

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

FUNGICIDAS REGISTRADOS PARA O CONTROLE DA FERRUGEM POLISSORA NA CULTURA DO MILHO

Ana Clara Marcarini Mardegan, Anne Caroline Guimarães Pastore, Breno Benvindo dos Anjos, Fábio Ramos Alves, André da Silva Xavier, Matheus Ricardo da Rocha, Willian Bucker Moraes.

Universidade Federal do Espírito Santo /Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário s/n, 29500-000 – Alegre – ES, Brasil, anaclaramardegan@gmail.com, carolgpastore@gmail.com, bbdanjos@gmail.com, fabioramosalves@yahoo.com.br, andre.s.xavier@ufes.br, matheus.phyto@gmail.com, willian.fito@gmail.com.

Resumo

A ferrugem polissora, também conhecida como ferrugem comum ou ferrugem tropical, é uma doença fúngica que afeta a cultura do milho (*Zea mays*). A doença é causada pelo fungo *Puccinia polysora*, que é amplamente disseminado em regiões tropicais e subtropicais. Com esse propósito, procurou-se sintetizar e caracterizar os produtos registrados para o controle da ferrugem polissora na cultura do milho, importante medida de mitigação para o manejo da doença (EMBRAPA, 2021). As informações dos produtos, como princípios ativos, grupos químicos e classes toxicológicas, foram reunidas por meio de pesquisa nos dados do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT, 2023). Foram registrados 87 produtos analisados, destacaram-se duas categorias químicas, com 97% desses produtos contendo triazol, quatro princípios ativos quantificados em abundância, visto que 29% da totalidade apresenta tebuconazol, bem como classificações toxicológicas para os fungicidas. Ao aplicar esses produtos de maneira adequada e no momento oportuno, torna-se possível gerenciar a doença com eficácia (AGROFIT, 2023).

Palavras-chave: *Zea mays*, *Puccinia polysora*, AGROFIT.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica – Agronomia.

Introdução

A ferrugem polissora, também conhecida como ferrugem comum ou ferrugem tropical, é uma doença fúngica que afeta a cultura do milho (*Zea mays*). Ela é causada pelo fungo *Puccinia polysora* e é comumente encontrada em regiões tropicais e subtropicais. A doença caracteriza-se pela presença de pústulas circulares ovais de coloração marrom canela clara a alaranjada e densamente distribuídas na superfície superior das folhas, considerada uma das doenças mais destrutivas da cultura do milho, que ocorre em importantes áreas de produção no Brasil (DUDIENAS *et al.*, 2013).

Para prevenir a ferrugem polissora é importante ressaltar que o manejo integrado de pragas e doenças é a abordagem mais eficaz para o controle da ferrugem polissora e de outras doenças na cultura do milho. Isso envolve a combinação de várias estratégias de controle, conforme a necessidade específica de cada lavoura, visando à sustentabilidade da produção agrícola e à preservação do meio ambiente (AGROLINK, 2023).

O controle químico compreende a principal medida de mitigação da doença, sendo necessária o desenvolvimento de novas moléculas anualmente devido ao surgimento de populações resistentes ao agente etiológico da ferrugem (ANVISA, 2021). Entretanto, apesar do controle químico ser a principal medida de mitigação em programas de manejo de doenças do milho, o uso contínuo de moléculas com o mesmo modo de ação pode levar ao desenvolvimento de resistência por parte desses patógenos, tornando o controle mais desafiador. A fitossanidade é de extrema importância, uma vez que a agricultura enfrenta uma ampla variedade de pragas e doenças que resultam em significativas perdas financeiras para os agricultores (EMBRAPA, 2020).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Neste sentido, a utilização correta dos métodos de controle é primordial para o bom convívio com doenças, reduzindo o potencial de danos em cultivos. Neste sentido, com esta revisão buscou-se compilar informações acerca dos produtos registrados pra ferrugem polissora, destacando todos os aspectos importantes sobre as tecnologias em uso.

Metodologia

A regularização das referências dos produtos registrados para o controle da ferrugem polissora (*P. polysora*) na cultura do milho foi estruturada por meio da busca dos dados compreendidos no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário (AGROFIT).

