



LUCAS SARTO DONVITO

**BIOCONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA E DA
ANTRACNOSE, EM SOJA, UTILIZANDO DIFERENTES
TRATAMENTOS EM CAMPO**

LAVRAS – MG

2021

LUCAS SARTO DONVITO

**BIOCONTROLE DA FERRUGEM ASIÁTICA E DA
ANTRACNOSE, EM SOJA, UTILIZANDO DIFERENTES
TRATAMENTOS EM CAMPO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Curso de Agronomia, para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Flavio Henrique Vasconcelos de Medeiros

Orientador

Dr^a. Rafaela Araújo Guimarães

Co-orientadora

LAVRAS – MG

2021

Aos meus pais e irmão, por todo apoio, carinho e amor...

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Ele tornou tudo isto possível.

Agradeço meus pais, Reginaldo e Marli, pelos esforços, ensinamentos e confiança para que eu conseguisse concluir esse sonho. Como também, meu irmão, Caio, pelo exemplo de homem, pai e agrônomo.

Dedico ao meu avô Alcides Sarto (in memoriam), produtor rural, que tirou sustento do cultivo da cana-de-áçúcar, me inspirando, aconselhando e transmitindo essa paixão pela agricultura em sua trajetória em nosso plano.

Agradeço ao demais familiares e amigos por todo apoio e incentivo. Em especial à Natalia Alvarenga e sua família, pelo acolhimento, força e ajuda durante a graduação.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros, pela oportunidade de conduzir este trabalho. Sua confiança e apoio foram fundamentais. Obrigado pelos ensinamentos pessoais e profissionais.

Agradeço à coorientadora deste trabalho, Dra. Rafaela Araújo Guimarães, pela grande ajuda e dedicação na condução do experimento, e principalmente, nas análises estatísticas.

Agradeço aos meus irmãos da República RanXerA pelos ensinamentos e amizade, estando presentes na minha formação como homem, em especial doutores Tiguera, Falafino e Bigato, que me aconselharam e abriram portas para poder trabalhar no laboratório de Bio-Controle. Também agradeço aos amigos que pude conhecer em Lavras e estiveram ao meu lado nessa caminhada, especialmente meus colegas acadêmicos do período 2016/1. Obrigado por tornarem todos os momentos melhores.

Um obrigado mais que especial à Universidade Federal de Lavras, como um todo, por me capacitar e fazer de mim um bom profissional. É um orgulho imenso carregar o nome dessa instituição maravilhosa, que sou apaixonado. Sempre levarei a UFLA em meu coração.

"Aproveita moçada, que um dia acaba!!" (Rx Dr. Pacença)

MUITO OBRIGADO!!!

RESUMO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das maiores commodities no mundo, sendo o Brasil um dos maiores consumidores e produtores dessa cultura. Por isso a estimativa para safra brasileira de 2020/2021 é de 3.250.000 toneladas (CONAB, 2021). O estado de Minas Gerais é o um dos maiores produtores nacional, responsável por aproximadamente 19% da produção do país. Entretanto o país ainda tem baixa produtividade em comparação com outros países. Um dos fatores limitantes para a produção da soja são as doenças de origem fúngica. Entre elas a ferrugem (*Phakopsora pachyrhizi*) e a antracnose (*Colletotrichum truncatum*). Portanto esse trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de combinações de produtos biológicos, fungicidas e micronutrientes no controle dessas doenças. Para isso foi conduzido um experimento no município de Lavras-MG. Os tratamentos delimitados para manejo da ferrugem e da antracnose da soja em campo foram constituídos de diferentes combinações de Bio-imune (500 mL/ha), FOX (400 mL/ha), NHT XPT01(200 mL/ha) nos estágios fenológicos V6, R1 e R1 + 20, totalizando 12 tratamentos. Posteriormente foram analisados semanalmente a severidade de ferrugem nos três terços da planta e após a colheita a severidade de antracnose e a produtividade. Os pressupostos foram analisados, utilizando método área abaixo da curva de progresso (AACCP) e posteriormente realizou-se análise de variância, para os dados que tiveram diferença estatística, foi feita o teste de média Tukey ($p>0,05$). Com exceção da severidade de ferrugem no terço baixeiro das plantas todas as variáveis não apresentaram normalidade dos dados ou significância no teste F e Tukey ($p>0,05$). Quando analisou se os tratamentos separadamente de acordo com as combinações o tratamento com três aplicações combinadas de Bio-Imune + FOX, o tratamento com uma pulverização de Bio-Imune + FOX e duas de FOX e o tratamento pulverizado uma vez com FOX e duas Bio-Imune + FOX foram os melhores em reduzir a severidade da doença no terço baixeiro quando comparados aos tratamentos aplicados isoladamente. Assim, comparando estes três tratamentos pelo seu valor efetivo a combinação com maior redução da severidade da ferrugem avaliada nesse experimento foi com a primeira aplicação do fungicida FOX e a segunda e terceira aplicação da mistura de FOX + Bio-Imune.

Palavras Chaves: Bio-Imune; Fox; Controle biológico; *Glycine max* L.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 A cultura da soja.....	9
2.2 Doenças que acometem a cultura da soja	9
2.2.1 Ferrugem da soja	10
2.2.2 Antracnose da soja.....	11
2.3 Medidas de controle.....	12
2.3.1 Controle químico	12
2.3.2 Controle biológico.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Caracterização da área experimental.....	13
3.2 Delineamentos experimentais e tratamentos	14
3.3 Tratos culturais.....	14
3.4 Área abaixo da curva de progresso (AACP).....	15
3.5 Análises estatísticas.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das principais *commodities* agrícolas do mundo. O seu plantio é realizado em extensas áreas no mundo e no Brasil estes grãos são produzidos em quase todos os estados do território brasileiro (CONAB, 2019).

No manejo da soja em campo alguns problemas vêm demandando substancial atenção para o desenvolvimento e estabelecimento da cultura nas diferentes regiões produtoras, dentre estes fatores, as doenças de parte aérea (folha, hastes, vagens e grãos) vem sendo um fator limitante (Battisti et al., 2018). As altas incidências e severidades das doenças de plantas, aliado ao uso indiscriminado dos fungicidas vem tonando cada vez mais grave este problema. Além do fato de que, o manejo errôneo vem ocasionando resistência de alguns fungos por parte de alguns princípios ativos de fungicidas (principalmente do grupo dos triazóis e estrobilurinas) (Godoy et al., 2018).

A ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) é a principal doenças da cultura relatando perdas de até 90% na produtividade (Godoy et al., 2009). Além de ser um patógeno altamente agressivo, são poucos os fungicidas que são eficientes na redução da severidade desta doença quando usados de forma isolada, devido a insensibilidade de raças de *P. pachyrhizi* as moléculas do tipo IDM (Schmitz et al., 2014), IQe (Klosowski et al., 2016) e ISDH (Simões et al., 2018). Assim, dentro do manejo dessa doença vem sendo adotado o uso de fungicidas multissítios (com ação em diferentes pontos metabólicos) que além de atuarem sobre a doença, também trabalham como uma ferramenta dentro do manejo da resistência (Godoy et al., 2015). Outro mecanismo dentro do manejo de resistência de fungos à fungicidas é o uso de agentes de controle biológico (Dorighello et al. 2015), quem além de atuarem dentro do manejo da resistência (por possuírem diferentes mecanismos de ação) atuam também na redução da severidade da doença (Twizeyimana & Hartman, 2019).

Outra doença que vem causando danos, normalmente mais tardios aos plantios de soja é a Antracnose (*Colletotrichum truncatum*). Essa doença manifesta sintomas desde o estabelecimento da cultura, porém seu dano se manifesta mais na formação das vagens, no final do ciclo e em pós-colheita. Este patógeno pode sobreviver nas sementes e ser o responsável pela introdução da doença em novas áreas e até pela reintrodução em áreas já cultivadas (Goulart, 2009). O manejo dessa doença normalmente é realizado com rotação de culturas e fungicidas protetores ou curativos. Alguns trabalhos já vêm

demonstrando o uso do controle biológico contra essa doença, principalmente no tratamento de sementes com uso de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma virens* e *Pseudomonas aeruginosa* (Begum et al., 2009).

Bactérias do gênero *Bacillus* podem controlar várias doenças de plantas, incluindo as ferrugens. Dorighello et al (2015), constatou que a utilização de bactérias pertencentes a esse gênero apresenta grande potencial para o controle da ferrugem asiática da soja.

