agrícolas: o que revela a literatura? *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 45. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000041118>
- Nojosa, G. B. A. (2003). *Efeito de indutores na resistência de Coffea arabica L. a Hemileia vastatrix Berk. & Br. e Phoma costarricensis Echandí* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.
- Nunes, A., Schmitz, C., Moura, S., Maraschin, M. (2021). The use of pesticides in Brazil and the risks linked to human health. *Brazilian Journal of Development*, 7(4), 37885-37904. <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/28117>
- Olaniran, A. F., Taiwo, A. E., Bamidele, O. P., Iranloye, Y. M., Malomo, A. A., Olaniran, O. D. (2021). The role of nutraceutical fruit drink on neurodegenerative diseases: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 57, 1442-1450. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15106>
- Oliveira, A. C. B., Godoy, C. V & Martins, M. C. (2005). Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no oeste da Bahia. *Fitopatologia Brasileira*, 30(6), 658-662. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000600016>
- Oliveira, A. C., Crestani, M., Carvalho, F. I. F., Silva, J. A. G., Valério, I. P., Hartwig, I. Bertan, I. (2011a). Brisasul: a new high-yielding white oat cultivar with reduced lodging. *Crop Breed. Appl. Biotechnol*, 11, 370–374. <https://doi.org/10.1590/S1984-70332011000400012>
- Oliveira, E. A. de P., Zucareli, C., Fonseca, I. C. B., Oliveira, J. C., Barros, A. S. R. (2014). Foliar fungicide and environments on the physiological quality of oat seeds. *Journal of Seed Science*, 15–24. <https://www.scielo.br/j/jss/a/N64gFqCfdh3fhS6NGsT39ch/?lang=en>
- Oliveira, M. D. M., Varanda, C. M. R & Félix, M. R. F. (2016). Resistência induzida durante a interação patógeno x planta e o uso de indutores de resistência. *Cartas de Fitoquímica*, 15, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2015.12.011>
- Oliveira, V. M. de., Sousa, L. B. de., Bisinotto, F. F., Santos, F. M. dos. (2011b). Produtividade de milho em função de diferentes aplicações de fungicidas. *Enciclopédia Biosfera*, 7(12), 1-6. <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/produtividade%20de%20milho.pdf>
- Panisson, E., Reis, E. M & Boller, W. (2003). Quantificação de danos causados pela giberela em cereais de inverno, na safra 2000, em Passo Fundo, RS. *Fitopatologia brasileira*, 28(2). <https://doi.org/10.1590/S0100-41582003000200013>
- Paudel, D., Dhungana, B., Caffè, M., Krishnan, P. (2021). A Review of health-beneficial properties of oats. *Foods*, 10(11), 1-23. <https://doi.org/10.3390/foods10112591>
- Pereira, A. I. A., Guimarães, J. de, J., Costa, J. V., Cantuário, F. S. de., Salomão, L. C., Oliveira, R. C. de., Luz, J. M. Q. (2019). Crescimento de plantas de pimentão submetidas a tensões de água no solo e doses de silicato de potássio. *Horticultura Brasileira*, 37(1), 082-088. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620190113>
- Pereira, C. de. F & Borges, T. de. A. (2020b). A segurança alimentar no uso de agrotóxicos e o direito de escolha do consumidor. *Revista de Direito*, 3(5), 181-205. <http://dx.doi.org/10.36598/dhrd.v3i5.1836>
- Pereira, L. M., Stumm, E. M. F., Buratti, J. B. L., Silva, J. A. G., Colet, C. de. F., Pretto, C. R. (2020a). A utilização de fungicida no cultivo de aveia: uma revisão integrativa da literatura. *Research, Society and Development*, 9(8). <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6181>
- Pereira, L. M., Tissot-Squali, M. L., Wildner, G., Dornelles, E. F., Heck, T. G., Silva, J. A. G. da. (2018). Oxidative stress measurements can indicate the best dose and period of nitrogen fertilizer in white oat crop. *International Journal of Development Research*, 8(1), 18468-18474.
