

INSTITUTO FEDERAL

Goiano

Campus Rio Verde

BACHAREL EM AGRONOMIA

**SELEÇÃO DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DE
FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA
(*Glycine max*)**

LUCAS CARREIRA DE ANDRADE

Rio Verde, GO

2020

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE**

CURSO SUPERIOR DE AGRONOMIA

**SELEÇÃO DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DE
FERRUGEM ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA
(*Glycine max*)**

LUCAS CARREIRA DE ANDRADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio
Verde, como requisito parcial para a obtenção
do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine

Rio Verde – GO

Fevereiro, 2020

LUCAS CARREIRA DE ANDRADE

SELEÇÃO DE FUNGICIDAS PARA CONTROLE DE FERRUGEM
ASIÁTICA NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)

Trabalho de Curso DEFENDIDO e Aprovado em 12 de fevereiro de
2020, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Luiz Fernando Ribeiro Júnior

Eng. Agr. Luiz Fernando Ribeiro Júnior

GAPES – Grupo Associado de Pesquisa
do Sudoeste Goiano

Eide Pulcena de Souza

Eng. Agr. Eide Pulcena de Souza

Laboratório de Fitopatologia – IF Goiano
Campus Rio Verde

Alaerson Maia Geraldine

Prof. Dr. Alaerson Maia Geraldine

Orientador

IF Goiano – Campus Rio Verde

Rio Verde - GO
Fevereiro, 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

A553s Andrade, Lucas Carreira de
 Seleção de Fungicidas para Controle de Ferrugem
 Asiática na Cultura da Soja / Lucas Carreira de
 Andrade; orientador Alaerson Maia Geraldine. -- Rio
 Verde, 2020.
 28 p.

 Monografia (em Agronomia) -- Instituto Federal
 Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

 1. Severidade. 2. Phakopsora pachyrhizi. 3.
 Controle Químico. I. Geraldine, Alaerson Maia,
 orient. II. Título.

RESUMO

ANDRADE, Lucas Carreira. **Seleção de Fungicidas para Controle de Ferrugem Asiática na Cultura da Soja (*Glycine max.*)**. 2020. 28 p. Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO, 2019.

Uma das principais dificuldades que chegam a limitar o potencial produtivo da cultura da soja são as doenças geralmente causadas por fungos. Este trabalho objetivou-se avaliar a eficiência de 19 princípios ativos no controle químico da Ferrugem Asiática da Soja (*Phakopsora pachyrhizi*). O experimento foi conduzido no Centro de Inovação e Tecnologia GAPES (CIT GAPES), localizado na cidade de Rio Verde – GO durante a safra 2018/19. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados 17 tratamentos, no qual se realizou uma aplicação padrão na primeira e segunda aplicação para todos os tratamentos (exceto testemunha), sendo Ativum para a primeira aplicação em V8, com um intervalo de 14 dias Elatus + Score para a segunda aplicação e 14 dias após a segunda variou-se a terceira utilizando os seguintes fungicidas: Aproach Prima, Unizeb Gold, Fusão + Approve, Sphere Max, Orkestra, Score + Unizeb Gold, Unizeb Glory, Cypress, Triziman, Cronnos, Fezan Gold, Cypress + Bravonil 720, Carbomax, Rivax, Versatilis + Status. Para a avaliação coletou-se 10 folhas ao acaso, das linhas centrais de plantio para avaliação da severidade da ferrugem nos terços inferior e médio a partir da primeira aplicação seguida de 7 em 7 dias. Os tratamentos que apresentaram melhores produtividades foram: 12 – Cronnos ($54,22 \text{ sc.ha}^{-1}$), 11 – Triziman ($52,75 \text{ sc.ha}^{-1}$), 5 – Fusão + Aprove ($51,60 \text{ sc.ha}^{-1}$) e 3 – Aproach Prima ($50,75 \text{ sc.ha}^{-1}$).

