

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

THAYNARA DE OLIVEIRA MORAES

**O EFEITO DO pH NA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS EM
CULTIVARES DE SOJA NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO – PR**

CAMPO MOURÃO

2021

THAYNARA DE OLIVEIRA MORAES

**O EFEITO DO pH NA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS EM
CULTIVARES DE SOJA NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO – PR**

**The effect of pH on the efficiency of systemic fungicides in soybean cultivars
in the city of Campo Mourão – Paraná**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentada como requisito para obtenção do título
de Licenciado em Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Professor Dr. Marcos Antônio Piza.
Coorientadora: Professora Dra. Marcilene Ferrari
Barriquello Consolin.

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

THAYNARA DE OLIVEIRA MORAES

**O EFEITO DO pH NA EFICIÊNCIA DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS EM
CULTIVARES DE SOJA NO MUNÍCIPIO DE CAMPO MOURÃO – PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Licenciado em Química da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 01 de setembro de 2021

Marcos Antonio Piza
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Vanessa Jorge dos Santos
Doutora
Universidade do Estado de Santa Catarina

Letícia Ledo Marciniuk
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marcilene Ferrari Barriquelo Consolin
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2021

Mãe Valquiria, e minha vó Fátima que com certeza também sempre foi e será minha mãe, seus cuidados e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Obrigada por serem sempre minha força, vocês são a base de tudo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por sempre me fortalecer.

À minha mãe por ser a pessoa que mais acredita em mim e na minha capacidade, se não fosse pelo seu colo e suas palavras eu jamais seria quem eu sou hoje, tudo que sou e serei eu devo a você.

À minha vó Fátima (*in memoriam*), obrigado por também ter sido minha mãe e meu abrigo, sem dúvidas você é minha saudade e minha força diária, espero sempre te orgulhar. E meu vô Darci (*in memoriam*) que também foi um pai e uma base para quem sou hoje. Eu amo vocês.

Aos meus irmãos Thatyara e Vinicius por sempre me apoiarem e me entenderem. Vocês sempre me ajudam a ser melhor e buscar o melhor.

À minha namorada Izabela, que sempre me apoiou e me auxiliou em tudo que fosse necessário, sempre sendo compreensiva ao longo deste trajeto.

Ao meu Pai, que sempre me incentivou.

Meus orientadores Marcos Piza e Marcilene que me auxiliaram ao longo deste trabalho, sempre fazendo pontuações precisas e me conduzindo.

À Professora Leticia e Vanessa por aceitarem o convite para comporem minha banca.

A todos os professores e contribuidores do departamento de Química por sempre me auxiliar ao longo de toda a graduação, os ensinamentos de vocês foram valiosos.

Aos meus amigos Vinicius Augusto, Kátia, Samanta e David. Com toda certeza o apoio de vocês foi importante e a graduação não teria sido a mesma sem a presença de vocês.

Ao Engenheiro Agrônomo Allan Fell por todo auxílio e contribuições para a realização deste trabalho.

À empresa General Chemicals, em especial ao Júlio e Vitoria que sempre me deram apoio e foram compreensivos para que eu pudesse concluir a graduação.

Ao colégio Agrícola de Campo Mourão por terem cedido o espaço para que fosse possível que este trabalho fosse concretizado e a professora Adriana por toda ajuda e prontidão para me ajudar.

RESUMO

A cultura da soja está entre as principais atividades que movem a economia brasileira, tendo sua produção voltada ao comércio de exportação e fabricação de produtos alimentícios. Assim, na busca de maior produtividade os agricultores necessitam de produtos que condicionam a resistência das plantas atuando no controle de doenças, dentre eles, os fungicidas. Desse modo, esse trabalho verificou o efeito do pH na eficiência dos fungicidas Fox Xpro®, Elatus® e Aproach Prima® em três etapas diferentes do ciclo da soja: início vegetativo, estágio de floração e estágio de formação de grãos. Juntamente com os fungicidas foram aplicados óleo mineral, adjuvante Agro Gc 20® e o potencializador de fungicida Bacfol®. O experimento foi conduzido em uma área cedida pela instituição Colégio Agrícola localizada no município de Campo Mourão-PR. O experimento foi realizado por meio de 5 tratamentos, sendo 1 testemunha (T1) e os demais variando o pH em 5 (T2), 6 (T3), 7 (T4) e 8 (T5). A partir do software SASM-Agri analisou-se a produtividade e os fenômenos ocorridos. Ao final das análises, os resultados mostraram que o tratamento (T2) proporcionou melhores condições para a planta, que apresentou maior produtividade em relação aos demais tratamentos e a testemunha.

Palavras-chave: cultura da soja; fungicidas; pH.

ABSTRACT

Soybean production is one of the main activities to contribute towards the Brazilian economy development it's mainly focused on export trade and on Food products industrialization. When searching for greater productivity, farmers need products that can ensure the crops' resistance and manage its diseases, for example, fungicides. Thus, during this Project, the fungicides efficiency was checked by pH influences, testing three different ones (Fox Xpro®, Elatus® and Aproach Prima®) in three different growth soybean stages: the vegetative emergence, the blooming and the seed developing stage. Besides the fungicides, were used mineral oil, the adjuvant Agro Gc 20® and the fungicide enhancer Bacfol®. The experiment was conducted in an Ceded area by Agrícola School Instituiton, in Campo Mourão – Paraná, the space was divided into five treatments and four replications, with one control sample and four pH variations (five, six, seven and eight), totaling up twenty plots. The average productivity and the phenomena that occurred were analyzed, using the SASM-Agri software. Finally, the results showed the treatment (T2) with pH = 5 was the best conditions for the soybeans, which presented greater productivity than the other ones with different treatments and the control sample.

Keywords: soybean crop; fungicides; pH.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Experimento casualizado	24
Figura 2 – Imagem da área delimitada com o uso de bandeiras	24
Figura 3 – Imagem do preparo da calda para aplicação	26
Figura 4 – Imagem do ajuste preparo da calda para aplicação	26
Figura 5 – Papel hidro sensível após a pulverização de fungicida	27
Figura 6 – Tela inicial do SASM-Agri	29
Figura 7 – Imagem da Mancha Alvo reconhecida no T2R3.....	30
Figura 8 – Doença Foliar segundo manual de identificação de doenças de soja.....	31
Figura 9 – A interferência do pH da calda no surgimento de Mancha Alvo	32
Gráfico 1 – Média de peso por tratamento	33
Gráfico 2 – Somatória das repetições de cada tratamento	34
Gráfico 3 – Média de peso por hectare.....	35
Gráfico 4 – Estimativa média de quantidade de sacos de soja por hectare	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dureza da água.....	19
Tabela 2 – Média estatística a partir do Sistema SASM-Agri.....	37
Tabela 3 – Rendimento em relação a testemunha.....	38
Tabela 4 – Rendimento do T2 em relação aos outros tratamentos	38
Tabela 5 – Rendimento em reais do T2 em relação a testemunha.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 A cultura da soja no Brasil	13
2.2 Fungicidas	13
2.2.1 Classificação dos Fungicidas	14
2.3 Aplicação dos fungicidas	16
2.3.1 Preparo da Calda para Pulverização.....	16
2.4 Parâmetros de composição da calda de fungicidas	17
2.5 Parâmetros de influência da água	18
2.6 Os fungicidas no controle de doenças da soja	20
3 OBJETIVOS	22
3.1 Objetivo geral	22
3.2 Objetivos específicos	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Delineamento experimental	23
4.2 Preparo da calda de fungicida para aplicação	25
4.2.1 Aplicações	27
4.2.2 Coleta e análise das amostras.....	28
4.3 Aplicativo SASM-Agri	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Identificação da doença	30
5.2 Influência do pH nos tratamentos	32
6 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a agricultura é uma das principais atividades responsáveis pela economia brasileira, dando destaque ao primeiro setor, que envolve a produção e extração de matérias primas. Apesar do início da plantação de soja ocorrer na Ásia, esta possui importância comercial em muitas regiões, dentre elas no Brasil. Segundo dados de 2021 o Brasil segue como o quarto maior produtor de soja do mundo, produzindo em 2020 cerca de 239 milhões de toneladas de grãos (IBGE, 2021).

Desse modo, estima-se que no Brasil o “consumo doméstico de soja, em grão, deverá atingir 54,3 milhões de toneladas em 2024/2025, indicando uma taxa média de crescimento de 2,7% para os próximos anos” (ALVES, 2016, p. 3). Apesar da busca constante pelo aumento da produção, temos fatores que limitam o êxito produtivo, como as doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus (SINCLAIR; HARTMAN, 2008). Dentre as inúmeras doenças que atacam a cultura da soja com grande potencial destrutivo temos a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* e a Mancha Alvo causada pelo *Corynesporacassicola*. Tais doenças “podem evoluir na planta e chegar a altas severidades nas folhas em curto espaço de tempo e, conseqüentemente, causar desfolha prematura, prejudicando a plena formação dos grãos e refletindo em perdas significativas na produtividade” (FONSECA, 2018, p.1).

Partindo deste pressuposto, o Brasil detém um forte contingente de agricultores que necessitam de produtos eficientes que possam atuar no controle de doenças. Nesse combate, temos o uso de compostos químicos que atuam na redução ou inibição dos fungos, sendo denominados fungicidas. Estes se classificam em protetores, sistêmicos e erradicantes. Os primeiros fungicidas fabricados foram os denominados “protetores” que surgiram em 1882, esses têm a função de inibir os processos bioquímicos dos fungos, atuando em parte externas, e sendo insolúveis (GHINI; KIMATI, 2002). Posteriormente, durante 1960 começou a fabricação dos fungicidas erradicantes atuando no bloqueio dos processos bioquímicos específicos dos fungos e por fim, os sistêmicos, com a ação de impedir a colonização nas plantas.