Se tratando de micronutrientes. Um dos fatores que podem afetar a disponibilidade de zinco as plantas, o pH e o teor de fósforo do solo são os principais. Relações inversas entre o pH do solo e a disponibilidade de zinco têm sido evidenciadas em muitos trabalhos. O zinco está mais disponível para as plantas, em condições de solos ácidos. Isto é explicado porque com o decréscimo do pH aumenta a atividade do íon H^+ , que desloca o Zn^{++} dos sítios de adsorção para a solução do solo. Segundo do Lindsay (1972), a solubilidade do Zn^{++} na solução do solo diminui 100 vezes, para cada unidade de aumento do pH. Roesch (1979) concluiu que a concentração de zinco na solução diminui com o aumento do pH do solo de 4,0 para 7,0, de forma tão acentuada, que o torna o fator mais importante na adsorção de zinco nos solos.

Quando falamos do molibdênio, sabemos o efeito benéfico na produtividade de leguminosas é conhecido desde 1930, e a sua principal atuação está no processo de fixação simbiótica do nitrogênio, bem como em outros processos fisiológicos das plantas superiores. A correção do pH dos solos ácidos aumenta a disponibilidade de molibdênio, justificando-se esta ocorrência com o mecanismo de troca dos ânions molibdato (MoO_4^{2-}) por hidroxila (OH^-), sendo este último aumentado no solo pela ação da calagem. O efeito mais importante da interação entre o calcário e o molibdênio ocorre sobre o mecanismo de fixação simbiótica do nitrogênio. Nesse caso, a adição de calcário aumenta a disponibilidade de molibdênio, que por sua vez, estimula a fixação.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação de produto biológico Bio-imune (*Bacillus subtilis*), micronutrientes NHT XPT01 (Zinco + Molibdênio) e do fungicida FOX (Trifloxtrobina + Protioconazol) de forma combinada e alternadas em três aplicações na parte aérea da cultivar de soja NS 7300 IPRO. Avaliando assim: o potencial da composição destas misturas na redução da severidade da ferrugem nas folhas; a relação das aplicações na redução da severidade da antracnose nas vagens, a produtividade obtida entre os tratamentos e a sanidade das sementes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* L.) é um dos principais grãos produzida no Brasil. É uma planta pertencente à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, gênero *Glycine* L., espécie *max*. O seu desenvolvimento é variável de acordo com a cultivar, podendo ser de hábito determinado, indeterminado ou semi-determinado (Nepomuceno et al., 2008).

O cultivo dessa *commodity* se tornou um dos mais populares e está entre os grãos mais importantes no mundo. Com essa popularidade, a produção de soja se tornou uma das atividades agrícolas com maior destaque na economia mundial. A soja possui características, que ajudaram na sua popularização, como por exemplo, ela é rica em nutrientes, como proteínas, que são importantes para alimentação humana e animal, e possui uma gama de produtos que são derivados do seu grão (Rocha et al, 2018).

O cultivo da soja vem ganhando cada vez mais destaque no Brasil. E o país passou na frente dos Estados Unidos, ficando em primeiro lugar na produção de soja (EMBRAPA, 2021). Segundo dados da CONAB, a produção brasileira, em 2020, foi de 124.845 milhões de toneladas. E o estado do Mato Grosso é o maior produtor nacional (35,885 milhões de t), seguido pelo Paraná (21,598 milhões de t), Rio Grande do Sul (11,444 milhões de t) e Goiás (13,159 milhões de t) (CONAB,2021).

A cultura da soja como outras culturas tem a sua produtividade afetada por fatores bióticos e abióticos (Mohammadi et al., 2012). Dentre os fatores bióticos que podem afetar negativamente a qualidade das sementes e dos grãos de soja no Brasil, a ferrugem asiática é a de maior importância, seguidas de outras doenças como a antracnose (Hirakuri, 2014). Desse modo, é necessário o emprego contínuo de medidas de controle dessas e demais doenças, no intuito de reduzir os danos de produção (Rocha et al., 2018).

2.2 Doenças que acometem a cultura da soja

Com a ampliação da cultura da soja, e a não aplicação de práticas de manejo apropriadas, o número de doenças causadas por microrganismos como: fungos, vírus, nematoides e bactérias aumentou (Almeida et al., 2005). As doenças de parte aérea da

soja antecipam a senescência das plantas, definem a formação de grãos pequenos resultando assim em uma baixa produtividade (Balardin, 2002).

Algumas das doenças foliares que acometem essa cultura são: crestamento foliar de cercospora, *Cercospora kikuchii* (Matsu. & Tomoyasu) Gardner; septoriose ou mancha-parda, *Septoria glycines* Hemmi; oídio, *Erysiphe diffusa* (Cooke & Peck) U. Braun & S. Takamatsu; antracnose, *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus e Moore; e a ferrugem asiática, *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow (Balardin, 2002). Onde a antracnose, a septoriose e o crestamento foliar de cercospora são doenças do final do ciclo da cultura (EMBRAPA, 1999).

Essas doenças trazem grandes prejuízos, pois diminuem a qualidade e quantidade de grão colhidos, fator este que está associado a redução da área fotossintética da planta. A ocorrência de uma doença, na maioria das vezes não depende do estágio fenológico da planta, mas sim da suscetibilidade que a cultivar apresenta, da virulência/agressividade do patógeno e das condições ambientais (Reis, 2001).

2.2.1 Ferrugem da soja

A ferrugem da soja é causada pelo fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi*, onde foi notificado pela primeira vez no Paraguai e no Brasil no estado do Paraná em 2001, e daí então se espalhou rapidamente (Morel & Yorinori, 2002). No ano de 2003, o patógeno se disseminou em vários estados brasileiros, sendo eles: Goiás, Bahia, Minas Gerais e Mato Grosso (Yorinori & Lazzarotto, 2004). Essa doença pode causar perdas na produtividade de até 90% (Bromfield, 1984; Hartman et al., 2015).

O fungo *P. pachyrhizi* pertence a classe Basidiomycetes, ordem Uredinales e Família Phakopsoraceae (Reis et al., 2012). Como mencionado anteriormente é um patógeno biotrófico, ou seja, necessita de organismos vivos para sobreviver. E seus esporos são rapidamente disseminados pelo vento (Moraes, 2018).

Os sintomas da doença podem surgir em qualquer estágio fenológico da planta, sendo mais comum nas áreas foliar. O processo de infecção do patógeno vai depender da disponibilidade das condições favoráveis como disponibilidade de água na superfície foliar, sendo necessário no mínimo 6 horas de molhamento foliar. Os primeiros sintomas são caracterizados com o surgimento de pequenos pontos mais escuros que o tecido sadio, com coloração cinza-esverdeada com protuberância na parte abaxial da folha (Embrapa, 2009). Esses primeiros sintomas, costumam ser observados nas folhas próximas ao solo.

A presença desse patógeno na lavoura é notado com o amarelecimento das folhas basais (Moraes 2018; Reis et al., 2012).

Com o passar do tempo a coloração dessas lesões variam de cinza esverdeado para marrom avermelhado. As lesões exibem um poro central por onde é liberado os urediniósporos, caracterizando assim a esporulação da doença. O estágio final da epidemia da ferrugem da soja é caracterizado por meio do amarelecimento prematuro da folha e conseqüentemente a abscisão da mesma, devido ao aumento dos sintomas e conseqüente alto desfolhamento do terço inferior em direção ao terço superior (Reis, 2012).

O controle da ferrugem da soja depende da escolha de diversas práticas, dentre elas, o controle químico, uso de cultivares resistentes, adesão do vazio sanitário, semeadura no período indicado, monitoramento e identificação da doença nos estágios iniciais (Embrapa, 2013). E nos últimos anos, vem sendo utilizada o controle biológico como uma ferramenta dentro do manejo integrado da doença.

2.2.2 Antracnose da soja

A antracnose da soja é causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum*, essa doença pode afetar todos os estágios fenológicos da planta, causando necrose nos pecíolos, manchas nas folhas e nas vagens. É considerada a principal doença na fase de formação das vagens. As condições que favorecem a doença são altas temperaturas e elevadas precipitações, menor espaço entre linhas de cultivo, deficiências nutricionais, uso de sementes infectadas, colaboram para a maior incidência da doença (Henning et al., 2009; Galli et al., 2007; Klingelfuss & Yorinori, 2001).