- Pereira, T. S., Lobato, A. K. S., Silva, M. H. L., Maria, E., Lobato, S. G., Costa, D. V., ... Okumura, R. S. (2015). Differential responses produced by silicon (Si) on photosynthetic pigments in two pepper cultivars exposed to water deficiency. *Australian Journal of Crop Science*, 9(12), 1265-1270.
- Pignati, W. A., Lima, F. A. N. S. L., Lara, S. S., Correa, M. L. M., Barbosa, J. R., Leao, L. H. C.; Pignati, M. G. (2017). Spatial distribution of pesticide use in Brazil: A strategy for health surveillance. *Ciência Saúde*, 22, 3281–3293. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>
- Pontes, N. de. C., Moita, A. W & Quezado-Duval, A. M. (2012). Resistance stability of 'Ohio 8245' and 'Heinz 9553' to tomato bacterial spot. *Horticultura Brasileira*, 30(1). <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000100017>
- Portela, G. L. F., Silva, P. R. R., Girão Filho, J. E., Pádua, L. E. M., Melo Júnior, L. C. (2019). Silício como indutor de resistência no controle do pulgão preto *Aphis craccivora* Koch, 1854 em fava *Phaseolus lunatus*. *Arquivos do Instituto Biológico*, 86. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000512018>
- Porto, M. de. J., Souza, J. P. de., Costa, E. I. F. S., Oliveira, C. R. V., Guerra, M. de. F. S. de. S., Araujo, A. M. B.; Souza, J. De M. (2021). Avaliação toxicológica: alterações em biomarcadores desencadeadas por exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. *Research, Society and Development*, 10(1), e26510111859. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.118592>

- Portyanko, V. A., Chen, G., Rines, H. W., Phillips, R. L., Leonard, K. J., Ochocki, G. E., Stuthman, D. D. (2005). Locos de caracteres quantitativos para resistência parcial à ferrugem da folha *Puccinia coronata*, em aveia cultivada, *Avena sativa* L. *Genética Teórica e Aplicada*, 111, 313–324. <https://doi.org/10.1007/s00122-005-2024-6>
- Prajapati, K & Modi, H. A. (2012). The importance of potassium in plant growth – a review. *Indian Journal of Plant Sciences*, 1(02-03), 177-186. https://www.researchgate.net/publication/304246278_THE_IMPORTANCE_OF_POTASSIUM_IN_PLANT_GROWTH_-_A_REVIEW
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 447-465. <https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rstb.2007.2163>
- Queiroz, P. R., Lima, K. C., Oliveira, T. C. de., Santos, M. M. dos., Jacob, J. F., Oliveira, A. M. B. M. de. (2019). Sistema de Informação de Agravos de Notificação e intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. *Revista brasileira de epidemiologia*, 22. <https://doi.org/10.1590/1980-549720190033>
- Rajput, L. S., Sharma, T., Madhusudhan, P., Sinha, P. (2017). Effect of temperature on growth and sporulation of rice leaf blast pathogen *Magnaporthe oryzae*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(3), 394-401. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.603.045>
- Rani, L., Thapa, K., Kanojia, N., Sharma, N., Singh, S., Grewal, A. S., ... Kaushal, J. (2021). Na extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124657>
- Ribeiro Júnior, P. M. (2008). *Fosfitos na proteção e na indução de resistência do cafeeiro contra Hemileia vastatrix e Cercospora coffeicola*. Lavras: UFLA.
- Ribeiro, G., Pimente, A. J. B., Souza, M. A., Carvalho, J. R. A. S., Fonseca, W. B. (2012). Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. *Revista Brasileira de Agrociência*, 18, 133-142.