Muitos fungicidas desencadeiam efeitos fisiológicos nas plantas, tornando necessário o conhecimento acerca de seu modo de ação para então ser feito o estudo

da melhor mistura de fungicidas para otimizar o processo e tornar a aplicação mais (ALVES, 2016). Porém, sua intensa utilização faz com que muitos fungos e doenças desenvolvam resistência ao produto, gerando uma ineficácia. Logo, a utilização de potencializadores, por exemplo, a base de silício pode aumentar a resistência das plantas frente às anomalias ativando e reforçando seu sistema de defesa e reduzindo a aplicação de fungicidas. Além disso, possuem menor custo de mercado (BUSSOLOTTO; CARLI, 2017).

O controle pH é um meio de melhorar a eficácia da aplicação de defensivos, ao auxiliar nas misturas e na potencialidade de pulverização. Tal qualidade é adquirida através de um correto preparo da calda, que garante a qualidade da aplicação. O preparo da calda consiste na mistura dos agroquímicos dentro de um tanque, seguindo sempre algumas recomendações, como: realizar a agitação da calda do início ao fim da aplicação para que não haja decantação de componentes, pois caso isso ocorra pode causar prejuízos, devido ao fato de que parte dos cultivares receberá dosagens menores do que as recomendadas; ter cuidado com a água que será utilizada e fazer os ajustes necessários pois o pH e as altas concentrações de minerais pode prejudicar a homogeneização da calda, fazendo com que o processo seja comprometido; monitorar o clima durante e após a aplicação pois ventos podem causar deriva e a chuva prejudicar a absorção da planta; seguir as instruções do fabricante pra maximizar o processo e verificar a compatibilidade e a ordem que o produto deve ser adicionado na calda uma vez que certos produtos podem ser incompatíveis com outros (RINGRATEC, 2020).

No caso do redutor de pH “o preparo da calda se inicia com ele, para que a mistura não perca os efeitos esperados no momento em que a gota atingir o alvo. Com a água no nível padrão de pH, a mistura será realizada com mais segurança e a pulverização terá o efeito desejado” (BRASQUÍMICA, 2017, p. s/p). Assim, nota-se que para além da importância dos redutores na calda, o pH da água pode influenciar na ação de um ingrediente ativo, pois em concentrações de íons H^+ ou OH^- adicionadas a um produto ativo, que pode atuar na diminuição da concentração da calda (CONCEIÇÃO, 2003). Além disso, a adição de produtos fitossanitários em água acelera os índices de pH da calda de pulverização. Logo esses valores podem influenciar e interferir na eficiência dos produtos utilizados e nos níveis de dissociação e estabilidade das soluções. Portanto, verifica-se que através da ação do pH sobre a

estabilidade de produtos fitossanitários, a água em altos níveis de pH pode provocar a hidrólise alcalina levando a perda da eficiência do produto (KISSMANN, 1998).

Dessa forma, há uma preocupação quanto ao uso inadequado desses produtos, onde muitos agricultores desconhecem suas ações e implicações. Além disso, a falta de estudos e orientações sobre isso no Brasil “induz a sua utilização sem levar em consideração fatores ambientais, as espécies nas quais serão realizadas as aplicações e a qualidade química e física da água” (PRATTI, 2019 apud QUEIROZ, 2008, p. 13). Logo, diante da escassez de pesquisas acerca dos componentes que atuam na eficiência da calda de pulverização, e a falta de trabalhos científicos e métodos de análise da soja nessa vertente de pesquisa, buscou-se no decorrer dessa pesquisa verificar de que maneira o pH pode influenciar na capacidade da atividade dos fungicidas Fox Xpro, Elatus e o Aproach Prima através de aplicação foliar. Para isso, analisou-se a eficácia de fungicidas a partir de parâmetros de composição da calda de pulverização, e a influência da água cujos fatores podem contribuir nos resultados do pH. Além disso, avaliou-se a produtividade da soja nas diferentes faixas de aplicação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A cultura da soja no Brasil

De acordo com a literatura produzida, a soja originou-se no continente asiático e foi difundida na Europa em 1712 e nos Estados Unidos a partir de 1765. Nos anos de 1882 ocorreram as primeiras tentativas de cultivo da soja no Brasil por intermédio de Gustavo D'Utra professor da Escola de Agronomia da Bahia. Porém, o sucesso da produção comercial se deu entre 1920 a 1940 no Rio Grande do Sul. Assim, a produção em larga escala se desenvolveu a partir da década de 1970, com a contribuição de instituições públicas como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), institutos estaduais de pesquisa, universidades além de órgãos privados como fundações e empresas (GAZZONI, 2018).

Desse modo, atualmente a soja ocupa grande parte das lavouras na agricultura brasileira, tal questão está atrelada ao bom retorno financeiro que os produtores adquirem e as condições climáticas que influenciam no êxito das colheitas, pois a mesma se adapta ao plantio direto e aos sistemas de rotação lavoura-pastagem (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003). Apesar desses fatores, alguns fenômenos contribuem para a baixa produtividade da soja, sendo aspectos abióticos ligados a interferências do meio ambiente ou bióticos, relacionados aos seres vivos como bactérias, fungos e vírus. Dessa forma, os produtos que condicionam a resistência das plantas e o melhoramento da produção se tornam cada vez mais utilizados, dentre eles, os fungicidas.

2.2 Fungicidas

Os fungicidas agrícolas constituem um papel de extrema importância na produção agrícola. Devido sua intensa utilização, problemas relacionados a resistência dos fungos vem se tornando recorrente, sendo de extrema importância o conhecimento sobre os mecanismos de ação das moléculas utilizadas para o manejo de doenças (RODRIGUES, 2006). Além disso, o uso dos fungicidas permite que haja produtividade, pois muitas vezes é o meio mais eficiente e economicamente viável

para fazer o controle de doenças, ocasionando em maior produtividade e qualidade nos cultivos.

O conceito mais abrangente de fungicidas o descreve como sendo um composto químico empregado no combate de fungos, bactérias e algas. Assim, além de eliminar os fungos, alguns fungicidas controlam a doença inibindo a germinação dos esporos. O fenômeno que não permite o crescimento fúngico é denominado Fungistase, e os produtos que possuem essa característica são chamados de fungistáticos. Essa inibição temporária da germinação e o crescimento fúngico pode levar a morte do fitopatógeno através da ação do fungicida que impede a nutrição necessária e imediata que o fungo necessita. Já os produtos químicos com ação fungitóxica inibem ou previnem a produção de esporos, mas sem que isso afete o crescimento vegetativo do micélio do fungo. Fungicidas desse tipo são denominados como anti-esporulantes (GARCIA,1999).

2.2.1 Classificação dos Fungicidas

A classificação dos fungicidas pode ser baseada de acordo com a ação do produto no patógeno, podendo ser protetores ou de contato, erradicantes e sistêmicos (ZAMBOLIM *et al* 1995; KIMATI, 1995 apud GARCIA, 1999). Assim sendo, ressaltamos que essa classificação apresentada está ligada ao princípio de controle, haja visto a existência de outras classificações ligadas a aspectos químicos, ambientais e toxicológicos.

Nos fungicidas de proteção ou de contato, o produto só é eficiente quando aplicado antes do patógeno ter penetrado no hospedeiro, impedindo assim que haja ocorrência da doença. Neste caso, cria-se uma barreira protetora na superfície dos órgãos vegetais que impossibilita a penetração do fungo através da inibição da germinação dos esporos e do tubo germinativo. Devido a sua não especificidade no modo de ação e toxicidade as células das plantas, são utilizados como protetores de folhagens e sementes, eliminando os patógenos que se encontram nas superfícies e livrando-os dos fungos presentes no solo (GARCIA 1999). Dentre eles destacam-se os fungicidas Cúpricos, Ditiocarbamatos e os Sulfurados, sendo que, segundo Lopes *et al* (2018, s/p), o primeiro se caracteriza como aqueles:

Constituídos pelos chamados “cobres fixos” que podem ser oxiclureto, hidróxido ou óxido. Por serem insolúveis, ou de baixa solubilidade esses compostos não penetram na planta, formando dessa forma uma camada protetora na superfície, depositada sobre o tecido vegetal (LOPES et al, 2018, s/p).

Assim, os fungicidas cúpricos são importantes para as culturas e para o manejo de resistência, e não devem ser confundidos com fertilizantes a base de cobre, que apresentam outras especificidades. No que se refere os ditiocarbamatos, os mesmos são um grupo de fungicidas organosulfurados que tem como característica apresentar um largo espectro de atividade contra vários patógenos de plantas, baixa toxicidade em mamífero e baixos custos de produção (SALDANHA 2016 apud CRNOGORAC; SCHWACK, 2009). Por fim, há os fungicidas sulfurados no qual o enxofre atua em diversos sítios bioquímicos: inibindo a respiração celular através de seus produtos de redução, como sulfito de hidrogênio; interferindo na síntese de proteínas e forma quelatos com metais pesados na célula do fungo (MEDALLOSO; STEFANELLO, 2017).

Em relação ao fungicidas erradicantes, estes atacam diretamente o patógeno e elimina-os da superfície da planta ou do solo, podendo ser ao mesmo tempo protetores e erradicantes. Há três casos onde os fungicidas erradicantes são eficientes: no tratamento de sementes, tratamento do solo e no tratamento de inverno com plantas de clima temperado que entram em repouso vegetativo. A eficiência é diretamente proporcional a capacidade de redução do inóculo. Ressaltamos entre os erradicantes a calda sufocálcica e a calda bordalesa, esta última é uma das formulações mais antigas a ser utilizada na agricultura, sendo descoberta na França no século XIX. Para além do controle de doenças, essa calda serve para nutrir as plantas com cálcio e cobre através do sulfato de cobre.