A doença quando submetidas a condições de alta umidade, causa o apodrecimento e queda das vagens e germinação dos grãos no interior da vagem e que ainda estão em formação. Além de infectar as vagens, o fungo infecta outras partes da planta como a haste, causando manchas escuras (Reis et al., 2011; Klingelfuss & Yorinori, 2001).

Os sintomas dessa doença são observados nas nervuras, ramos tenros das partes com sombreamento, nos pecíolos e em vagens em início de formação (Yorinori, 1997). Tem sido observado um aumento da doença nas sementes, particularmente quando ocorre atraso na colheita da soja (Henning, 2005). Porém, o fungo pode estar nas folhas e nas hastes da planta desde o estágio R5.2 sem exibir sintomas, vivendo

assintomaticamente, até o final do ciclo, e conseqüentemente, causando danos nos grãos e em campos de produção de sementes (Klingelfuss e Yorinori, 2001).

Por não existir nenhuma evidência de variedade com resistência total ao patógeno *C. truncatum*. A medida de controle mais apropriada é o uso de sementes sadias ou tratadas com fungicidas, evitando assim a introdução do fungo no campo através de sementes contaminadas. Geralmente o tratamento das sementes são com fungicidas fludioxonil + mefenoxan e thiabendazole + thiram (Pereira et al., 2009) e a parte aérea da planta pulverizada com fungicidas do grupo dos triazóis e estrobilurinas diminuem a severidade da doença (Adami et al., 2006).

2.3 Medidas de controle

2.3.1 Controle químico

Um dos principais métodos de controle de doenças de plantas são o uso de fungicidas. Esses por sua vez apresentam mecanismo de ação sistêmico e protetor, os sistêmicos atuam de modo específico, sendo absorvido pela planta se movimentando pelo xilema e pelo floema, já os protetores eles não atuam dentro da planta por serem tóxicos (Guini & Kimati, 2002). No entanto, o uso recorrente desses fungicidas pode gerar resistência ao patógeno, o que se tornou uma grande dificuldade no uso do controle químico. Para evitar a resistências desses fitopatógenos é preciso criar novos produtos com diferentes mecanismos de ação (Rodrigues et al., 2011).

O uso de fungicidas no controle de doenças da soja iniciou-se no ano de 1996/1997, com a epidemia de oídio e logo em seguida com o avanço da incidência das doenças de final de ciclo (Silva, 2002; Godoy et al., 2007). Em 2001, quando a ferrugem asiática chegou no Brasil a falta de cultivares resistentes para controle da doença, fez com que novos produtos químicos fossem registrados (Embrapa, 2010). Hoje em dia, o controle da doença é feito com aplicação curativa e preventiva à base de fungicidas do grupo dos triazóis (Yorinori et al., 2010).

2.3.2 Controle biológico

Mesmo o controle químico sendo considerado uma das medidas de controle mais eficientes no controle de doenças, o mesmo causa danos tanto para saúde do homem

quanto para o meio ambiente, além de selecionar estirpes resistentes de patógenos de plantas devido ao seu uso excessivo. Desse modo, se faz necessário a busca de novas práticas de controle, abrindo espaço para o controle biológico (Morandi & Bettiol, 2009).

O controle biológico utiliza a ação de um micro-organismo (antagonista) para controlar outro micro-organismo (patógeno), esses mecanismos de ação podem ser por meio do parasitismo, antibiose e competição (Schwan-Estrada et al., 2000). Dentre esses mecanismos, a antibiose é responsável por produzir elementos capazes de inibir o crescimento do patógeno (Kupper et al., 2003).

A antibiose é um mecanismo muito utilizado por bactérias de solo, como as do gênero *Bacillus* (Sbalcheiro, 2006). Essas bactérias se caracterizam por formar endósporos e permanecem por muito tempo em nichos ecológicos, além de manifestarem diversos mecanismos de ação para evitar a defesa do patógeno, sendo uma boa opção no controle biológico (Lanna Filho et al., 2010). Trabalhos realizados sobre geração de substâncias tóxicas por espécies do fungo *Trichoderma* revelam que estas conseguiram inibir o crescimento micelial do patógeno *Phytophthora citrophthora in vitro* (Silva et al., 2008).

Os mecanismos de ação das bactérias do gênero *Bacillus* ainda não foram completamente explicadas, mas deve-se levar em consideração os componentes resultantes do metabolismo secundário para explicar se os benefícios da inoculação partem do micro-organismo em si ou de seus metabólitos (Araújo et al., 2005), talvez aí esteja a resposta do porquê bactérias pertencentes a esse gênero beneficiam tantas culturas sob diferentes condições ambientais (Kilian et al., 2000). Alguns trabalhos relatam o potencial de bactérias do gênero *Bacillus* no controle da ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*) (Haddad et al., 2009), ferrugem do feijão (*Uromyces phaseoli*) (Yuen et al., 2001) e ferrugem da soja (Dorighello et al., 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido entre 13/12/2018 e 31/04/2019, no município de Lavras-MG. A área experimental está localizada a 910 metros de altitude, latitude de 21° 14' Sul e longitude de 45°00' Oeste. A cultivar de soja utilizada foi *Glycine max* NS 7300 IPRO, sendo resistente a antracnose. O solo da área foi classificado como Latossolo

vermelho escuro distroférrico, o clima é mesotérmico (temperado chuvoso), caracterizado pelas condições de Cwa (Clima subtropical de inverno seco) segundo a classificação de Köppen, com inverno seco e períodos chuvosos no verão, e médias 1460 mm de pluviosidade anual e temperatura média anual de 20,4°C (DANTAS et al., 2007).

3.2 Delineamentos experimentais e tratamentos

Os tratamentos delimitados para manejo da ferrugem e da antracnose da soja em campo foram constituídos de diferentes combinações de Bio-imune (2 L/ha), FOX (400 mL/ha), NHT XPT01 (200 mL/ha) nos estágios fenológicos V6, R1 e R1 + 20 (Tabela 1). As aplicações foram feitas com uso de cilindro compressor tipo CO₂ por aspersão, composto por barra de aplicação laterais com quatro bicos tipo jato, espaçados entre cada por 0,6 m. A aplicação foi feita uniformemente entre as 17 e 18 horas do dia da aplicação.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizado (DBC) com quatro repetições. E cada parcela experimental foi, por sua vez, constituída de 12 plantas por metro e cada parcela foi composta por cinco linhas de 5 metros. Como parcela útil foram utilizadas as localizadas nas duas linhas centrais, as demais linhas foram consideradas bordaduras.

3.3 Tratos culturais

A semeadura da soja foi feita no dia treze de dezembro de 2018, o plantio tardio foi escolhido para que a área tivesse alta pressão de ferrugem asiática. As adubações foram feitas 400 kg/ha de NPK (8-28-16) e a adubação de cobertura foi feita com 150 kg/ha de Cloreto de Potássio (KCl). O controle de plantas daninhas foi feito com duas aplicações de herbicida Glifosato (Atanor), uma antes do plantio em 12/12/2018 e outra no estágio vegetativo V3 com a dose de 3 L/ha. Além disso, no estágio reprodutivo foi feita a capina manual das plantas daninhas na aérea do experimento. O controle de percevejo, pois a cultivar é resistente a lagarta, foi realizado com a aplicação do inseticida Connect em 11/01/2019 com a dose de 200 mL/ha. A colheita foi realizada no dia dez de abril de 2019, manualmente e sem aplicação de dessecante.

3.4 Área abaixo da curva de progresso (AACP)

Para avaliar o progresso da ferrugem no campo foram realizadas cinco avaliações da severidade da ferrugem a cada sete dias, utilizando a escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006) e Hirano et al. (2010), respectivamente. Totalizando cinco avaliações nos dias 21/02, 28/02, 11/03, 20/03 e 29/03 de 2019. De acordo com a fase de maior ocorrência dessa doença. As folhas foram avaliadas por método não destrutivo nos trifólios baixeiros, médio e superior das plantas de soja, sendo amostrados 12 trifólios por planta, nas 10 plantas úteis, totalizando 120 trifólios. Também foi realizada ao final do ciclo da cultura, os níveis de desfolha entre os tratamentos (Hirano et al. 2010). Os dados obtidos da severidade nas folhas de soja foram transformados em Área Abaixo da Curva de Progresso da Ferrugem (AACPF) de acordo com a equação proposta por Shaner e Finney (1977).

$$AACP = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (T_{i-1} - T_i)$$

Portanto:

AACP= área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem

Y_i = proporção da doença na i -ésima observação,

T_i = tempo em dias na i -ésima observação,

n = número total de observação.