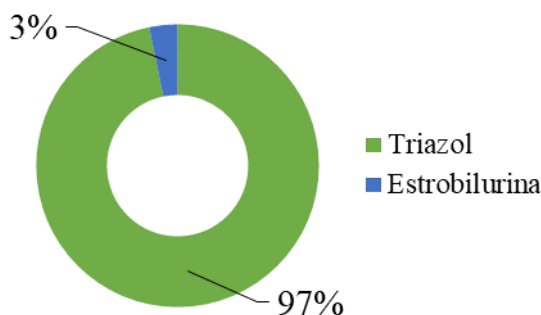
A classificação toxicológica dos produtos efetua o novo padrão regulatório definido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que a proporcionou ao Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals - GHS*) em consequência à exigência de uniformidade na classificação toxicológica. O *GHS* é utilizado para classificar um defensivo agrícola de acordo com os eventuais perigos à saúde humana (ANVISA, 2019).

Com posse do relatório remetido pelo sistema, foram selecionadas as nomeações dos fungicidas, ingredientes ativos, grupos químicos e classes toxicológicas para separar os dados que, após serem tabulados, compuseram os resultados do estudo (AGROFIT, 2023).

Resultados

Foram caracterizados 87 produtos registrados e à disposição comercialmente para o controle de *P. polysora* na cultura do milho. Dentre esses, 96,8% fazem parte do grupo químico dos triazóis. Ainda, existem as estrobilurinas, que representam 3,2% (Figura 1).

Figura 1 - Grupos químicos dos produtos registrados para o controle de ferrugem polissora (*P. polysora*) no milho.

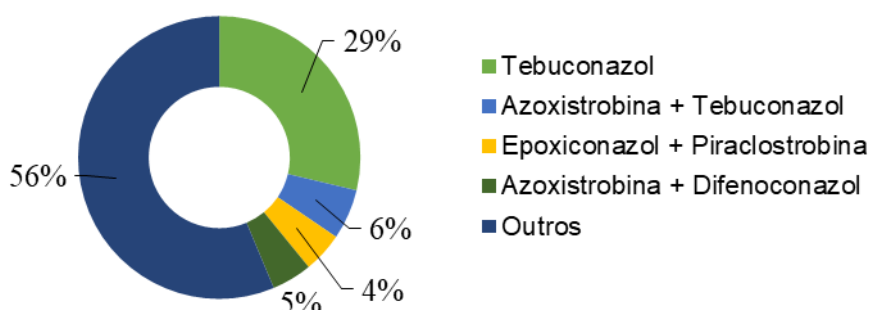


Fonte: AGROFIT (2023)

Quanto aos ingredientes ativos, 43,7% dos defensivos exibidos no relatório emitido pelo Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário são compostos por tebuconazol, azoxistrobina, epoxiconazol, piraclostrobina e difenoconazol. Sendo 28,7% correspondente ao tebuconazol, 5,8% ao azoxistrobina + tebuconazol, 4,6% ao epoxiconazol + piraclostrobina, e azoxistrobina + difenoconazol. Enquanto que 56,3% é equivalente à composição dos outros ingredientes ativos registrados (Figura 2).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

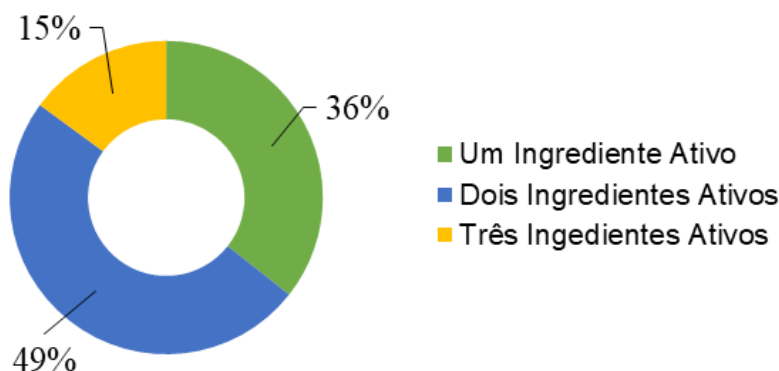
Figura 2 - Ingredientes ativos dos produtos registrados para o controle de ferrugem polissora (*P. polysora*) no milho.



Fonte: AGROFIT (2023)

Do total estudado, 35,6% dos fungicidas descritos possuem apenas um ingrediente ativo em sua composição, 49,4% são compostos por dois ingredientes ativos, e 15% dos produtos são constituídos por três ingredientes ativos diferentes (Figura 3).