Os fungicidas sistêmicos são os que tem propriedades absorvíveis pela planta, podendo se deslocar para partes distantes do local onde foi realizada a aplicação, inibindo a infecção do patógeno. Esses fungicidas também podem ser sistêmicos e possuem efeitos erradicantes “eliminando estruturas do fungo (esporos conídios e micélio) na superfície do hospedeiro ou no interior da planta” (GARCIA, 1999, p.7). O que se deseja dessa classe de fungicidas é agilidade, e por ser altamente solúvel em água, assim que a aplicação é realizada ocorre a absorção pelo hospedeiro, uma rápida ação mesmo longe do local de aplicação e uma persistência fungitóxica no interior da planta, inibindo qualquer desenvolvimento fúngico.

Entre os fungicidas mais utilizados no Brasil destacam-se os triazóis, benzimidazóis e estrobilurinas, que possuem ação sistêmica. Porém, os pesquisadores têm recomendado a aplicação de misturas de triazóis, estrobilurinas e carboxamidas adicionadas de fungicidas multissítios “com o intuito de recuperar a baixa eficácia dos produtos que já apresentam redução da sensibilidade e preservar a eficácia dos princípios ativos utilizadas” (ALVES; JULIATTI, 2018, p. 246). Dessa forma, essa ideia de “misturas” se origina em meados dos anos 2000, sendo utilizado no cenário brasileiro com o intuito de potencializar a eficiência do produto comercializado no mercado. Assim algumas das características das estrobilurinas, como maior estabilidade sob ação do sol e a ocorrência do chamado “movimento de vapor” (fase gasosa do fungicida que permite a sua redistribuição nas plantas), garantem às “misturas” uma eficiência que, normalmente, é superior a um fungicida do grupo dos triazóis usados isoladamente (MACIEL; CHAVES, 2006).

Os triazóis foram introduzidos no mercado em 1970 e são inibidores de biossíntese de esteróis. Assim esses fungicidas atuam na formação de ergosterol junto a membrana plasmática, logo os triazóis atuam com uma ação protetora em relação aos fungicidas residuais, visto que não são necessários a frequência de aplicações (AZEVEDO, 2007). Já as estrobilurinas surgiram em 1983 com Timm Anke, um professor da universidade de Kaiserlautern apresentando uma baixa quantidade de atividade fúngica. Assim, se configuram como inibidores da respiração mitocondrial. E os benzimidazóis são bloqueadores de síntese de tubulina.

2.3 Aplicação dos fungicidas

2.3.1 Preparo da Calda para Pulverização

De forma geral os produtos fitossanitários devem ser aplicados nas superfícies dos vegetais, porém há fatores como clima e idade da planta que podem afetar a forma com a qual essa aplicação deve ser feita. Como afirma Kissmann (1998), para uma boa compatibilidade física entre a calda e a superfície de aplicação é preciso levar em consideração as características do vegetal e ajustar a calda para a situação do momento.

Após realizar as observações necessárias a fim de corroborar para uma melhor aplicação e absorção dos nutrientes pela planta, inicia-se o preparo da calda. Para as aplicações através de pulverização o veículo mais utilizado é a água, devendo-se ficar atento ao local de captação pois há detritos que podem acabar entupindo os bicos do pulverizador, além da argila e outros compostos orgânicos que em “suspensão podem absorver substâncias, inclusive alguns tipos de ingredientes ativos de produtos fitossanitários, que assim ficam indisponíveis” (KISSMANN, 1998, p. 42).

Além dos produtos fitossanitários, são utilizados aditivos ou adjuvantes agrícolas, que não se caracterizam como defensivos, mas desempenham funções que ajudam a melhorar diversas características físico-químicas da calda. Esses adjuvantes podem ser classificados em ativadores e modificadores da calda, já nas subclasses destacam-se aquelas com função reguladora de pH, que tamponam o pH para os parâmetros pré-estabelecidos pelo fabricante, os condicionantes, que aumentam a condutividade elétrica, e aqueles com capacidade de alterar as características das gotas (PRATTI, 2019).

2.4 Parâmetros de composição da calda de fungicidas

Assim, para além do caráter classificatório, temos fatores relacionados a composição da calda de fungicidas que se estabelece a partir de: adjuvantes, fungicidas, potencializadores e óleo mineral. Os adjuvantes são substâncias adicionadas a calda de pulverização a fim de um melhoramento na eficácia dos produtos fitossanitários, agindo em fatores ligados as características inerentes a calda e a qualidade da aplicação (LANDIM, 2018). Além disso, eles podem atuar na correção do pH da calda, na redução da reatividade de íons, da evaporação das gotas, da formação de gotas propensas à deriva e da formação de espuma na calda, entre outros (SANTIAGO, 2016 apud OLIVEIRA, 2011). Desse modo, esses aditivos químicos buscam proporcionar a estabilidade e eficácia a fim de garantir o controle das doenças e êxito na aplicação. Logo, a mistura em tanque de fungicidas curativos e protetores com inseticidas e adjuvantes é uma prática comum e essencial na cultura da soja devido à redução dos custos e ao aumento da eficiência no manejo de pragas e doenças (TAVARES *et al*, 2020).

A mistura da calda apresenta o potencializador de fungicidas que serve para contribuir no controle das doenças nas plantas, favorecendo o manejo. E por fim, o óleo mineral que pode ser caracterizado como um aditivo que afeta na absorção por agir diretamente nas plantas. Para além da composição dos fungicidas, torna-se necessário compreender outros fatores que podem influenciar nas aplicações como, por exemplo, a dureza da água que se refere à quantidade de sais em suspensão, presença ou não de matéria orgânica e argila que pode imobilizar e/ou reduzir a meia vida dos ingredientes ativos (LOPES, 2019 apud GRIGOLLI, 2018).

2.5 Parâmetros de influência da água

Um fator importante na utilização de fungicidas refere-se à qualidade da água, que muitas vezes não é conhecida por parte dos agricultores. Assim “devem-se levar em consideração todos os fatores relacionados a qualidade da água (...) para que não haja interferência na rentabilidade da atividade agrícola” (INOUE *et al.*, 2008 apud BERNARDO, 2008, p. 27). Desse modo, vale ressaltar que as características físico-químicas da água são de extrema importância, pois inadequações podem resultar na diminuição da eficácia dos produtos o qual, “determinadas condições de pH contribuirão para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; além de que outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes” (PIVELI, s/d, p. 2).

Outro fator que pode influenciar nas aplicações agrícolas é a “Dureza Total”, que pode ser determinada através de titulações complexométricas ou absorção atômica, sendo classificadas em “Mole, muito mole, dura, muito dura” (Tabela 1), e são determinadas pela presença de bicarbonato de cálcio ou magnésio, possuindo assim dureza temporária; Sulfatos de cálcio ou magnésio, dando-lhe característica de dureza permanente; e a presença de alguns íons metálicos principalmente Ca^{2+} e Mg^{2+} ; e em menor grau de ferro (Fe^{2+}) e do estrôncio (Sr^{2+}). Em geral as águas superficiais são moles e as subterrâneas duras (MARTINS, 2001, p. 10).

Tabela 1 – Dureza da água

Mole	Dureza inferior a 50 MgCaCO ₃ /L H ₂ O
Muito Mole	Dureza entre 50 a 150 MgCaCO ₃ /L H ₂ O
Dura	Dureza entre 150 a 300 MgCaCO ₃ /L H ₂ O
Muito Dura	Dureza superior a 300 MgCaCO ₃ /L H ₂ O

Fonte: Adaptado de Martins (2001).

Em meio aquoso certa quantidade de moléculas pode se dissociar em íons Al³⁺, Zn²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, HCO₃⁻, NO₃⁻. Esses íons livres podem se associar com moléculas orgânicas ou ocorrer quelação pelo glifosato, diminuindo dessa forma a quantidade de ingrediente ativo disponível para a planta (STUMM; MORGAN, 1996 apud QUEIROZ, 2008).

A dureza pode interferir negativamente na qualidade da calda pois em sua formulação são utilizados adjuvantes para fins de emulsificação e segundo Queiroz (2008), tais adjuvantes são sensíveis à dureza, pois atuam no equilíbrio de cargas que envolvem o ingrediente ativo, equilíbrio este que é alterado pela água dura. Isso ocorre, pois, a água dura é principalmente formada por Ca²⁺ e Mg²⁺ e muitas formulações são compostas por surfactantes aniônicos que contém Na⁺ e K⁺ que quando entram em contato com a água dura são substituídos por Ca²⁺ e Mg²⁺ formando assim compostos insolúveis. Herbicidas que possuem sal ou ácido em sua formulação também dão origem a compostos insolúveis quando em contato com água dura (KISSMANN, 1997)

Acerca da relação da água com o pH, Kissmann (1998) afirma que a água quando pura e destilada mantém o equilíbrio com o pH= 7,0 caracterizado como neutro. O autor assegura que a utilização da água normal apresenta líquidos, sólidos e gases que alteram o equilíbrio interferindo nas reações químicas da mistura e da aplicação. Assim, os agricultores tendem a fazer o uso de poços artesianos ao invés de rios e lagos.