Palavras-chave: Severidade, *Phakopsora pachyrhizi*, controle químico.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica da área experimental nas profundidades de 0 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m.	14
Tabela 2. Produtos utilizados para a terceira aplicação de fungicidas no ensaio experimental.	15
Tabela 3. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de ferrugem asiática da soja.....	20
Tabela 4. Produtividade média em sacas por hectare dos tratamentos avaliados.....	23

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados meteorológicos do período de condução do experimento: pluviometria (mm), temperatura média (°C) e radiação (kJ/m²). (Fonte: Estação Meteorológica CIT GAPES). 13
- Figura 2.** Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem asiática da soja (GODOY et al. 2006). 16
- Figura 3.** Severidade da ferrugem asiática da soja em função da data das avaliações dos tratamentos. 18
- Figura 4.** Porcentagem de controle da ferrugem asiática da soja em função da aplicação de fungicidas para os tratamentos avaliados. 21
- Figura 5.** Porcentagem de desfolha dos tratamentos avaliados em função da aplicação de fungicidas. 22
- Figura 6.** Correlação entre severidade da doença e produtividade em função da aplicação de fungicidas para o controle de ferrugem asiática da soja na safra 2018/19 em Rio Verde – GO. 24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Cultura da soja.....	10
2.2 Ferrugem asiática da soja	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÕES.....	25
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
7 ANEXOS	28

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas mais importantes relacionada a economia mundial. Seus grãos são destinados para agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. E também é muito utilizada como fonte alternativa para produção de bicomcombustível.

De acordo com os levantamentos da safra de grãos 2018/2019 (CONAB, 2019), a área de cultivo com a oleaginosa chegou a 35.821,40 mil hectares, correspondendo 0,1% de aumento quando comparado ao ano safra anterior. Goiás se encontra à frente com crescimento atingindo na safra 2018/2019 uma área de 3.487,1 mil hectares, que corresponde 2,69% de aumento (CONAB, 2018).

Uma das principais dificuldades que chegam a limitar o potencial produtivo da cultura da soja são as doenças que podem ser causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus. A ferrugem asiática da soja, doença causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é uma das principais doenças que acometem a cultura desde o seu aparecimento no Brasil, na safra 2001/02, trazendo perdas significativas de produtividade em todas as regiões onde a cultura está presente.

A sintomatologia inicial da doença é caracterizada por lesões pequenas, de aspecto encharcado, que gradualmente aumentam em tamanho, tornando-se cinzas a castanhas ou marrons. São lesões que podem aparecer nos pecíolos, vagens, ramos, no entanto são mais abundantes nas folhas, principalmente na superfície inferior.

A disseminação da doença se dá em áreas de pouco manejo preventivo e com condições climáticas favoráveis, a ferrugem asiática da soja evolui rapidamente, podendo trazer consequências rigorosas à produção. A diminuição da produtividade decorrente da ferrugem se deve à queda prematura das folhas, abortamento das flores e vagens e deficiência na granação (YASSUE, 2018).

São utilizadas algumas estratégias para o controle como a utilização de cultivares precoces, semeadas no início da época recomendada para cada região; evitar o prolongamento do período de semeadura; monitorar constantemente as lavouras; e observar se há condições de temperatura (14 a 28°C) e umidade relativa favoráveis ao patógeno (YORINORI & WILFRIDO, 2002). Em cultivares de ciclo precoce, os fungos têm menos tempo para causar redução da produtividade.

Têm sido abordado bastante sobre resistência genética para diminuir a incidência da doença. Entretanto quando a doença já se encontra instalada na área a forma mais eficaz de

tratar é por meio do manejo químico com uso de fungicidas. Neste contexto o seguinte trabalho objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes princípios ativos para o controle da ferrugem asiática da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da soja

A cultura da soja é originária do nordeste da Ásia e conseqüentemente sua domesticação foi dada na mesma área, sua disseminação para os demais continentes se deu pelas navegações. No Brasil, o primeiro relato sobre o surgimento da soja foi no ano de 1882, no estado da Bahia (BLACK, 2000). Logo, foi levada por imigrantes japoneses para São Paulo, e somente, em 1914, a soja foi introduzida no estado do Rio Grande do Sul, sendo este por fim, o lugar onde as variedades trazidas dos Estados Unidos, melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, principalmente em relação ao fotoperíodo (BONETTI, 1981).

É uma cultura comercializada e distribuída interna e externamente, com importância mundial envolvendo hoje milhares de empresas, desde pequenos revendedores de insumos a grandes transnacionais. Devido aos mercados sólidos estabelecidos para os seus produtos derivados, farelo e óleo, que entram na alimentação de animais e seres humanos, contando com um vasto catálogo de produtos derivados, com uma prateleira de mercado com mais de 200 derivados, o setor energético, e o óleo de soja é o principal responsável pelo sucesso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), suprimindo mais de 70% da produção nacional de bicomustível (HIRAKURI et al., 2014).

Este crescente avanço, tem sido impulsionado tanto pelo aumento da área semeada, quanto pela melhoria no cultivo decorrente a aplicação de técnicas avançadas de manejo, que tem dado conseqüências positivas relacionadas ao incremento na produtividade.