A severidade das vagens de soja a Antracnose (*C. truncatum*) foi realizada após a colheita com auxílio da escala adaptada para cultura da soja e proposta por (Feijó et al. 2017), em cinco plantas e em três vagens/planta. A produtividade foi aferida dentro da parcela útil e os dados transformando em sacas/ha. Ressaltando, como a cultivar é resistente a doença, foram feitas avaliações no microscópio, para assim poder fazer o reconhecimento. Assim pela estrutura característica, picnídios, pode-se diferenciar da podridão seca, causada pelo fungo *Phomopsis spp.*, por exemplo

Outras doenças foram monitoradas no decorrer do ciclo foram monitoradas, porém não avaliada.

3.5 Análises estatísticas

As variáveis AACPF, AACPE e produtividade foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk para avaliar os pressupostos da análise de variância. Posteriormente, foi feito o teste F e Tukey ($p < 0,05$). Além disso, foram gerados gráficos da interação entre as combinações de produtos comparando-as com as aplicações isoladas. Para realizar essas análises, foi utilizado o programa Sisvar e os gráficos foram plotados no Sigmaplot.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na variável de AACPD da ferrugem da soja apenas os dados obtidos no terço baixeiro das plantas tiveram normalidade ($p < 0,05$) no teste de Shapiro-Wilk, sendo também significativo na análise de variância ($p=0.023$, $CV= 22,64\%$), porém os tratamentos não tiveram diferenças estatísticas no teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados dos trifólios do terço médios e trifólios do terço superior são apresentados nos gráficos apenas com as médias obtidas, devido à falta de normalidade dos dados (Figura 1).

Tabela 1. Relação de produtos aplicados e a fenologia correspondente do momento da aplicação. *Bio-imune (*Bacillus subtilis*) / NHT XPT01 (Zinco + Moliddênio) / FOX (Trifloxtrobina + Protioconazol)

ID	Aplicações		
	V6	R1	R1+20
T1	Testemunha (Água)	Testemunha (Água)	Testemunha (Água)
T2	Bio-Imune	Bio-Imune	Bio-Imune
T3	Bio-Imune + FOX	Bio-Imune + FOX	Bio-Imune + FOX
T4	NHT XPT01 + Bio-Imune	NHT XPT01 + Bio-Imune	NHT XPT01 + Bio-Imune
T5	Bio-Imune + FOX	FOX	FOX
T6	Bio-Imune + FOX	Bio-Imune	Bio-Imune
T7	NHT XPT01 + Bio-Imune	NHT XPT01	NHT XPT01
T8	NHT XPT01 + Bio-Imune	Bio-Imune	Bio-Imune
T9	FOX	Bio-Imune + FOX	Bio-Imune + FOX
T10	FOX	FOX	FOX
T11	NHT XPT01	NHT XPT01 + Bio-Imune	NHT XPT01 + Bio-Imune
T12	NHT XPT01	NHT XPT01	NHT XPT01

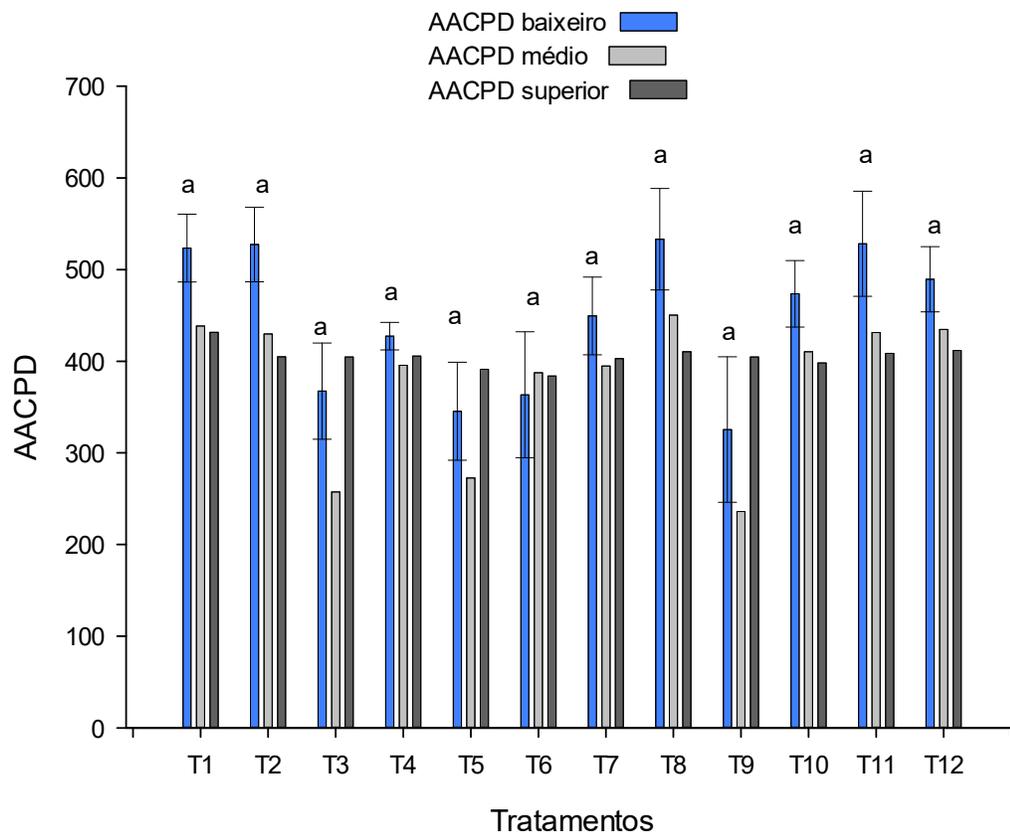


Figura 1A. Área Abaixo da curva de Progresso da severidade (AACPD) para terço baixo, médio e superior obtida da severidade da ferrugem em cinco avaliações.

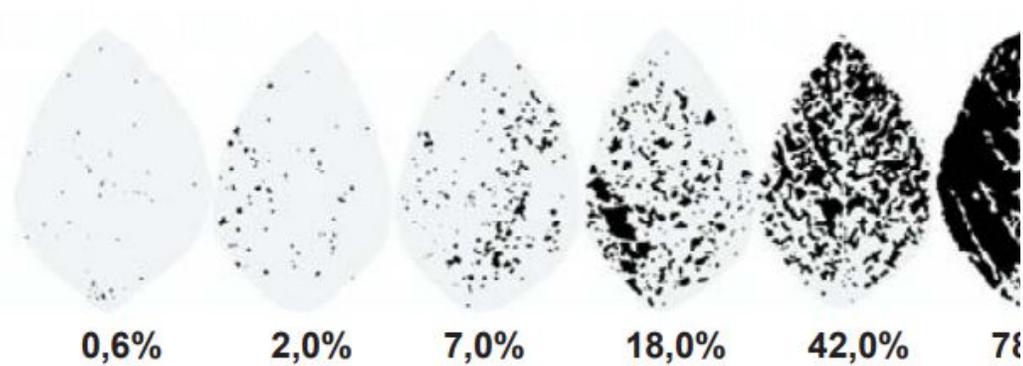


Figura 1B. Escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006) para severidade da ferrugem em folha de soja. Valores obtidos em relação a área lesionada pela doença.