Além disso, para Pratti (2019) o pH na calda pode apresentar eficiência elevada à medida que a água esteja com pH ácido aproximado a 4,0, retardando a taxa de hidrólise da água, e dessa forma mantendo a folha do vegetal úmida por mais tempo

devido a interação do pH da calda com o da folha que se encontra em estado neutro. Indo de encontro a essa ideia, Vargas e Roman (2006) afirmam que águas alcalinas em caldas de aplicação possuem pH elevado apresentando dificuldade de absorção por parte da planta e assim diminuindo a eficácia do ingrediente ativo. Tal comportamento se dá devido a alcalinidade estar atrelada a neutralização do ácido, onde visa atuar como um tampão resistindo as mudanças do pH.

2.6 Os fungicidas no controle de doenças da soja

A soja enquanto um produto importante para o Brasil pode apresentar fatores negativos que dificultam a potencialização da produção. As pragas e doenças representam um problema para produtor, haja visto os prejuízos ocasionados. Dentre as principais doenças da soja temos: A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), Podridão de Carvão (*Macrophomina phaseolina*), Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), Mancha Alvo (*Corynesporacassicola*) e Antracnose (*Colletotrichum truncatum*). Desse modo, o uso de fungicidas contribui no controle dessas doenças.

Apesar disso, nota-se que determinados fungicidas apresentam perda de eficiência em algumas doenças da soja, tal fato é relacionado ao seu uso inadequado como doses incorretas do produto, aos intervalos das aplicações e as condições climáticas. Ainda, determinados fungicidas se caracterizam como ineficazes pois os agentes químicos atuam em uma determinada proteína do fungo, ou metabolismo ocasionando a resistência (LEITE, 2020). Assim, como estratégia a isso pode-se utilizar as misturas:

Os principais fungicidas empregados no controle de ferrugem asiática são dos grupos triazóis e das estrobilurinas, ou a mistura de ambos. Estes fungicidas apresentam interfaces para os mecanismos protetores, erradicantes e curativos, havendo triazóis extremamente seletivos e de alta translocação na planta, até os menos seletivos e de baixa translocação na planta (TOGNI, 2008, p. 14).

Assim, observa-se a importância do uso de fungicidas no controle dessas doenças e no controle de fungos que podem ser classificados em dois grupos: os biotróficos e necrotróficos. Os primeiros são considerados parasitas obrigatórios, pois dependem que a planta esteja viva, podendo sobreviver e se multiplicarem, como exemplo, a ferrugem asiática. Já os necrotróficos, ou parasitas facultativos, não

necessitam que a planta esteja viva, pois necessitam dos restos das culturas, esses fungos podem originar doenças como a mancha-alvo, mofo branco e a antracnose (SCHALLEMBERGER, 2014).

Desse modo, para avaliar a eficiência de fungicidas no combate a doenças da soja utilizaremos os produtos Fox Xpro®, Elatus® e o Aproach Prima®. O primeiro surgiu em 2017 em parceria com a Alemanha, e é um dos produtos usados nas safras de 2019/2020, pois possui três princípios ativos (Trifloxistrobina, Protioconazol e Bixafem). Com ação sistêmica e tratamento foliar possibilita uma melhor ação frente as infecções nas plantas, pois atua em todo ciclo de vida dos fungos (GRILLI, 2019). O fungicida Elatus® se classifica como de contato e sistêmico, possuindo dois princípios ativos (carboxamida e estrobilurina). E o Aproach Prima® também sistêmico contém (trizóis e estrobilurina) em sua composição, sendo usado em pulverizações preventivas, assim como os demais.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Observar a eficiência de fungicidas sistêmicos na soja a partir da variação do pH.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar a aplicação dos fungicidas Fox Xpro®, Elatus® e Aproach Prima® em três etapas diferentes do ciclo da soja: início vegetativo, estágio de floração e estágio de formação de grãos, sendo todas realizadas nas mesmas faixas de pH.
- Analisar a eficiência da calda nas aplicações por meio de identificação visual ao final de cada ciclo vegetativo.
- Verificar a variação de produtividade em função do pH.

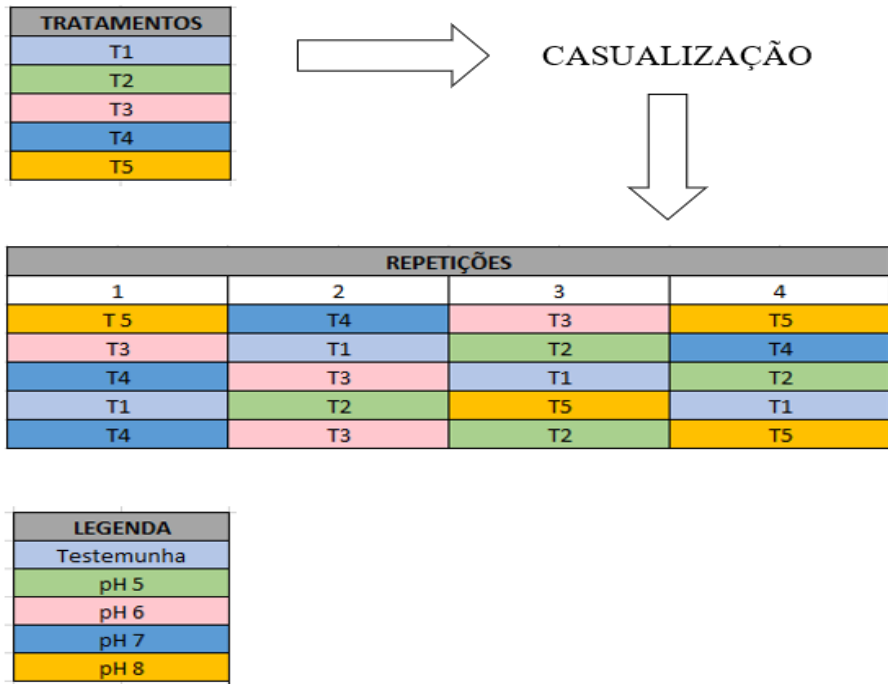
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental

Nesse trabalho foi utilizado o método quantitativo que consiste na coleta e análise de dados concretos. Sendo assim, o experimento foi desenvolvido em uma área cedida pelo Colégio Agrícola localizado no município de Campo Mourão. Para isso, foi feito o plantio da soja com a utilização de uma plantadeira mecanizada pelos responsáveis da instituição. Após essa etapa, esperou-se a germinação das plantas, onde foi delimitado um campo de 20 m² com o uso de bandeiras de demarcação. Tal área foi dividida em 5 tratamentos e 4 repetições, que consistiu em uma testemunha, e quatro variações de pH, sendo 5, 6, 7 e 8 resultando em 20 parcelas. Para a experimentação foram utilizados três fungicidas, nos diferentes ciclos da soja, o primeiro a ser utilizado foi o Fox Xpro® no início vegetativo, posteriormente o Elatus® no estágio de floração e por último o Approach Prima® no estágio de formação dos grãos, juntamente com o óleo mineral, adjuvante Agro Gc 20® e o potencializador de fungicida Bacfol®. Além disso, as aplicações da calda foram efetuadas com o uso de um pulverizador costal elétrico KAWASHIMA (vazão 150Lt/ha).

A execução partiu de um delineamento experimental inteiramente casualizado, onde as 20 parcelas foram sorteadas aleatoriamente para receber qualquer um dos 5 tratamentos em qualquer uma das 4 repetições, havendo assim uma maior variação espacial onde um resultado não irá interferir no outro e haverá as variações da calda aplicadas em parcelas distintas umas das outras, como pode ser observado nas figuras 01 e 02.

Figura 1— Experimento casualizado



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 2– Imagem da área delimitada com o uso de bandeiras



Fonte: Autoria própria (2021).

4.2 Preparo da calda de fungicida para aplicação

Antes de iniciar as aplicações foi selecionado quatro repetições para não receber nenhum tratamento sendo denominada de “testemunha” e mencionada como T1. Após isso, foi iniciada as aplicações no início vegetativo com o Fox Xpro®, seguindo a recomendação da bula realizando a primeira aplicação de maneira preventiva, quando a cultura apresentou de 6 a 8 folhas. Não sendo necessário realizar uma segunda aplicação pois as condições climáticas não estavam propícias para que houvesse o aparecimento de doenças neste estágio de desenvolvimento.

Na Figura 3 pode-se observar que foi realizado o preparo de quatro caldas, cada uma com volume de 6 litros, seguindo as seguintes dosagens: adjuvante agro Gc 20® a 1ml/L, fungicida Fox Xpro® 3,3 ml/L, óleo mineral Adesil® 8 ml/L, e potencializador de fungicida Bacfol® 2,5 ml/L. Posteriormente, o pH de cada uma das caldas foram ajustados para os valores do experimento (5, 6, 7 e 8). Foi utilizado um pHmetro para o controle dos mesmos e categorizados em: T2 com pH 5, T3 com pH 6, T4 com pH 7 e T5 com pH 8 conforme mostra a Figura 4.

A segunda aplicação foi realizada com o fungicida Elatus® o qual foi aplicado no estágio R1, que consiste no início da floração da soja, onde havia ao menos uma flor aberta na haste principal. Para esta aplicação foi realizado o preparo de quatro caldas, cada uma com volume de 6 litros, seguindo as seguintes dosagens: adjuvante agro Gc 20 a 1ml/L, fungicida Elatus® 1,3g/L, óleo mineral Adesil 8 ml/L, e potencializador de fungicida Bacfol®2,5 ml/L. E por fim, a terceira aplicação consistiu no uso do fungicida Approach Prima® utilizado no estágio de floração das vagens, para essa última aplicação da calda foi utilizado o adjuvante agro Gc 20® a 1ml/L, fungicida Approach Prima® 2 ml/L, óleo mineral Adesil® 8 ml/L, e potencializador de fungicida Bacfol® 2,5 ml/L.