Um dos fatores de destaque que contribuiu para a expansão da soja no Brasil foi a implantação do manejo integrado de pragas, com intuito de controlar os principais insetos causadores de patógenos na cultura. Outro marco de grande importância foi o início do uso de fungicidas que se deu a partir da década de 90 para o controle das principais doenças (FREITAS, 2011).

Grande parte do sucesso da leguminosa no Brasil se deu pelo desenvolvimento de variedades resistentes a algumas doenças que acometem a cultura. Na atualidade, são listadas mais de 100 doenças na cultura da soja (SINCLAIR & BACKMAN, 1989), das quais aproximadamente 50 já foram identificadas no Brasil.

A ocorrência de doenças causa danos econômicos a cultura que podem variar de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. Os danos anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15-20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar danos de quase 80% (EMBRAPA, 2009).

2.2 Ferrugem asiática da soja

A ferrugem asiática é considerada uma das doenças com maior impacto destrutivo e que causa maiores danos em várias espécies de plantas da família Fabaceae, onde a soja vem se destacando (GARCIA, et al., 2018). É uma doença causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, que interfere na fotossíntese das plantas, provoca desfolha prematura, o que acaba por afetar significativamente o rendimento dos grãos e o teor de proteína dos mesmos (KIMATI, 1995).

Foi relatada pela primeira vez no Brasil no Estado do Paraná com rápida disseminação para os demais Estados do Brasil. Logo, na safra de 2002, a doença foi relatada em Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, já na safra seguinte 2003/04 ocorreu disseminação generalizada em quase todo o País, resultando em grandes prejuízos (YORINORI et al., 2005).

É uma doença disseminada pelo vento e não por sementes (SANTOS, 1995). Os danos causados pela doença são influenciados pelas condições climáticas, aspectos genéticos das cultivares, manejo cultural e fitotécnico da cultura e pelo conjunto de fatores relacionados ao controle químico (GASSEM, 2005).

De acordo com SINCLAIR & BACKMAN (1989), as epidemias mais severas de ferrugem foram observadas em áreas onde as temperaturas médias diárias são menores que 28°C, com precipitações ou longos períodos de molhamento foliar ocorrendo por toda a safra. A faixa de temperatura ótima para infecção é de 20 a 25°C. Quanto maior a duração do molhamento foliar, maiores as chances infecção.

Essa doença foi relatada no pela primeira vez no Brasil na safra 2000/01, e desde a sua primeira ocorrência tem causado inúmeros danos econômicos, registrando perdas de rendimento de até 80% (SOARES et al., 2004).

A sintomatologia inicial da doença é determinada pelo aparecimento de pequenas lesões foliares, e mudança de coloração variando de castanha a marrom-escuro. Na face inferior da folha, pode-se observar urédias que se rompem e liberam os uredósporos. Plantas severamente infectadas apresentam desfolha precoce, que compromete a formação, o enchimento de vagens e o peso final do grão (NASCIMENTO et al., 2018). O fungo causador da doença é um parasita biotrófico, ou seja, ele depende nutricionalmente dos tecidos vivos das plantas, no qual extraem nutrientes necessários para realizar seu ciclo de vida (REIS et al., 2006).

2.3 Importância do controle químico de doenças

Na atualidade o controle da ferrugem asiática da soja se dá pela ação conjunta de técnicas de medidas preventivas. Entretanto quando a doença já se encontra presente na área, o controle químico com fungicidas é, até o momento, a melhor escolha de método de controle. Sendo então eficientemente controlada com o uso de fungicidas dos grupos dos triazóis e estrobilurinas e com determinadas misturas (Godoy & Canteri, 2004).

Pavan et al., (2018, p. 11) em seus estudos afirmam que “é através da respiração que o fungo se mantém vivo na planta, sendo fundamental optar por produtos que agem no início da infecção da folha, pois quanto antes for impedida a entrada do patógeno menos danos serão causados a cultura”.

É então de grande importância as informações sobre fungicidas utilizados para o controle da doença, para orientar de forma correta a metodologia de uso dos mesmos no campo. O uso de químicos para o controle é realizado utilizando fungicidas com sítio-específico, com atuação específica em um único ponto do metabolismo do fungo, e vários sítios, que atuam em diversas funções metabólicas do fungo (MCGRATH, 2004). Os fungicidas possuem diferentes modos de ação e para isso tem se utilizado três sítios específicos, sendo os inibidores da desmetilação os triazóis, os inibidores da quinona externa, as estrobirulinas e os inibidores da succinatodesidrogenase que são as carboxinamidas (GODOY et al., 2007).