Figura 3 - Número de diferentes ingredientes ativos que compoem as formulações produtos registrados para o controle de ferrugem polissora (*P. polysora*) no milho.

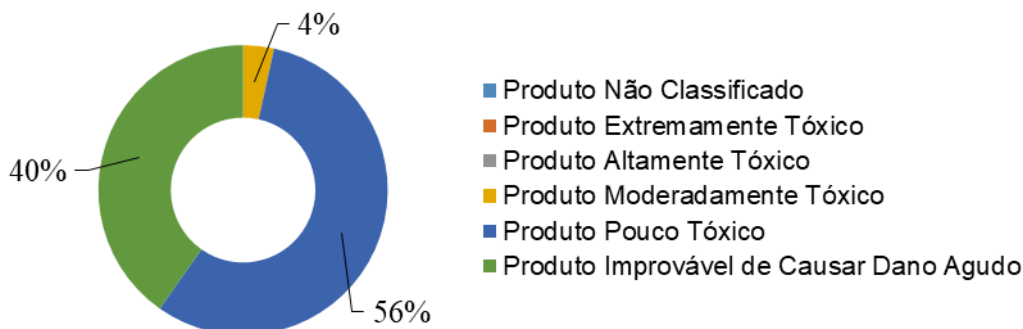


Fonte: AGROFIT (2023)

No que corresponde à classificação toxicológica aos humanos e animais, foi constatado que 40,2% dos produtos registrados são classificados como “produtos improváveis de causar dano agudo”, 56,3% são “produtos pouco tóxicos”, 3,5% são “produtos moderadamente tóxicos”. Quanto aos produtos caracterizados como “altamente tóxicos”, “extremamente tóxicos” e “não classificados” não existe registro até a presente revisão (Figura 4).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 4 - Classificação toxicológica dos produtos registrados para o controle de ferrugem polissora (*P. polysora*) no milho.



Fonte: AGROFIT (2023)

Em relação à classificação toxicológica ao meio ambiente, constatou-se que 3,4% dos produtos registrados são classificados como “produto altamente perigoso ao meio ambiente”, 88,5% são “produtos muito perigosos o meio ambiente” e 8,1% são “produtos perigosos ao meio ambiente” (Figura 5).

Figura 5 - Classificação toxicológica no meio ambiente dos produtos registrados para o controle de ferrugem polissora (*P. polysora*) no milho.



Fonte: AGROFIT (2023)

Discussão

As doenças foliares, como a ferrugem polissora, influenciam ativamente na capacidade fotossintética da planta, pois reduzem a área fotossinteticamente ativa, proporcionando a redução da produção de biomassa. Visto que para o milho apresenta elevada produção de biomassa, é imprescindível que a planta apresente estrutura de interceptação da radiação disponível ampla, obtida quando evidenciado 85-90% de sua área foliar total em funcionamento (FANCELLI, 1999).

É possível garantir a sanidade das plantas a partir da aplicação de fungicidas, fazendo com que sua taxa fotossintética se mantenha e expresse seu potencial produtivo ao máximo, contanto que não tenha outro fator limitante. Em comparação com uma planta testemunha, a eficiência dos fungicidas é atribuída a sua ação sobre o patógeno, juntamente com o efeito residual do mesmo (DUARTE *et al.*, 2009).

Um aspecto a ser apontado é o período em que a doença se instala na cultura, pois quando o ataque ocorre em plantas juvenis, o controle com o uso de fungicidas pode ser efetuado com maior

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

eficácia logo após o surgimento dos primeiros sintomas, porém quando as doenças surgem no final do ciclo, não causam redução significativa de produtividade (BRANDÃO *et al.*, 2003).

Os principais grupos químicos empregados no manejo de doenças ocasionadas por fungos são os imidazóis, triazóis, piperidinas, piridinas, pirimidinas e triazolintionas, pois, quando aplicados, permitem diferentes consequências fisiológicas aos patógenos. São moléculas capazes de atuar na inibição da biossíntese de um elemento denominado ergosterol, essencial do envoltório celular dos fungos, tendo como alvo a enzima 14 α -desmetilase codificada pelo gene *CYP51*, da família do citocromo P450 (ALVES; JULIANATTI, 2018; CHRISTIANO JÚNIOR *et al.*, 2022). Entretanto, de acordo com a nossa revisão, quase 100% dos produtos registrados para a ferrugem polissora são triazois. Estes resultados podem ser explicados devido à eficácia do grupo triazois na inibição do crescimento de fungos, que altera a estabilidade da membrana plasmática devido à inibição do ergosterol, componente estrutural imprescindível na morfologia de fungos.