É válido ressaltar que em todas as caldas foi ajustada para os mesmos valores de pH, sendo 5,6,7, e 8.

Figura 3– Imagem do preparo da calda para aplicação



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 4– Imagem do ajuste preparo da calda para aplicação



Fonte: Autoria própria (2021).

4.2.1 Aplicações

Após as caldas serem ajustadas, cada uma delas foi colocada em bombonas distintas e levadas até a área de plantio, no local a aplicação foi iniciada com o T2 realizando 4 repetições que estavam distribuídas de forma aleatória na área delimitada, tais repetições chamamos de T2R1, T2R2, T2R3, T2R4. As aplicações foram realizadas colocando a calda em uma bomba costal elétrica deixando sob agitação constante durante a aplicação. Os demais tratamentos tiveram a mesma quantidade de repetições e as aplicações seguiram o mesmo processo.

Para que houvesse uma melhor eficiência da calda, verificou-se o espalhamento da gota através de papel hidro sensível, conforme mostrado na Figura 5, onde o papel foi colocado sobre uma das folhas da soja. Quando uma gota da solução toca o papel, por ser hidro sensível, o mesmo fica com uma coloração azulada e é possível observar a homogeneidade da aplicação, quando se tem uma distribuição uniforme de manchas azuis no papel. Assim, a partir do papel foi possível verificar se o processo foi homogêneo.

Figura 5– Papel hidro sensível após a pulverização de fungicida



Fonte: Autoria própria (2021).

4.2.2 Coleta e análise das amostras

Ao longo das aplicações foi estabelecido o monitoramento das folhas, em dias posteriores à aplicação. Assim, ocorria a retirada de algumas plantas por parcela, onde realizou-se análise visual, observando o desenvolvimento das folhas, se ocorria o aparecimento de pragas e insetos, ou de doenças da soja. Ao final da terceira aplicação, antes da etapa de maturação plena onde as folhas ficam amarelas, foi feita a coleta das folhas, onde coletamos ao acaso 15 folhas por parcela. Para realizar a análise, foi utilizado um mini microscópio com a finalidade de avaliar os danos causados por possíveis doenças. Depois de examinarmos as amostras, foi feita uma comparação das imagens obtidas com os parâmetros do manual de doenças da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) para identificação das possíveis doenças desenvolvidas.

Após a sondagem visual das folhas acerca das doenças da soja, iniciou-se o processo de coleta de 10 plantas por parcela, por estar no estágio R8 (Maturação fisiológica). Sendo assim, após a secagem das plantas, foram colhidas o total e 40 plantas por tratamento que resultou em 200 plantas ao todo. As plantas coletadas foram direcionadas ao laboratório nas dependências da Universidade Tecnológica do Paraná – UTFPR campus de Campo Mourão-PR, onde todas as vagens da soja foram descascadas e os grãos separados para a pesagem, com o intuito de se analisar e categorizar a produtividade de cada tratamento x repetição, afim de se comparar os resultados obtidos e verificar se o pH de cada calda influenciou no peso dos grãos.

4.3 Aplicativo SASM-Agri

A estatística tem por objetivo a coleta de dados concretos a partir de observação ou experimentação. Sendo assim, em uma pesquisa o pesquisador busca interpretar os dados obtidos verificando as diferenças significativas ou não dos fenômenos analisados. Desse modo, esse método de análise apresenta uma maior precisão quando determinadas sobre uma maior variação de repetições, visto que, não é possível a interpretação e conclusão de dados a partir de apenas uma única amostra e observação (SILVA; SILVA, 1999).

Partindo dessas considerações, o Sistema para Análise e Separação de Médias em Experimentos Agrícolas ou SASM-Agri se classifica como um software que verifica a média de tratamentos através de análise estatística. Desenvolvido por pesquisadores da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), o aplicativo tem como base o método de Scott-Knott que “torna-se uma alternativa viável aos pesquisadores que na maioria das vezes preferem resultados mais diretos e mais fáceis de serem interpretados” (CANTERI *et al*, 2001, p. 20).

Figura 6 – Tela inicial do SASM-Agri

The screenshot shows the SASM-Agri software interface. The window title is "SASM-Agri" and the menu bar includes "Arquivo", "Editar", and "Ajuda". The main area is titled "Análise de Variância" and "Scott-Knott". It features input fields for "Número de tratamentos" (set to 5) and "Número de blocos" (set to 4). Below these is a table for "Nome dos tratamentos (opcional)" with 5 rows. The "Delineamento" section has radio buttons for "Blocos casualizados" (selected), "Inteiramente casualizado", "Quadrado Latino", "Fatorial", and "Parcelas Subdivididas". There are also checkboxes for "Uma parcela perdida" and "Duas parcelas perdidas". The "Observações" section has fields for "Local do experimento:", "Data:", "Finalidade:", and "Variável:". On the right, a table titled "INSIRA OS DADOS DO EXPERIMENTO:" has columns "Trat", "Bloc", and "Valor". It contains a grid of data with 4 rows and 4 columns. Below the table are buttons for "Transformações" and "Calcular".

Fonte: CANTERI. *et al* (2001).

Desse modo, o software apresenta em sua interface os campos para as informações, o número de tratamentos e repetições dos experimentos desejados. De acordo com CANTERI (2001), a análise da variância foi desenvolvida a fim de fornecer subsídios aos cálculos de separação das médias. Assim, neste estudo, o SASM-Agri foi utilizado para analisar estatisticamente as variações dos tratamentos experimentais. Para isso, foram inseridos os dados do experimento, bem como, os valores reais das repetições dos tratamentos. Desse modo, foi calculado a média das repetições, onde se obteve os resultados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Identificação da doença

Após a coleta e análise das amostras de folhas, conforme descrito anteriormente na seção 4.2.2, foi diagnosticada através de metodologia visual a presença de uma doença da soja conhecida como Mancha Alvo (*Corynesporacassicola*), como podemos observar na Figura 7.

Figura 7 – Imagem da Mancha Alvo reconhecida no T2R3



Fonte: Autoria própria (2021).

Podemos observar pela Figura 8 retirada do manual de doenças da EMBRAPA, que a amostra coletada apresenta o mesmo perfil de Doença Foliar mostrado na literatura consultada.

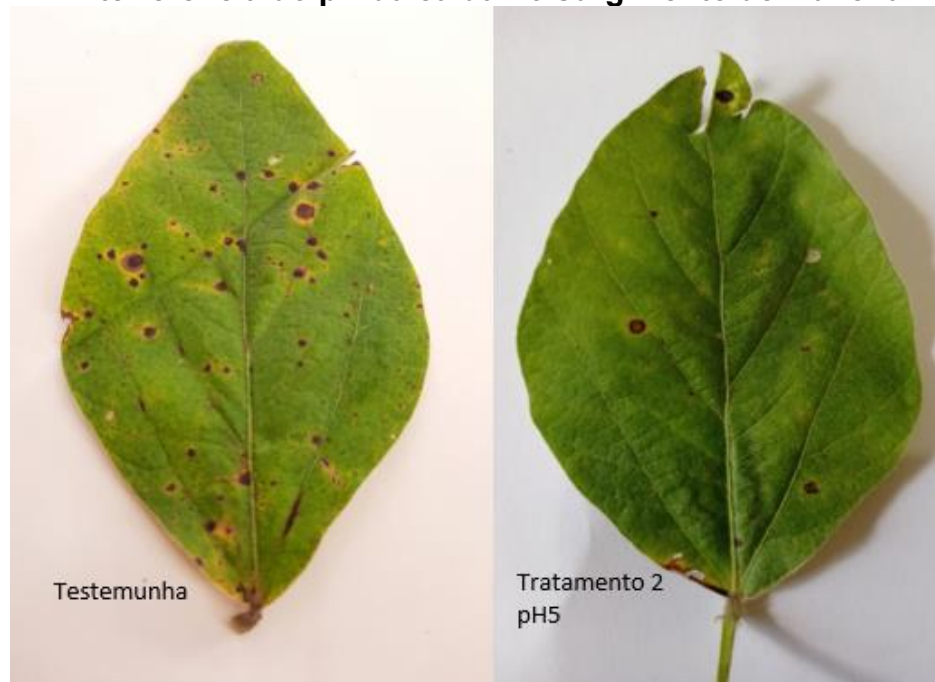
Figura 8 – Doença Foliar segundo manual de identificação de doenças de soja



Fonte: EMBRAPA, HENNING (2014)

Essa doença da soja se caracteriza por apresentar pequenos pontos negros no centro das lesões o que sugere um alvo, além de manchas de tom amarelado que evolui para manchas maiores e circulares. Para além das folhas, a mancha alvo se desenvolve nas hastes, vagens e pecíolos onde a infecção é favorecida pela alta umidade relativa, assim “cultivares suscetíveis podem sofrer desfolha com perdas de até 50% de produtividade” (GODOY, 2018, p.139). Na análise, observa-se que todos os tratamentos apresentaram essa doença, porém vemos variações na intensidade da doença quando comparada a testemunha, como é representado na figura 9.