- Rivano, F., Maldonado, L., Simbaña, B., Lucero, R., Gohet, E., Cevallos, V., Yugcha, T. (2015). Cultivo adequado de borracha no Equador: uma abordagem para a praga das folhas na América do Sul. *Culturas e produtos industriais*, 66, 262-270. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.12.034>
- Rocha, P. C., Araújo, R. R, de & Rizk, M. C. (2020). Exposição da rede de drenagem a agrotóxicos e conectividade hidrodinâmica, região pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. *Revista Equador*, 9(1), 116-132. <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/viewFile/9395/5638>
- Rodrigues, F. A., Duarte, H. S. S., Domiciano, G. P., Souza, C. A., Korndörfer, G. H., Zambolim, L. (2009). Foliar application of potassium silicate reduces the intensity of soybean rust. *Australasian Plant Pathology*, 38, 366–372. <https://doi.org/10.1071/AP09010>
- Roma, J. C. (2019). Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. *Ciência e Cultura*, 71(1). <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000100011>
- Romitti, M. V., Dornelles, E. F., Silva, J. A. G., Marolli, A., Mantai, R. D., Scremin, O. B., ... Silva, D. R. (2017). The sowing density on oat productivity indicators. *African Journal of Agricultural Research*, 12, 905-915. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.12095>
- Rosa, J. M. da., Arioli, C. J., Nunes-Silva, P., Garcia, F. R. M. (2019). Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: Existe uma explicação? *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(1). <http://dx.doi.org/10.5965/223811711812019154>
- Rosa, T. D'A., Pedó, T., Martinazzo, E. G., Gehling, V. M., Aisenberg, G. R., Aumonde, T. Z., Villela, F. A. (2015). Alagamento do solo: efeito no crescimento inicial da aveia branca (*Avena sativa* L.). *Scientia Agraria Paranaensis*, 14(2), 127-131. <https://doi.org/10.18188/sap.v14i2.10101>
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20 (2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>
- Sabik, H., Jeannot, R & Rondeau, B. (2000). Multiresidue methods using solid-phase extraction techniques for monitoring priority pesticides, including triazines and degradation products, in ground and surface waters. *Journal of Chromatography*, 885(1-2), 217-236.
- Sanabria, K., Pérez, W & Andrade-Piedra, J. L. (2020). Eficácia dos indutores de resistência para o manejo da requeima da batata no Peru. *Proteção de Cultivo*, 137, 105241. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105241>
- Santos, C. G & Pereira, D. C. A. (2020). Da responsabilização por danos à saúde decorrentes do uso de agrotóxicos. *Revista Direito Ambiental e sociedade*, 10(1), 7-28.
- Santos, H. P., Fontaneli, R. S., Pires, J., Lampert, E. A., Vagyas, A. M., Verdi, A. C. (2014). Grain yield and agronomic traits in soybean according to crop rotation systems. *Bragantia*, 73(3), 263-273. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0136>
- Santos, T. S & Abreu, F. R. S. (2010). O Cultivo de organismos geneticamente modificados e a contaminação da água. *Cadernos UniFOA*, 5(12), 41-54. <https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v5.n12.1003>
- Santos, W. G. dos & Martins, J. I. F. (2016). O zoneamento agrícola de risco climático e sua contribuição à agricultura brasileira. *Revista de política agrícola*, 25(3). <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1157>
- Sardans, J & Peñuelas, J. (2021). Potassium control of plant functions: ecological and agricultural implications. *Plants*, 10(419), 1-31. <https://doi.org/10.3390/plants10020419>
- Sari, B. G., Lúcio, A. D'c., Costa, F. D. da., Ribeiro, A. L. de P. (2020). Amostragem para avaliação de mancha amarela em trigo. *Research, Society and Development*, 9(8), e281984775. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4775>
- Scheer, M. R. (2021). *Fungicidas em cultivares de aveia branca: produtividade, qualidade fisiológica e sanitária de sementes e resíduos de agrotóxicos*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - Unijuí, Ijuí, RS, Brasil.