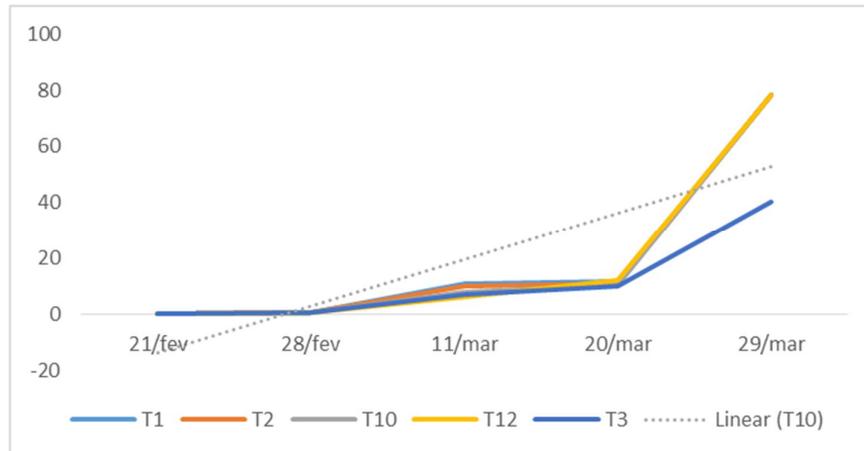


Figura 2A. Comparação dos tratamentos aplicados de forma isolados ao tratamento T3 (três aplicações combinadas de Bio-Imune + FOX)

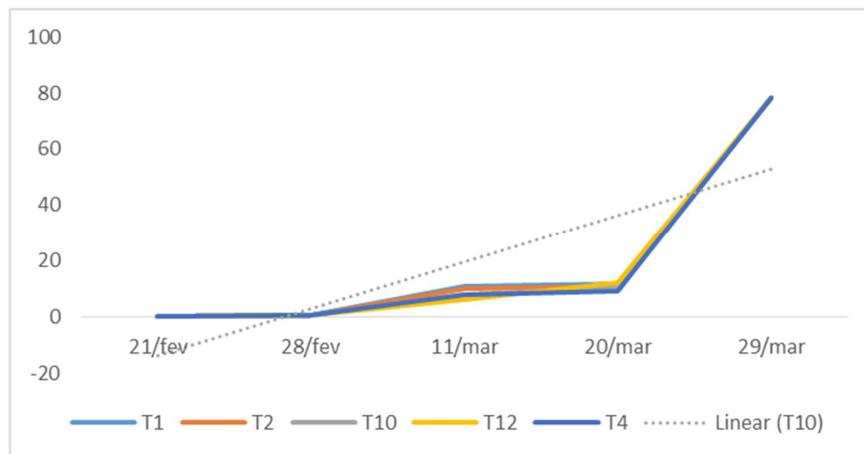


Figura 2B. Comparação dos tratamentos aplicados de forma isolados ao tratamento T4 (três aplicações combinadas de NHT XPT01 + Bio-Imune)

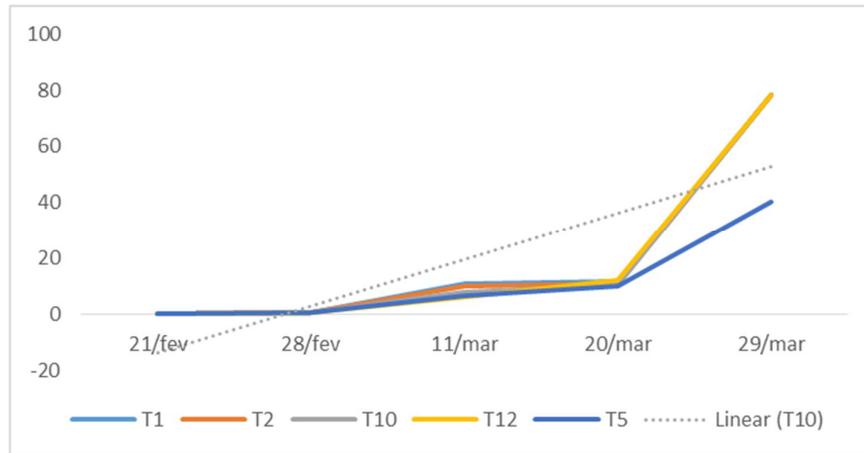


Figura 2C. Comparação dos tratamentos aplicados de forma isolados ao tratamento T5 (1° Bio-Imune + FOX, 2/3° FOX).

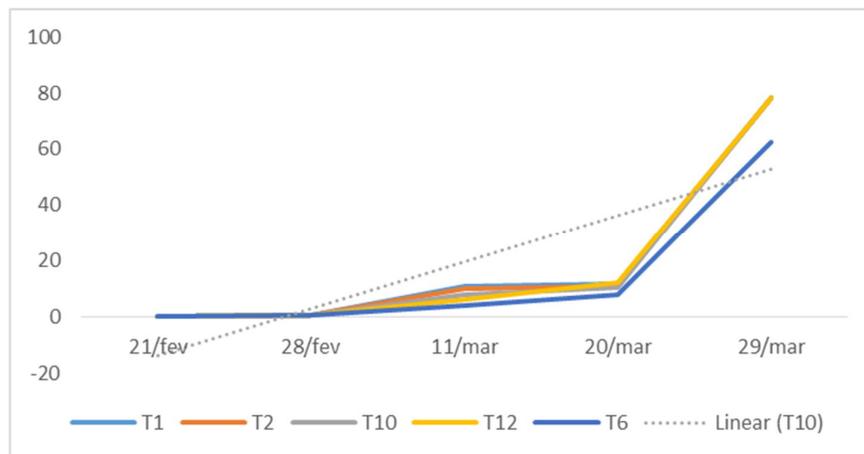


Figura 2D. Comparação dos tratamentos aplicados de forma isolados ao tratamento T6 (1° Bio-Imune + FOX, 2/3° Bio-imune)

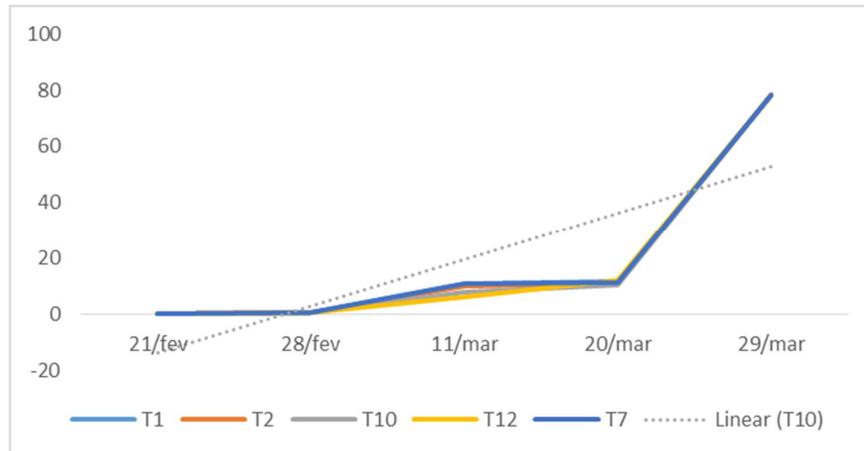


Figura 2E. Comparação dos tratamentos aplicados de forma isolados ao tratamento T7 (1° NHT XPT01 + Bio-Imune, 2/3° NHT XPT01)

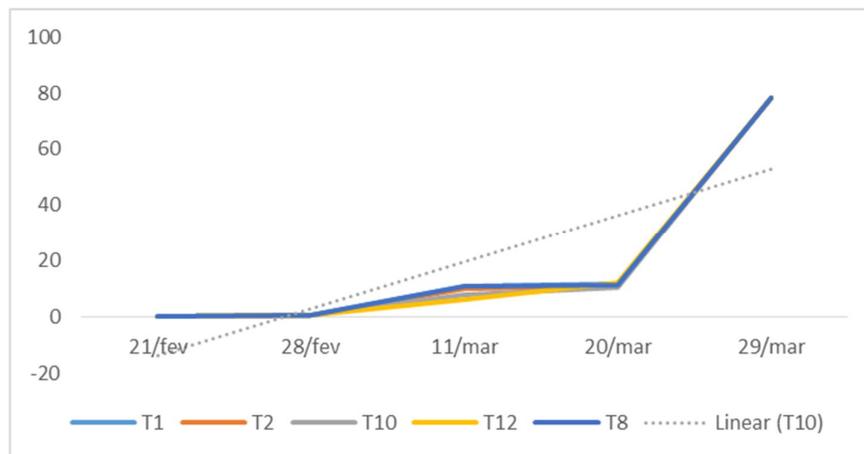


Figura 2F. Comparação dos tratamentos aplicados de forma isolados ao tratamento T8 (1° NHT XPT01 + Bio-Imune, 2/3° Bio-Imune).