Figura 9 – A interferência do pH da calda no surgimento de Mancha Alvo

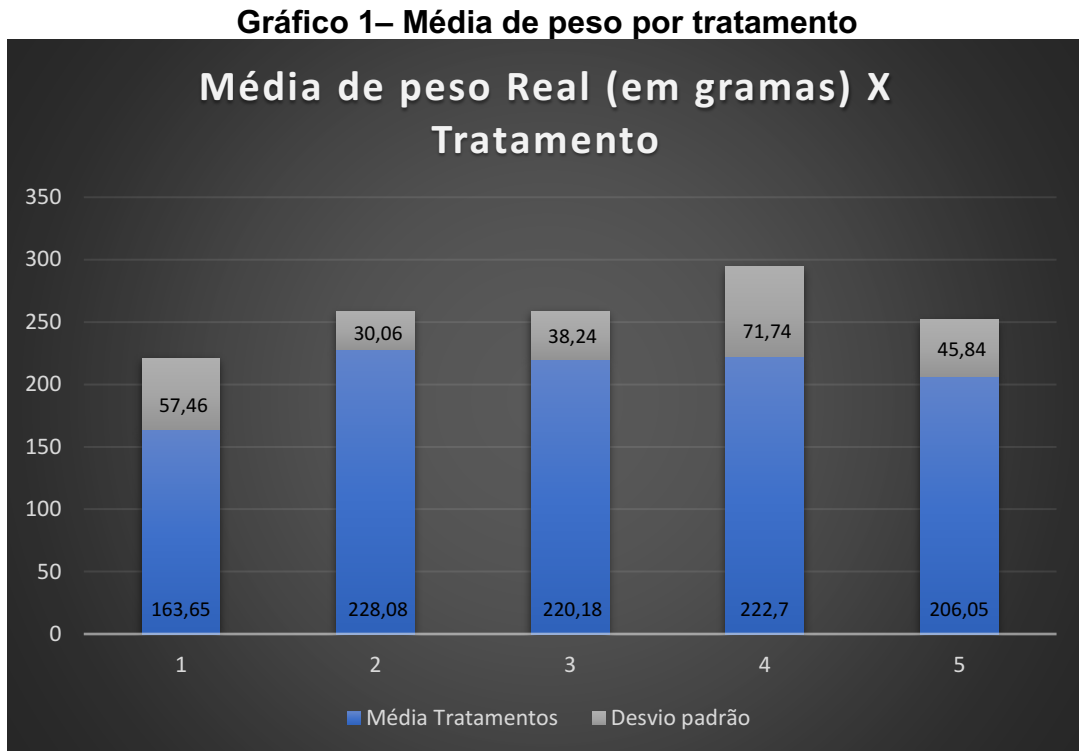


Fonte: Autoria própria (2021)

Como pode-se observar há uma maior presença de pontos pretos que caracterizam a Mancha Alvo na folha da testemunha, enquanto que o tratamento 2 com a calda contendo pH5 possuiu uma menor quantidade da doença. Além disso, nota-se ao analisar as folhas que não houve o aparecimento da principal doença da soja denominada Ferrugem Asiática, que pode ser justificada pela falta de chuvas no período que ocorreu o desenvolvimento da pesquisa.

5.2 Influência do pH nos tratamentos

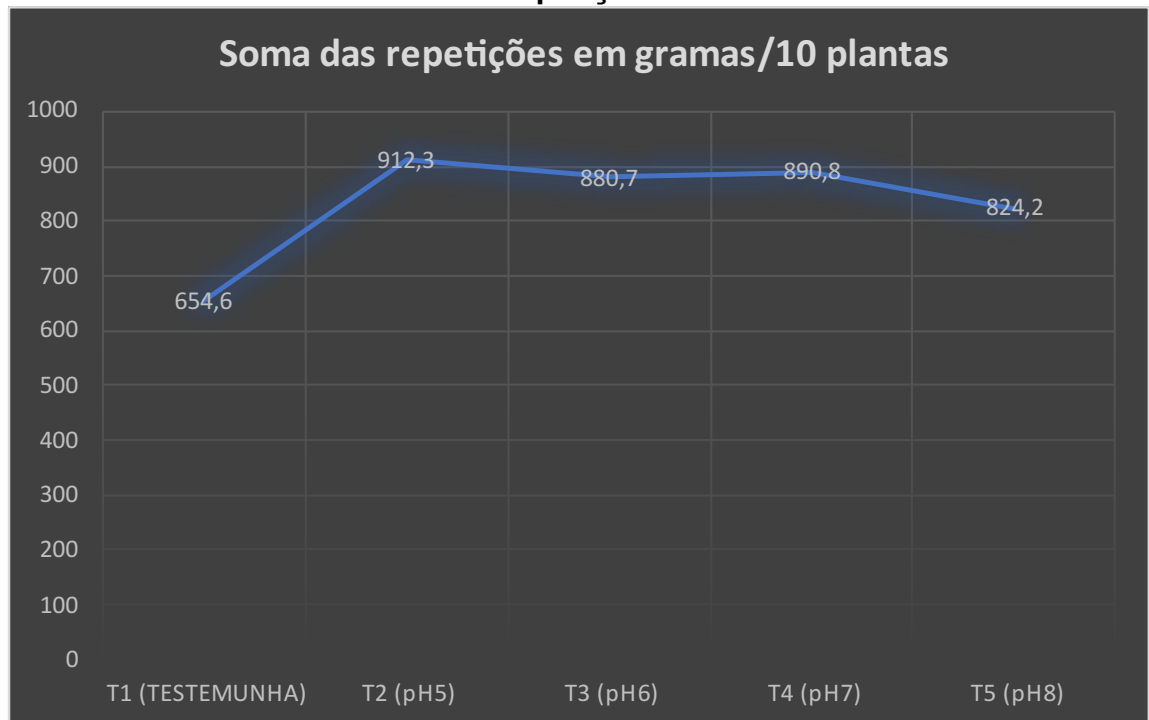
O Gráfico 1 mostra a média dos resultados obtidos através da pesagem das amostras coletadas das plantas que foram submetidas aos tratamentos conforme delineamento experimental citado anteriormente.



Fonte: Autoria própria (2021).

Ao observar-se o gráfico 1 nota-se que o tratamento 1 denominado como testemunha (tratamento sem agroquímicos), alcançou o menor peso se comparado aos demais tratamentos o qual a média obtida foi de 163,65g. Em relação ao tratamento 2 que apresentou uma calda condicionada ao pH5 teve a média de peso (228,08g) com maior rendimento. O terceiro, quarto e quinto tratamento com pH6, pH7 e pH8, respectivamente, apresentaram o peso real próximo, mostrando que não houve diferença significativa entre eles. Acerca do desvio padrão (parâmetro de variação das repetições R1, R2, R3, R4 entre cada tratamento) observa-se que o tratamento 4 apresentou um maior desvio padrão pois a repetição 4 se diferenciou significativamente das demais repetições do mesmo tratamento.

Essas considerações podem ser vistas quando comparamos a soma dos tratamentos como mostra o gráfico abaixo:

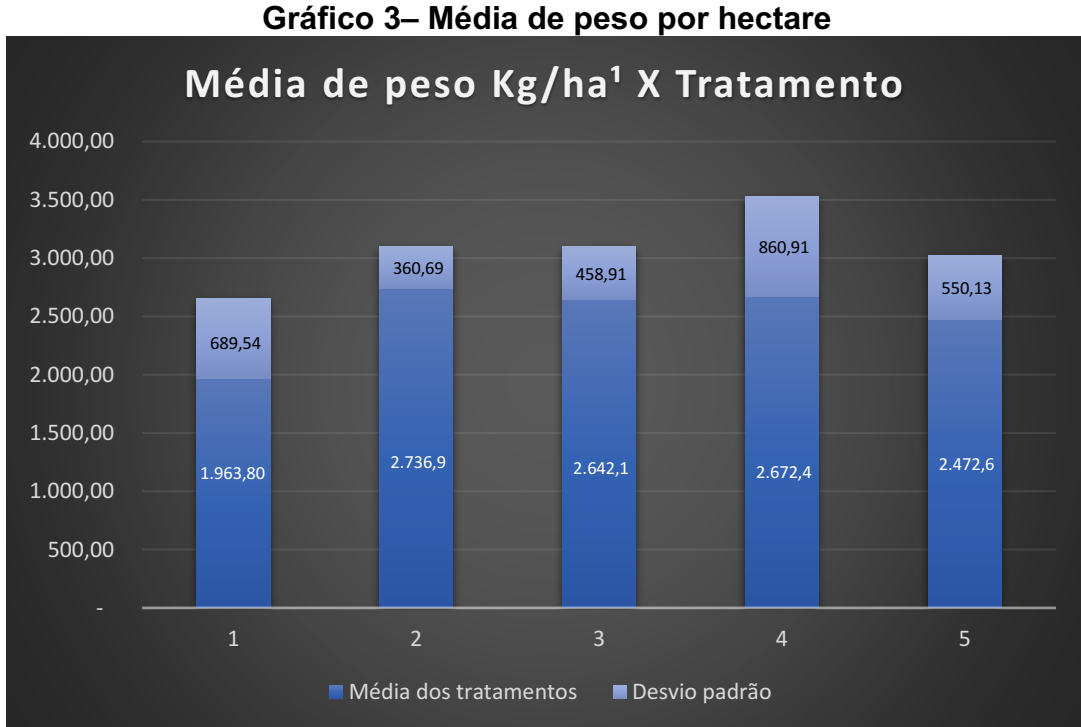
Gráfico 2– Somatória das repetições de cada tratamento

Fonte: Autoria própria (2021)

Desse modo, tais dados demonstraram que a testemunha dentre os demais tratamentos possuiu baixo desempenho (654,6g) na soma de todas as repetições. O tratamento com pH5 contou com o maior desempenho (912,3g) na pesagem, se caracterizando como melhor tratamento levando em consideração a produtividade. Os tratamentos contendo pH6 e pH7 apresentaram uma boa atuação com a soma de 880,7g e 890,8g, respectivamente. E por fim, o tratamento com pH8 mostrou-se inferior aos demais com 824,2g, seu índice só superou a testemunha, tal resultado se dá, pois, a elevação do pH da água (calda alcalina) degrada o produto e ocasiona a hidrólise alcalina.