- Scholthof, K. B. (2007). O triângulo da doença: patógenos, meio ambiente e sociedade. *Nature Reviews Microbiologia*, 5, 152-156. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1596>

- Scremin, O. B., Mantai, R. D., Brezolin, A. P. B., Marolli, A., Scremin, A. H., Cargnin, R. S., ... Faganello, J. (2017b). Modelos de regressão aplicados na obtenção da densidade ideal de sementeira em aveia. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, 5(1). <https://doi.org/10.5540/03.2017.005.01.0407>
- Scremin, O. B., Mantai, R. D., Brezolin, A. P., Marolli, A., Scremin, A. H., Silva, J. A. G. da., Scremin, G. (2017a). A densidade de sementeira e fracionamento do nitrogênio (N) na produtividade de grãos e supressão do azevem em cultivares de aveia branca. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, 5(1). <https://doi.org/10.5540/03.2017.005.01.0282>
- Scremin, O. B., Silva, J. A. G., Carvalho, I. R., Mamann, A. T. W., Krausig, A. R., Rosa, J. A. da.; ... Matter, E. M. (2020). Artificial Intelligence by Artificial Neural Networks to Simulate Oat (*Avena sativa* L.) Grain Yield Through the Growing Cycle. *Journal of Agricultural Studies*, 8(4), 610-628. <https://doi.org/10.5296/jas.v8i4>
- Shehata, M. N & Abdelgawad, K. F. (2019). Potassium silicate and amino acids improve growth, flowering and productivity of summer squash under high temperature condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 19(2), 74-86. Doi: 10.5829/idosi.ajeaes.2019.74.86
- Silva, J. A. G. da., Mamann, A. T. W. de., Scremin, O. B., Carvalho, I. R., Pereira, L. M., Lima, A. R. C. de., Norbert, L. (2020). Biostimulants in the indicators of yield and industrial and chemical quality of oat grains. *Journal of Agricultural Studies*, 8(2). <https://doi.org/10.5296/jas.v8i2.15728>
- Silva, J. A. G., Wohlenberg, M. D., Arenhardt, E. G., Oliveira, A. C., Mazurkiewicz, G., Müller, M., ... Pretto, R. (2015). Adaptability and stability of yield and industrial grain quality with and without fungicide in brazilian oat cultivars. *American Journal of Plant Sciences*, 6, 1560-1569. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.69155>
- Silva, M. M. da., Domingues, S & Bonadiman, A. (2019). Avaliação de intoxicação por agrotóxicos e práticas de uso de trabalhadores rurais na Serra Catarinense. *Brazilian Journal of Development*, 5(9), 15190-15204. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n9-107>
- Silva, M. R. da., Campos, A. C. E & Bohm, F. Z. (2013). Agrotóxicos e seus impactos sobre ecossistemas aquáticos continentais. *SaBios: Revista Saúde e Biologia*, 8(2), 46-58. <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/899>
- Silveira, S. F. da S., Oliveira, D. de. C. S., Maltzhan, L. E., Corazza, T., Oliveira, V. F. de., Stulp, C., Oliveira, A. C. de. (2020). Associations between agronomic performance and grain chemical traits in oat. *Communications in Plant Sciences*, 10, 1-7. <https://doi.org/10.26814/cps2020001>
- Simons, M. D. (1985). *Crown rust. In: The Cereal Rusts*. Orlando: Academic Press, Inc.