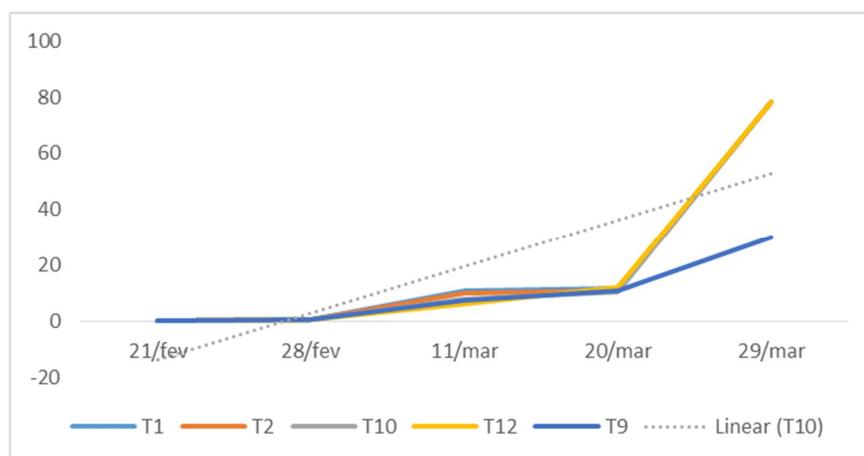


Figura 2G. Comparação dos tratamentos aplicados de forma isolados ao tratamento T9 (1° FOX, 2/3° Bio-Imune + FOX).

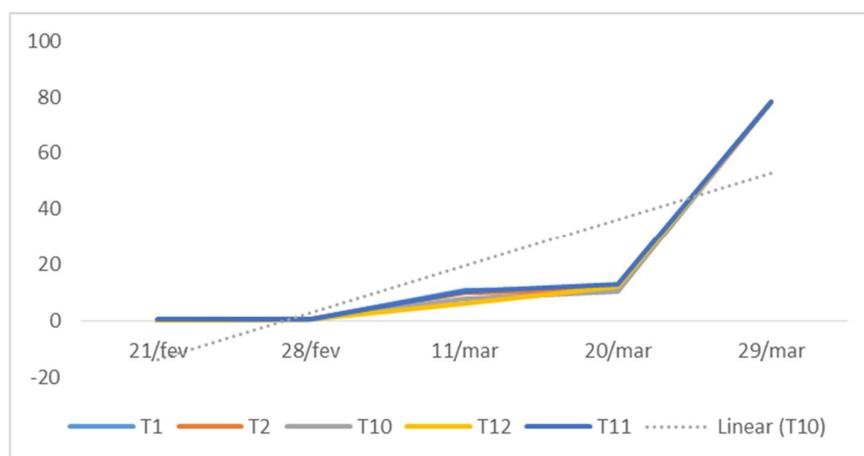


Figura 2H. Comparação dos tratamentos aplicados de forma isolados ao tratamento T11 (NHT XPT01, 2/3° NHT XPT01+Bio-Imune).

Entretanto, quando foram comparados os tratamentos sem as médias integralizadas de severidade (AACPD) no momento aferido sem acumular os valores, houve tratamentos mais eficientes na redução da severidade da ferrugem do baixeiro, principalmente entre as combinações. O tratamento 3, com três aplicações combinadas de Bio-Imune + FOX, o tratamento 5, com uma pulverização de Bio-Imune + FOX e duas de FOX e o tratamento 9, pulverizado uma vez com FOX e duas Bio-Imune + FOX foram os melhores em reduzir a severidade da doença no terço baixeiro quando comparados aos tratamentos aplicados isoladamente (Figura 2). Assim, comparando estes três tratamentos pelo seu valor efetivo a combinação com maior redução da severidade da ferrugem

avaliada nesse experimento foi com a primeira aplicação do fungicida FOX e a segunda e terceira aplicação da mistura de FOX + Bio-Imune (Figura 3).

O uso intensivo de fungicidas no controle da ferrugem da soja pode ter acelerado a insensibilidade das populações de *P. pachyrhizi* aos fungicidas. Existem diversos trabalhos na literatura descrevendo a eficiência da mistura de mais de um ingrediente ativo para o controle dessa ferrugem, entretanto faltam trabalhos que utilizam concomitantemente controles biológicos e fungicidas. Entre os estudos com controle químico Araújo et al. (2012), estudou o fluquinconazol no tratamento de semente de soja, para o manejo da ferrugem asiática associado a diferentes fungicidas na parte aérea. Em todos os experimentos realizados os fungicidas aplicados via foliar foram eficientes no manejo da ferrugem da soja, mas a incorporação de fluquinconazol não aumentou significativamente o controle do fungo *P. pachyrhizi*, uma vez que não retardou o aparecimento da doença nem acarretou ganhos significativos de produtividade.

Alves e Juliatti (2018) também avaliaram o incremento na produtividade proporcionado pela aplicação de mancozebe combinado com outros fungicidas. Para isso os autores utilizaram 14 tratamentos. Concluindo que a adição de mancozebe às misturas fluxapiraxade + piraclostrobina, azoxistrobina + benzovindiflupir, trifloxistrobina + protioconazol e tebuconazol + picoxistrobina potencializou o controle da ferrugem. Em adição a isso, o mancozebe eleva a concentração dos pigmentos fotossintetizantes quando adicionado à mistura azoxistrobina + tebuconazol + difenoconazol, conseqüentemente aumenta a concentração de clorofila; e adicionado à fluxapiraxade + piraclostrobina elevou a eficiência intrínseca no uso da água e a M1000G 20.

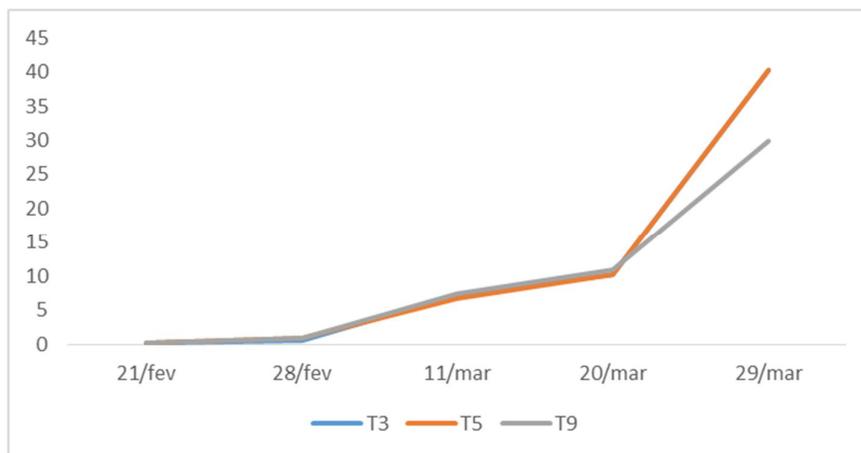


Figura 3. Comparação das médias de severidade entre os melhores tratamentos (T3, T5 e T9) na redução da severidade da ferrugem da soja.

Atualmente, o manejo para a ferrugem asiática é feito com aplicação de fungicidas protetores em mistura com triazóis, estrobilurinas e carboxamidas, entretanto é importante diminuir o uso desses controles químicos e buscar novos métodos de controle. A resistência às doenças das plantas é guiada pela genética do hospedeiro, no entanto, cultivares resistentes podem ser menos produtivas em relação às suscetíveis, exigindo a aplicação de fungicidas para o controle de doenças. Uma estratégia para reduzir o uso de fungicidas e fortalecer as barreiras de defesa dessas cultivares é por meio do manejo da nutrição das plantas (Roemheld e Marschner 1991). Micronutrientes, como B, Zn, Cu e Mn são responsáveis por ativar as respostas de defesa da planta, destacando-se a produção de fenóis, ligninas, quinonas e taninos, flavonóides, entre outros metabólitos secundários (Graham e Webb 1991). Outra alternativa, potencial para o gerenciamento de doenças são os elementos de aplicação como Ni, Ti, Al, Ce, Mo e Ag. Pois o papel que os compostos inorgânicos não essenciais podem desempenhar na ativação dos mecanismos de defesa do hospedeiro permanece amplamente inexplorado. Gabardo et al. (2020) testou os efeitos do uso de produtos alternativos e fungicidas, assim dois experimentos de campo foram realizados durante as safras 2013/2014 e 2014/2015. Os tratamentos para os experimentos foram: 1- controle (água); 2- acibenzolar-S-metil; 3- cálcio; 4 micronutrientes: cobre, manganês e zinco; 5-micronutrientes: manganês, zinco e molibdênio; 6- fertilizante NK; 7- *Ascophyllum nodosum* e 8-azoxistrobina + ciproconazol. Assim como no presente estudo nos dois experimentos, os produtos alternativos não tiveram efeito significativo sobre a ferrugem ou desfolhamento da soja

asiática. Apenas o tratamento com fungicida controlou a doença e diminuiu a desfoliação. Em contrapartida quando utilizado o controle químicos e biológicos juntos, o índice de desfolha teve variação.