Outros dados foram analisados no decorrer da pesquisa como a estimativa de produtividade em kg por hectare. Assim, para esse cálculo utilizou-se o valor do hectare (10.000 m²) e o número de plantas (12) por m². Desse modo obteve-se o total de 120.000 plantas por ha¹. Para verificar a quantidade que se teria de colheita, utilizou-se como exemplo o valor obtido em T1R1 cujo peso real foi de 154,7g, multiplicado pelo valor de 120.000 plantas por hectare obtendo dessa forma um total de 1856,400 g/ha¹, ou seja, em T1R1 quando convertido teria uma estimativa de 1856,40 Kg/ha¹.

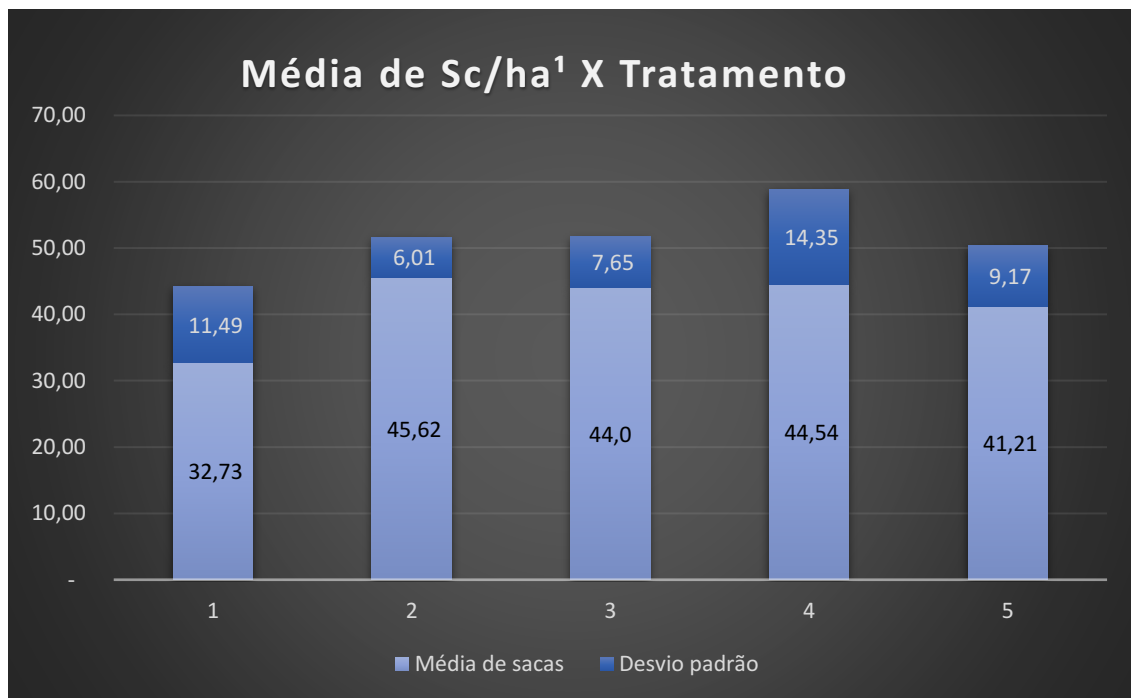
Esses cálculos foram realizados em todos os tratamentos do presente estudo, como pode-se observar no gráfico 3:



Fonte: Autoria própria (2021).

O gráfico 3 mostra a média em kg por hectare em cada tratamento proposto no experimento, assim o tratamento 1 apresentou os menores índices de produtividade sendo 1.963,80 kg/ha¹, enquanto que o tratamento com pH5 alcançou a média 2.736,9 kg/ha¹. Os demais tratamentos com pH6 (2.642,1), pH7 (2.672,4) alcançaram números consideráveis, porém, nenhuma diferença significativa. Nota-se que o tratamento 2 e 3 apresentaram uma aproximação na variação de desvio padrão, enquanto que o tratamento 4 possuiu um maior desvio padrão. Dessa forma, estudiosos afirmam que os fungicidas próximos ao pH5 apresentam eficácia em sua utilização (ZAMBOLIM, 2007). Essa diferenciação dos resultados comparado a testemunha é fruto do pH ideal na calda de pulverização onde não ocorre danos nos tecidos da folha. Assim, observa-se que a utilização de agroquímicos nas lavouras tendem a modificar os resultados da produção da soja quando se tira a testemunha a título de comparação.

Para além desse eixo é proposto a quantidade de sacos por hectare como mostra o Gráfico 3 abaixo:

Gráfico 4– Estimativa média de quantidade de sacos de soja por hectare

Fonte: Autoria própria (2021).

Para o agricultor a quantidade de produtividade é a peça fundamental no êxito ou fracasso da colheita. Assim, nota-se que muitos produtores ao realizar financiamentos promovidos pelo Programa de Financiamento da Agricultura Familiar – PRONAF e ainda com bancos credenciados para investir em sua lavoura, necessita dos bons resultados da safra. Desse modo, na pesquisa, foi estimado a quantidade de sacos de soja que um produtor pode obter em relação ao hectare. Assim, a produtividade apresenta um maior resultado com os pH5, pH6 e pH7 como já pode-se constatar no decorrer deste trabalho. Logo, o agricultor que atribuir esses valores de pH poderá ao final da colheita adquirir uma média de 44 e 45 sacos de soja por hectare, e com o pH8, o produtor terá em média 41 sacos. Se optar por não realizar tratamento conforme a testemunha, o mesmo conseguirá apenas 32 sacos de soja. Dessa maneira, há uma diferença de quase 10 sacos em relação aos tratamentos que apresentam defensivos agrícolas. Ainda, nota-se assim como os demais gráficos o tratamento 4 possui uma maior variação do desvio de padrão com 14,35. Os tratamentos 2 e 3 apresentam a menor variação, com 6,01 e 7,65 respectivamente.

Além disso, como foi mencionado anteriormente, foi feita a utilização do software SASM-Agri, para a obtenção das médias estatísticas a fim de verificar as

diferenças em relação as repetições e os tratamentos analisados. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos através do tratamento estatístico.

Tabela 2 – Média estatística a partir do Sistema SASM-Agri

Local do experimento:	Colégio Agrícola - Campo Mourão		
Data:	Ago/20		
Número de tratamentos	5		
Quadrado médio do resíduo	2583,296		
Graus de liberdade do resíduo	15		
Número de repetições	4		
Grau de significância	10%		
Tratamento		Repetições	Teste Tukey
Trat. 01 "T1 - Testemunha"	163,65±desvio padrão ^b	4	b
Trat. 02 "T2 - pH 5"	228,075±desvio padrão ^a	4	a
Trat. 04 "T4 - pH 7"	222,7±desvio padrão ^{ab}	4	ab
Trat. 03 "T3 - pH 6"	220,175±desvio padrão ^{ab}	4	ab
Trat. 05 "T5 - pH 8 "	206,05±desvio padrão ^{ab}	4	ab
C.V.	24,42	%	

Fonte: Autoria Própria (2021).

Média dos valores \pm desvio padrão; n=4. Diferentes letras na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,01$) pelo teste de Tukey.

Pelo teste de Tukey, Tabela 2, foi observado que os tratamentos T1 e T2 diferem de forma significativa dos tratamentos T3, T4 e T5. Não houve diferença significativa entre os tratamentos T3, T4 e T5.

Dessa forma, o aplicativo gerou automaticamente a média em relação aos tratamentos e repetições realizadas. Logo, nota-se que os resultados são gerados a partir de letras, pois o processo de cálculo dos algoritmos em seu desenvolvimento utilizou-se essa classificação como modo de inversão das médias, visto que, o método de Scott-Knott era ordenado em ordem crescente enquanto que os métodos de Duncan e Tukey ordenavam as médias de forma decrescente (CANTERI, 2001). Sendo assim, (a) e (b) refere-se a uma variação significativa no teste realizado, logo (a) é caracterizado pelo tratamento 2 com pH5 onde estabelece uma média de 228,075g e (b) refere-se a testemunha, com uma média de 163,65g. Ainda, (ab)

mostra que não houve variação significativa nos tratamentos com pH6, pH7 e pH8 estabelecendo resultados semelhantes 222,7g, 220,175g, 206,05g respectivamente.

A fim de obter melhores resultados quanto a variação de produtividade acerca do uso do pH nas lavouras segue algumas informações:

Tabela 3 – Rendimento em relação a testemunha

Calculo de Rendimento dos tratamentos em relação a Testemunha				
Tratamento	Médias	Tratamento	Média	Rendimento
T2	228	T1	163	39,80%
T3	220	T1	163	34,90%
T4	222	T1	163	36,10%
T5	206	T1	163	26,30%

Autoria própria (2021).

Através dos cálculos de rendimento pode-se notar que o tratamento de pH5 quando comparado a testemunha obteve um rendimento de 39% a mais.

Se for comparado o rendimento do pH5, representado por (T2) em relação aos outros tratamentos haverá os seguintes resultados:

Tabela 4- Rendimento do T2 em relação aos outros tratamentos

Calculo de Rendimento de T2 em relação aos outros tratamentos				
Tratamento	Médias	Tratamento	Média	Rendimento
T2	228	T3	220	4%
T2	228	T4	222	3%
T2	228	T5	206	11%

Autoria própria (2021).