- Sinha, R., Ranjan, R., Khot, L. R., Hoheisel, J. A., Grieshop, M. J. (2019). Potencial de deriva de um sistema de entrega de dossel de conjunto sólido e um pulverizador assistido por ar de ventilador axial durante aplicações em videiras. *Engenharia de Biosistemas*, 188, 207-216. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.10.015>
- Siqueira, I. T. D., Cruz, L. R., Souza-Motta, C. M., Medeiros, E. V., Moreira, K. A. (2019). Indução de resistência por acibenzolar-S-metil em feijão caupi no controle da antracnose. *Summa Phytopathologica*, 45(1), 76-82. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/185029>
- Soovali, P & Koppel, M. (2011). Timing of fungicide application for profitable disease management in oat (*Avena sativa* L.). *Zemdirbyste Agriculture*, 98(2), 167-174. [http://www.zemdirbyste-agriculture.lt/98\(2\)tomas/98_2_tomas_str7.pdf](http://www.zemdirbyste-agriculture.lt/98(2)tomas/98_2_tomas_str7.pdf)
- Sousa, A. D. M., Sousa, A. M. P., Alves, H. S., Vieira, T. A., Sousa, A. D. M., Sousa, A. D. M. (2020). Os impactos do uso de agrotóxicos no Brasil: uma análise cienciométrica. *Cadernos de Agroecologia*, 15(2). <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/3983#:~:text=Percebeu%2Dse%20que%20h%C3%A1%20poucos,realizar%20mais%20estudos%20nessa%20tem%C3%A1tica>
- Sousa, D. G. de., Marques, D. J. dos. S., Serra, R. B. G., Sousa, A. C. de., Figueiredo, G. J. A. de. (2018). Uma percepção ambiental de agricultores da comunidade águas turvas sobre o uso de agrotóxico na região da bacia hidrográfica do rio Gramame, João Pessoa (PB). *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 13(2), 332-339. <https://doi.org/10.34024/revbea.2018.v13.2474>
- Souto, A. G. de. L., Cavalcante, L. F., Silva, M. R. M. da., Ferreira Filho, R. M., Lima Neto, A. J. de., Diniz, B. L. M. T. (2018). Estado nutricional e produção de plantas de noni fertilizadas com esterco e potássio. *Jornal de ciência do solo e nutrição de plantas*, 18(2), 403-417. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162018005001301>
- Souza, T. T. de., Pereira, J. L. de A. R & Souza, T. T. de. (2015). Avaliação da produtividade de milho e controle de doenças foliares. *Revista Agrogeoambiental*, 7(3), 31-37. <https://doi.org/10.18406/2316-1817v7n32015700>
- Stam, R & McDonald, B. A. (2018). Quando as pirâmides de genes de resistência não são duráveis - o papel da diversidade de patógenos. *Molecular Plant Pathology*, 19(3), 521-524. <https://doi.org/10.1111/mpp.12636>
- Swaint, T & Hillis, W. E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10, 63-68. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>
- Terzi, V., Tumino, G., Stanca, A. M., Morcia, C. (2014). Reducing the incidence of cereal head infection and mycotoxins in small grain cereal species. *Journal of Cereal Science*, 59, 284-293. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.10.005>
- Tesfay, S. Z., Bertling, I & Bower, J. P. (2011). Effects of postharvest potassium silicate application on phenolics and other anti-oxidant systems aligned to avocado fruit quality. *Postharvest Biology and Technology*, 60(2), 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.12.011>
- Tomita, R.Y & Beyruth, Z. (2002). Toxicologia de agrotóxico em ambiente aquático. *Biológico*, 64(2), 135-142. https://www.researchgate.net/publication/270882558_Toxicologia_de_agrotoxicos_em_ambiente_aquatico#fullTextFileContent
- Toni, D. de., Milan, G. S., Larentis, F., Eberle, L., Procópio, A. W. (2020). A configuração da imagem de alimentos orgânicos e suas motivações para o consumo. *Ambiente e Sociedade*, 23. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20170232r4vu202015ao>

- Torres, G. A. M., Scagliusi, S. M. M., Chaves, M. S., Consoli, L. (2018). Análise de glutenina para a triagem segura de sementes de trigo autopolinizadas ao desenvolver populações de haplóide duplo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(5). <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000500014>
- Tsai, M. S., Chen, M. W., Lin, C. C., Liu, C. W., Chen, P. C. (2019). Saúde ambiental das crianças com base em estudos de coorte de nascimentos da Ásia (2) - poluição do ar, pesticidas e metais pesados. *Pesquisa Ambiental*, 179, 108754. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108754>
- Tunes, C. D., Gonçalves, V. P., Rodrigues, D. B., Almeida, A. S., Silva, J. B., Franco, M. S. (2019). Fosfite de potássio como indutor de resistência em mutantes de tomateiro contra *Phytophthora infestans*. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(2), 218-223. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i2.6129>
- Velásquez, A. C., Castroverde, C. D. M & He, S. Y. (2018). Plant–pathogen warfare under changing climate conditions. *Current Biology*, 28(10), 619-634. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054>
- Wang, M., Gao, L., Dong, S., Sun, Y., Shen, Q., Guo, S. (2017). Papel do silício nas interações entre plantas e patógenos. *Frontiers em Ciências Vegetais*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00701>
- Wang, X., Jiang, N., Liu, J., Liu, W.; Wang, G. L. (2014). *The role of effectors and host immunity in plant–necrotrophic fungal interactions*, *Virulence*, 5(7), 722-732. <https://doi.org/10.4161/viru.29798>
- Waraich, E. A., Ahmad, R., Halim, A., Aziz, T. (2012). Alívio do estresse de temperatura pelo manejo de nutrientes em plantas de cultivo: Uma revisão. *J. Soil Sci. Plant Nutr*, 12, 221–244.