Os tratamentos que apresentaram menor índice de desfolha na primeira avaliação (29/03) foram os tratamentos T3, T5, T6 e T9. Enquanto que na segunda avaliação (05/04) apenas os tratamentos T9 e T3 ainda apresentam área foliar visível. Esse resultado indica a importância de se conciliar produtos, pois diminuir uma aplicação de fungicida já é economicamente e ambientalmente viável.

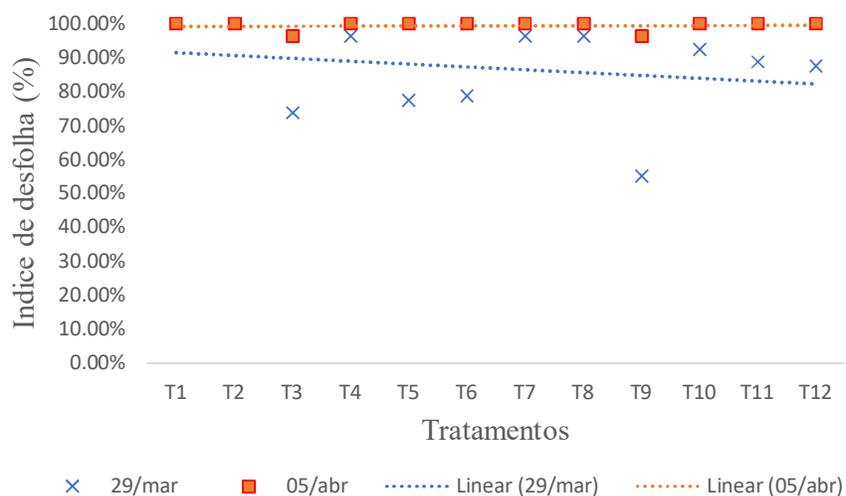


Figura 4A. Relação do índice de desfolha em duas avaliações no final do ciclo da soja.

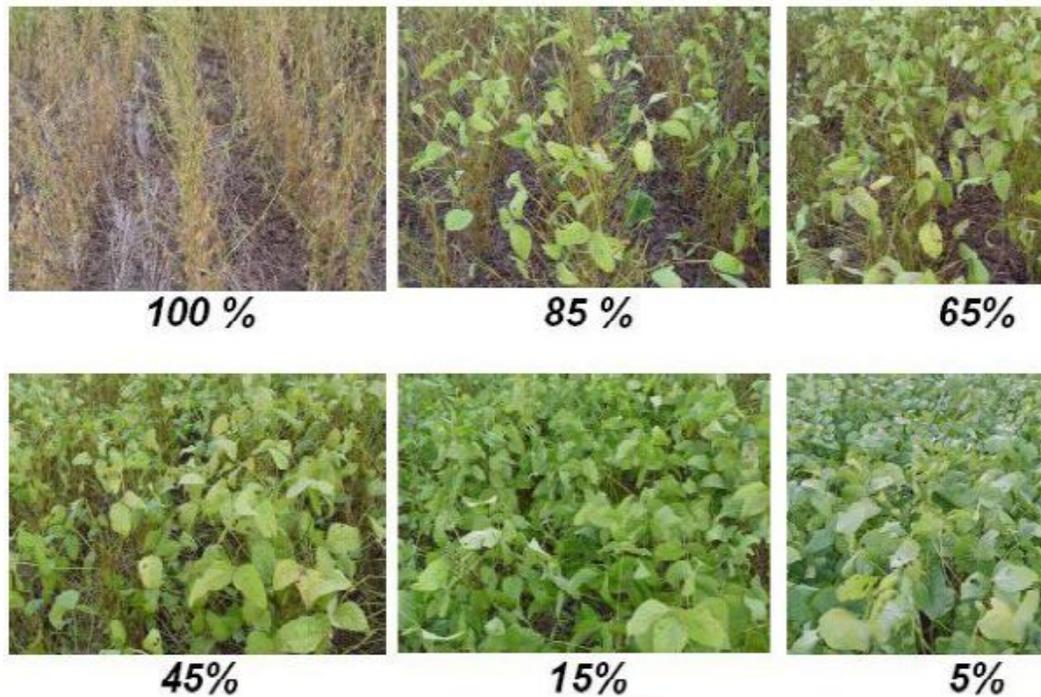


Figura 4B. Escala diagramática de desfolha proposta por Hirano et al. (2010) como estimativa a perdas relacionadas a doenças na soja. Valores obtidos em relação a perda (%) de área foliar.

Para a severidade da Antracnose nas vagens de soja não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para os tratamentos (Figura 5). Porém é visível que as maiores reduções na incidência desta doença foram para os tratamentos T4 (três aplicações combinadas de NHT XPT01 + Bio-Imune) e T6 (1º Bio-Imune + FOX, 2/3º Bio-imune).

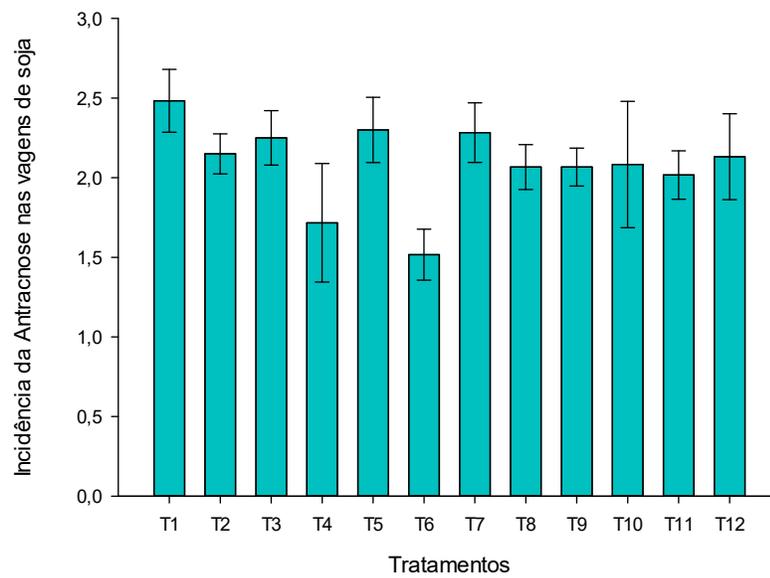


Figura 5A. Incidência da Antracnose (*C. truncatum*) nas vagens de soja em diferentes tratamentos.



Figura 5B. Escala diagramática adaptada para cultura da soja, proposta por por Feijó et al. 2017; para a incidência de *Colletotrichum lindemuthianum* adaptada para avaliação de *C. truncatum*.

Em relação à produtividade não houve diferença significativa para os tratamentos ($P = 0,605$) (Figura 6). Para Gabardo et al. (2020) o mesmo foi observado, não houve diferenças entre os tratamentos alternativos, entretanto quando o autor utilizou apenas fungicidas houve um incremento na produtividade.

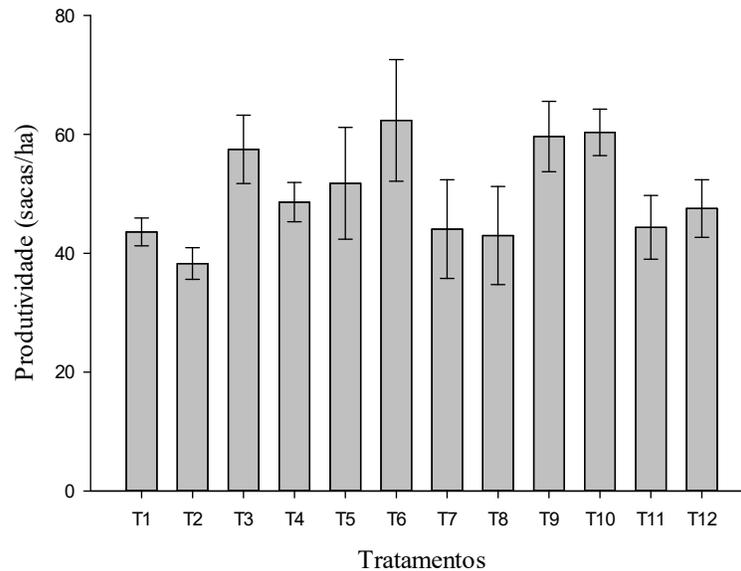


Figura 6. Produtividade dos grãos de soja (sacas/ha) entre os tratamentos.