O tratamento de T2 quando comparada com os resultados de T3 com pH6 nos mostra um rendimento 4% superior. Já o T2 comparado ao T4 cuja calda foi ajustada ao pH7 apresenta uma variação da produtividade em 3%. E em comparação ao T5 (pH8) ocorre um índice de 11% de diferença. Diante disso é importante ressaltar que se não houver a correção do pH para 5, haverá uma perda de 4%, 3% e 11% quando comparado com os tratamentos T3, T4 e T5, respectivamente.

Para visualizar esses rendimentos em dinheiro, levando em consideração o preço da soja atualmente segue a tabela abaixo:

Tabela 5– Rendimento em reais do T2 em relação a testemunha

Rendimento em reais do T2 em relação a testemunha			
Sc/ha T2	45,6	Sc/ha T1	32,7

Valor Sc	R\$ 160	Valor Sc	R\$ 160
Total	R\$ 7.296	Total	R\$ 5.232
T2 - T1	R\$ 2.064		
Supondo 20ha	R\$ 41.280		

Autoria própria (2021).

Assim, levando em consideração o valor da saca de soja vemos que ao deixar a sua lavoura sem manejo nenhum (T1) o mesmo terá um lucro de 5,232 reais. Porém, se o agricultor fizer o ajuste da calda com o pH5 (T2) irá obter o total de 7.296 reais, uma diferença de 2,064 reais entre T1 e T2. Portanto, supondo que um produtor tenha uma área de 20 hectares ao não realizar o tratamento, o mesmo terá um prejuízo de R\$ 41,280,00.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos o tratamento (T2) com o pH5 proporcionou melhores condições para a planta, apresentando maior produtividade em relação as demais variações de pH e a testemunha que não continha defensivos agrícolas. Os tratamentos T3, T4 e T5 tiveram pouca diferenciação entre si, enquanto que T1 se sobressaiu como o tratamento com menores índices de produção, e com as folhas contendo uma maior quantidade de Mancha Alvo.

Sendo assim, as perguntas iniciais de nossa pesquisa foram respondidas no decorrer do processo, porém destacamos que este trabalho não está esgotado, mas urge a necessidade de novas pesquisas acerca do pH e sua importância nas lavouras e no processo da cultura da soja. Logo, torna-se necessário a compreensão desses mecanismos para além dos muros da universidade, levando em consideração que muitos agricultores fazem o uso inadequado desses produtos, desconhecendo suas ações e implicações.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. M. **Fungicidas protetores no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura**. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) -Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, v. 44, n. 3, p. 245-251, 2018.
- APROUCH PRIMA. [BULA]. PICOXISTROBINA TÉCNICA nº 07905 Du PontAsturias S.L., Valle de Tamón s/n, Nubledo, 33469 TamonCarreño - Asturias – Espanha
- AZEVEDO, L.A.S. **Fungicidas sistêmicos** – Teoria e prática. Campinas: EMOPI, 2007.
- BUSSOLOTTO, V. CARLI; J. DELAZENI; J. FIORENTIN; F. **Avaliação da influência de potencializador a base de silício no controle de doenças foliares no trigo**, 2017. Disponível em: <https://maissoja.com.br/avaliacao-da-influencia-de-potencializador-base-de-silicio-no-controle-de-doencas-foliares-do-trigo>. Acesso em: 12 set. 2020
- BRASQUÍMICA. **Para que serve um redutor de pH agrícola?** Disponível em: <https://www.brasquimica.ind.br/blog/para-que-serve-um-redutor-de-ph-agricola>. Acesso em: 12 set. 2020.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A. GODOY, C. V. **SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan**. Revista Brasileira de Agrocomputação, v. 1, n. 2, p.18-24. 2001.
- CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. **Segurança no manuseio e na aplicação de produtos fitosanitarios**. In: ZAMBOLIM, L. Produção integrada de fruteiras tropicais. Viosa: UFV, 2003. p.313-330
- DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- ELATUS. [BULA]. AZOXYSTROBIN TÉCNICO – Registro nº 01598 Syngenta Limited – Earls Road - Grangemouth – Stirlingshire FK3 8XG - Escócia - Reino Unido. Saltigo GmbH - Chempark Leverkusen, 51369 – Leverkusen – Alemanha.
- FONSECA, D.R.S. **Associação de fungicidas multissítios e pH na calda de pulverização no controle da ferrugem asiática**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, 2018
- FOX XPRO. [BULA]. Bixafen Técnico – Registro MAPA nº 23617: Bayer AG – ChemPark 41538 – Dormagen – Alemanha.

FUNASA, **Manual Prático de Análise de água**. Brasília, 2004.

GARCIA, A. **A resistência dos fungos como consequência da utilização de fungicidas sistêmicos**: mecanismos de resistência, monitoramento e estratégias anti-resistencia. EMBRAPA, Rondônia, 1999.

GHINI, R; KIMATI, H. **Resistencia de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p.78, 2002.

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 70, n.3, p. 16-18, 2018.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J. e CANTERI, M. G. Diagrammaticscale for assessment ofsoybeanrustseverity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GRILLI, M. **Bayer lança fungicida Fox Xpro para a safra de soja de 19/20**. Revista Cultivar, 2019. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/bayer-lanca-fungicida-fox-xpro-para-safra-de-soja-19-20>. Acesso em: 02 out. 2020.

HENNING. A. A. [*et al.*] – 5.ed. Londrina: **Embrapa Soja**, 2014.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Brasil retoma posto de maior produtor de soja do planeta**. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2020/07/09/brasil-retoma-posto-de-maior-produtor-de-soja-do-planeta.htm>. Acesso em: 30 jun. 2021

INOUE, M. H; KOMATSU, R. A. *et al.* Redutores de pH e complexantes de metais em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 7, n. 1, p. 26-35, jan./jun., 2008.

JUNIOR, A. C. G; LUCHESE, E. B; LENZI, E. Avaliação da Fitodisponibilidade de Cadmio, Chumbo e Crômio, em soja cultivada em latossolo vermelho escuro trato com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, 2000.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para calda de produtos fitossanitários. *In*: GUEDES, J.V.C.& DORNELLES, S.B (Org). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Eds.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão-CNPAF**, p. 407-441, 2003.

LANDIM, T. N. **Adjuvantes e taxas de aplicação na pulverização de fungicida na cultura da soja**. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018

LEITE, M. C. **Fungicidas sistêmicos e de contato aplicados em soja e sua relação com a fitossanidade a campo**. Dissertação (Mestrado) Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2020.

LOPES, Y. R. **Manejo de fungicidas e influência do pH de calda para o controle de ferrugem asiática**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

MACIEL, J.; CHAVES, M. S. Desempenho do princípio ativo tebuconazole no controle da ferrugem da folha do trigo. *In: Doenças do trigo*, Embrapa Trigo, 2006.

MADALOSSO, M. G; STEFANELLO, M. T. **Fungicidas protetores inorgânicos**. Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/fungicidas-protetores-inorganicos/>. Acesso em: 19 set. 2020

MARTINS, G. J. M. **Influência da dureza da água em suspensões de esmalte cerâmico**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MARODIM, V. S; STORCK, L; LOPES, S. J; SANTOS, O. S; SCHIMIDT, D. Delineamento experimental e tamanho de amostra para alface cultivada em hidroponia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 779-781, 2000.

OLIVEIRA, V. A. B; OLIVEIRA, G. M; GIGLIOTI, E. A; IGARASHI, W.T; SAAB, O.J.G.A. Desempenho de bicos rotativos e hidráulicos na aplicação aérea de fungicidas em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 3, p.111-122, 2011.

PIVELI, R. P. **Qualidade das águas e poluição**: aspectos físico-químicos. s/d.

PRATTI, R. M. **Qualidade da água utilizada para aplicação de defensivos agrícolas na região do Capim, Sudeste Paraense**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

RIGRANTEC. **Agricultura: 5 cuidados ao preparar calda de aplicação no pulverizador**. 2020. Disponível em: <https://www.rigrantec.com.br/noticia/agricultura-5-cuidados-ao-preparar-calda-de-aplicacao-no-pulverizador/79>. Acesso em: 16 out. 2020.

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo frac**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, 2006.

SALDANHA, J. T. **Validação e aplicação de método analítico para determinação de resíduos de ditiocarbamatos na cultura de couve (brassicaoleracea)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Vigilância Sanitária) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

SANTIAGO, H. **Simulação de perdas por evaporação na pulverização aérea**. Tese (doutorado) Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2016.

SCHALLEMBERGER, E. F. **Avaliação da ação do fosfito na cultura de soja.** Monografia. (Curso de Bacharelado em Agronomia). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí. Rio Grande do Sul, 2014

SILVA, I.P., SILVA, J. A. A. **Métodos estatísticos aplicados à pesquisa científica: uma abordagem para profissionais da pesquisa agropecuária.** Recife: UFRPE, 1999.

SINCLAIR, J.; HARTMAN, G. L. **Soybean diseases.** In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J.; RUPE, J. Compendium of soybean diseases. 4 ed., Minnesota: APS, p. 3-4, 2008.

TAVARES, A.; *et al.* Aplicação eficiente de fungicidas e inseticidas. **Revista Cultivar**, jun. 2020, p.34.

TOGNI, D. A. J. **Contribuição do tratamento de sementes de soja (Glycinemax L. Merrill) com fungicidas no manejo da ferrugem asiática.** 2008 Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Herbicidas e a qualidade química da água usada como diluente. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2006. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do57.htm. Acesso em: 05 jul. 2021

ZAMBOLIM, L., W. S. VENÂNCIO E S. H. F. O. **Manejo de Resistência de Fungos a Fungicidas.** Suprema Gráfica e Editora, Visconde do Rio Branco, 2007.