- Wesp, C. de L. (2005). *Componentes da resistência quantitativa à ferrugem da folha em linhagens recombinantes de aveia*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Wesp, C. L., Martinelli, J. A., Chaves, M. S., Graichen, F. A. S., Federizzi, L. C. (2008). Herança da resistência quantitativa à ferrugem da folha em linhagens recombinantes de aveia branca. *Tropical Plant Pathology*, 33(2). <https://doi.org/10.1590/S1982-56762008000200008>
- Whitehead, A., Beck, E. J., Tosh, S., Wolever, T. M. S. (2014). Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 100(6), 1413–1421. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.086108>
- Woisky, R. G & Salatino, A. (1998). Analysis of própolis: some parameters and procedures for cheCIMal quality control. *Journal of Apicultural Research*, 37(2), 99-105. <https://doi.org/10.1080/00218839.1998.11100961>
- Wollmann, C. A & Galvani, E. (2013). Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica-conceitual. *Sociedade e natureza*, 25(1). <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000100014>
- Yadav, I. C., Devi, N. L., Syed, J. H., Cheng, Z., Li, J., Zhang, G., Jones, K. C. (2015). Situação atual dos resíduos de pesticidas orgânicos persistentes no ar, na água e no solo e seus possíveis efeitos nos países vizinhos: uma revisão abrangente da Índia. *Ciência do Ambiente Total*, 511, 123-137. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.12.041>
- Ye, M., Song, Y. Y., Long, J., Wang, R. L., Baerson, S. R., Pan, Z., ... Zeng, R. (2013). Priming of jasmonate-mediated antiherbivore defense responses in rice by silicon. *Proc Natl Acad Sci USA*, 38, 3631–3639. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305848110>
- Yoo, H. U., Ko, M. J & Chung, M. S. (2020). Hydrolysis of beta-glucan in oat flour during subcritical-water extraction. *Food Chemistry*, 308, 125670. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125670>
- Zaheri, M., Gholami, A., Nadian, H., Panahpour. (2015). The effect of potassium and zinc application on resistant to lodging of two wheat cultivars. *Research on Crop Ecophysiology*, 10/2(2), 90-98. http://roce.khuisf.ac.ir/article_533670.html
- Zambonato, F., Federizzi, L. C., Pacheco, M. T., Arruda, M. P. de., Martinelli, J. A. (2012). Phenotypic and genetic characterization of partial resistance to crown rust in *Avena sativa* L. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12, 261-268. <https://doi.org/10.1590/S1984-70332012000400005>
- Zhou, X., Hu, T., Li, X., Yu, M., Li, Y., Yang, S., ... Kang, Z. (2019). Mapeamento de todo o genoma da resistência à ferrugem em faixas de plantas adultas no cultivo de trigo Toni. *Genética Teórica e Aplicada*, 132, 1693-1704. <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03308-1>
- Zivan, O., Segal-Rosenheimer, M & Dubowski, Y. (2016). A deriva de pesticidas organofosforados no ar no clima mediterrâneo: A importância da deriva secundária. *Atmospheric Environment*, 127, 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.12.003>