5. CONCLUSÕES

Os melhores resultados para as doenças avaliadas estão nas combinações entre fungicida e Bio-Imune. Sendo que o melhor tratamento no controle da ferrugem foi com a primeira aplicação de FOX e a segunda/terceira com Bio-Imune + FOX. Enquanto que para antracnose o melhor tratamento foi com a primeira aplicação de Bio-Imune + FOX e a segunda/terceira com Bio-imune, além disso, essa mesma combinação também rendeu maiores valores de produtividade dentre os demais tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMI, P., et al. Eficiência de fungicidas no controle da antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*) da soja (*Glicine max*). **Synergismus scyentifica**, v. 1, n. 4, p. 22-28, 2006.
- ALMEIDA, A. M. R., et al. Doenças da soja. In: KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J. A. M. et al. **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ceres, v. 2, cap. 64, p. 569 – 588, 2005.
- 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.
- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A. A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 21, n. 8, p. 1639- 1645, 2005.
- BALARDIN, R. S. **Doenças da Soja**. Santa Maria: Edição do Autor, 100p., 2002.
- BATTISTI, R., et al. Soybean yield gap in the areas of yield contest in Brazil. **International Journal of Plant Production**, v. 12, n. 3, p. 159-168, 2018.
- BEGUM, M. M., et al. Field performance of bio-primed seeds to suppress *Colletotrichum truncatum* causing damping-off and seedling stand of soybean. **Biological Control**, v. 53, n. 1, p. 18-23, 2010.
- BROMFIELD, K. R. Soybean rust. **American Phytopathological Society**, 1984.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos: sexto levantamento, março 2021 – safra 2020/2021**. :Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos: oitavo levantamento, maio 2019 – safra 2018/2019**. :Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2019. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253> >. Acesso em: 16 mar. 2021.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. D.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- DORIGHELLO, D. V., et al. Controlling Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) with *Bacillus* spp. and coffee oil. **Crop Protection**, v. 67, p. 59-65, 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Primeira cultivar de soja com resistência à ferrugem chega ao mercado - **Portal Embrapa**, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000. Londrina. Embrapa Soja (**Embrapa Soja. Documentos, 131**), 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de Produção:** Cultivo de Soja no Cerrado de Roraima. 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerradodeRoraima/clima.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil, 2013 e 2014. Londrina, 265 p. (**Embrapa Soja, Sistemas de Produção, 16**), 2013.

FEIJÓ, F. M., et al. Análise de escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de feijão-fava. **Revista Ciência Agrícola**, v. 15, n. 1, p. 43-51, 2017.

GABARDO, G., et al. Produtos alternativos no controle da ferrugem asiática da soja e sua influência no desfolhamento, produtividade e componentes de rendimento. **Summa Phytopathologica**, v. 46, n. 2, p. 98-104, 2020.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R.D. Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Phomopsis sojae* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 40-46, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sp/v33n1/06.pdf>

GODOY, C. V., et al. Eficiência de fungicidas multissítios e fertilizantes no controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 7p. **Circular Técnica**, 113, 2015.

GODOY, C. V., et al. Eficiência de fungicidas multissítios no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2017/18: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja. **Circular Técnica**, 2018.

GODOY, C. V., et al. Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/2007: resultados sumarizados dos ensaios em rede. Londrina: Embrapa Soja, 8 p. **Circular técnica**, 2007.

GODOY, C. V., et al. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. In: Embrapa Soja- Artigo em anais de congresso (ALICE). **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, n. 1, p. 56-61, 2009.

GOULART, A. C. P. Detecção e controle químico de *Colletotrichum* em sementes de soja e algodão. **Embrapa Agropecuária Oeste-Documentos**, 2009.

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

HADDAD, F., et al. Biological control of coffee rust by antagonistic bacteria under field conditions in Brazil. **Biological Control** 49:114–119, 2009.

HARTMAN, G. L.; SIKORA, E. J.; RUPE, J. C. Rust. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. (Ed.). Compendium of soybean diseases and pests. **American Phytopathological Society**, p.56-58, 2015.

HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. Londrina: **Embrapa soja**, 52 p., 2005.

- HENNING, A. A., et al. **Manual de Identificação de Doenças de Soja**. Londrina: Embrapa soja, 73 p., 2009.
- HIRAKURI, M. H. **Impactos econômicos de estresses bióticos e abióticos na produção da soja**. Londrina: Circular Técnica 105- Embrapa, 2014.
- KILIAN, M., et al. FZB24® *Bacillus subtilis*—mode of action of a microbial agent enhancing plant vitality. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, v. 1, n. 0, p. 1, 2000.
- KLINGELFUSS, L. H.; YORINORI, J. T. Infecção latente de *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 158-164, 2001.
- KLOSOWSKI, A. C., et al. Detection of the F129L mutation in the cytochrome b gene in *Phakopsora pachyrhizi*. **Pest management science**, v. 72, n. 6, p. 1211-1215, 2016.
- KUPPER, K. C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 251-257, 2003.
- LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica. Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, p. 12-20, 2010.
- MOHAMMADI, P. P., et al. Organ-specific proteomic analysis of drought-stressed soybean seedlings. **Journal of Proteomics**. v. 75, p. 1906-1923, 2012.
- MORAES, M. **Sistema agrometeorológico de previsão para ferrugem asiática da soja**. Trabalho de conclusão de curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018.
- MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, p. 7-14, 2009.
- MOREL, W.; YORINORI, J. T. Situación de la roya de la soja en el Paraguay. Centro Regional de Investigación Agrícola-CRIA, Capitan Miranda. (**Boletín Divulgativo**, 44). 4 p., 2002
- NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. Características da Soja. Embrapa CNPSo. Ono Y, Buriticá P, Hennen JF, 1992. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. **Mycological Research**, v. 26, p. 825–850, 2008.
- PEREIRA, C. E., et al. Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum*. **Ciência Rural**, v. 39, n.9, p. 2390-2395, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ct/v39n9/a387cr1431.pdf>
- REIS, E. M., et al. **Ferrugem asiática. In: Doenças da soja**. Passo Fundo: Berthier, cap. 3, p. 69-101. 2012.
- REIS, E. M., et al. Decomposition of corn and soybean residues under field conditions and their role as inoculum source. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n.1, p. 65-67, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sp/v37n1/v37n1a11.pdf>
- REIS, E. M.; CASA, R.T.; MEDEIROS, C.A. Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno. Londrina. MC Gráfica Ltda, 94p., 2001.

- ROCHA, B. G. R., et al. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**. v.41. n.2, 2018.
- SBALCHEIRO, C. C. Ação do biocontrolador com atividade de indução de resistência no controle do crestamento bacteriano comum do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Tese de Doutorado**. UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO, 2006.
- SCHMITZ, H. K., et al. Sensitivity of *Phakopsora pachyrhizi* towards quinone-outside-inhibitors and demethylation-inhibitors, and corresponding resistance mechanisms. **Pest management science**, v. 70, n. 3, p. 378-388, 2014.
- SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Floresta**, v. 30, n. 1-2, p. 129-137, 2000.
- SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v.67 p.1051-1056, 1977.
- SILVA, K. S., et al. Atividade antagonica in vitro de isolados de *Trichoderma* spp. Ao fungo *Phytophthora citrophthora*. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 749-753, 2008.
- SILVA, O. C. Dano e controle do complexo de doenças foliares da soja. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA, **Resumo de palestras**. Passo Fundo: Aldeia Norte, p. 55-59, 2002.
- SIMÕES, K., et al. First detection of a SDH variant with reduced SDHI sensitivity in *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 125, n. 1, p. 21-26, 2018.
- TWIZEYIMANA, M.; HARTMAN, G. L. Effect of Selected Biopesticides in Reducing Soybean Rust (*Phakopsora pachyrhizi*) Development. **Plant Disease**, 2019.
- YORINORI, J. T.; LAZZAROTO, J. J. Situação da Ferrugem Asiática da soja no Brasil e na América do Sul, **Documentos 236**, Embrapa, Londrina, PR, 28 p., 2004.
- YORINORI, J. T. Soja (*Glycine max* (L.) Merrill): controle de doenças. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de Doenças de Plantas: Grandes Culturas**. v. 2, p. 953-1023, Viçosa: UFV, 1997.
- YORINORI, J. T.; YUYAMA, M. M.; SIQUERI, F. V. **Doenças da soja**. Boletim de Pesquisa de Soja, vol.1, n.14. Mato Grosso: Fundação Mato Grosso, p. 218-274, 2010.
- YUEN, G. Y., et al. Bean rust biological control using bacterial agents. **Crop Protection**, v. 20, p. 395–402, 2001.