Esses produtos são cotidianamente usados na produção agrícola com a finalidade de conservar a integridade sanitária das plantações. Todavia, a constante aplicação desses compostos há a possibilidade de motivar consequências que refletem de maneira negativa no íntegro benefício ambiental e social, uma vez que a exposição aos elementos químicos reflete em efeitos à saúde humana, podendo resultar em câncer, na depreciação do sistema nervoso central e outros problemas. Anteriormente, a classificação toxicológica era composta pelas classes "I - Extremamente tóxico", "II - Altamente tóxico", "III - Medianamente tóxico", e "IV - Pouco tóxico" e com novo marco de regulação foi anexado a classe V descrito como "Improvável de causar dano agudo" pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, incorporando uma grande parte dos agrotóxicos liberados (GILSON *et al.*, 2020).

Estudos associados a fungicidas na fitopatologia podem ser fundamentais para diminuir a quantidade de pulverizações de defensivos agrícolas, na caracterização daqueles com maior eficiência, além de fomentar a eficiência da manipulação através da indicação do melhor momento para efetuar as aplicações, que juntamente com a rotação de produtos com diferentes mecanismos de ação, contribuem a redução do potencial de surgimento de população de *Puccinia polysora* resistentes (HINNAH *et al.*, 2020).

Conclusão

87 produtos foram caracterizados com registrados e comercializados de acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário (AGROFIT) para o manejo da ferrugem polissora (*P. polysora*) na cultura do milho. Apesar do número elevado de registros, existe uma baixa variação de grupos químicos e mecanismos de ação, e neste sentido, o manejo de fungicidas para evitar o surgimento de populações resistentes deve ser realizado com o intuito de garantir a permanência da tecnologia como medida de mitigação eficaz para a ferrugem polissora.

Referências

AGROFIT. SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIO. **Consulta de doença**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 26 jul. 2023.

AGROLINK. O Portal do conteúdo Agropecuario. **Problemas/Ferrugem Polissora**. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/ferrugem-polisora_1722.html#:~:text=A%20ferrugem%20polisora%20%C3%A9%20a,at%C3%A9%2065%25%20j%C3%A1%20foram%20constatados. Acesso em: 2023.

ALVES, Viviane Moreira; JULIATTI, Fernando Cezar. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 3, p. 245-251, set. 2018.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 294, de 29 de julho de 2019**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-dadiretoria-colegiada-rdc-n-294-de-29-de-julho-de-2019-207941987>. Acesso em: 01 ago. 2023.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Revisão de produtos químicos.** Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2016/anvisa-ira-reavaliar-glifosato-e-outros-quatro-agrotoxicos-utilizados-no-pais>. Acesso em: 07 ago. 2023.

BRANDÃO, A. M.; JULIATTI, F. C.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; VALE, F. X. R.; HAMAWAKI, O.T. Fungicidas e épocas de aplicação no controle de ferrugem comum (*Puccinia sorghi Schw*) em diferentes híbridos de milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.19, n. 1, p. 43-52, 2003.

DUARTE, R. P.; JULIATTI, F. C.; FREITAS, P.T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 25, n. 4, p.101-111, 2009.

DUDIENAS, Christina *et al.* **Severidade de ferrugem polissora em cultivares de milho e seu efeito na produtividade.** 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/Nbzwz5q6NXpmDmj3t45PVXd/#>. Acesso em: 07 ago. 2023.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Informações tecnológicas para o cultivo do milho.** Disponível: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho> Acesso em: 08 de dez. 2021.

FANCELLI, A. L. **Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento.** Departamento de produção vegetal ESALQ/USP, Piracicaba, 1999.

GILSON, Italo Kael *et al.* Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: uma discussão sobre a uso e a classificação toxicológica. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n. 7, p. 49468-49479, 2020.

HINNAH, Fernando Dill *et al.* Performance of a weather-based forecast system for chemical control of coffee leaf rust. **Crop Protection**, v. 137, p. 105225, nov. 2020.