Segundo (FORCELINI, 2003), os uso de fungicidas têm sua eficácia muito reduzida quando aplicados após o estabelecimento da ferrugem. Diante de resultados obtidos por ANDRADE E ANDRADE (2002), no controle químico da ferrugem asiática, foi diagnosticado um atraso de sete dias na aplicação do fungicida (após a detecção da doença), já é suficiente para um aumento na desfolha de 82%, em relação às parcelas submetidas ao tratamento fungicida efetuado quando do aparecimento da doença.

Neste contexto ainda não existe no Brasil um critério com base científica para o início do controle da doença. A aplicação preventiva deve ser adotada caso ocorra casos na região e as condições climáticas estejam favoráveis para o desenvolvimento. Sendo que fator mais importante para a prevenção seja a monitoração da lavoura para diagnosticar a doença precocemente (HOFFMANN, 2003).

Os métodos químicos são formulados em uma calda de pulverização que normalmente além do fungicida escolhido, usam-se adjuvantes e água, nos quais devem ser escolhidos com bastante cuidado, para não afetar a eficiência do fungicida (RAI & KITTRICH, 1989).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Inovação e Tecnologia (CIT), do GAPES (Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano), no município de Rio Verde, GO, nas coordenadas 17°48'58'' latitude Sul e 50°55'36'' longitude Oeste e 751 m de altitude em relação ao nível do mar (Anexo A). A área destinada ao experimento é manejada com o sistema de plantio direto. O clima da região é do tipo Aw (Köppen-Geiger) – tropical, com chuvas concentradas no verão (outubro a abril) e um período seco bem definido durante a estação de inverno (maio a setembro). A temperatura média anual varia de 20°C a 35°C e as precipitações variam de 1500 a 1800 mm anuais. As condições climáticas, temperatura máxima e mínima, precipitação diária e radiação solar estão na Figura 1.

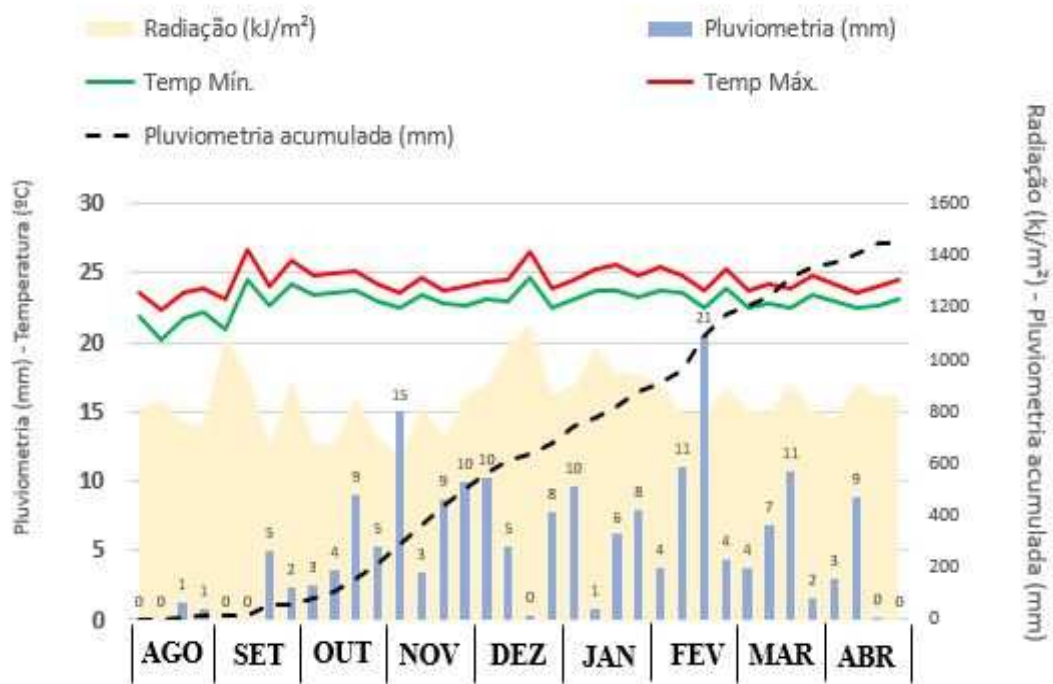


Figura 1. Dados meteorológicos do período de condução do experimento: pluviosidade (mm), temperatura média (°C) e radiação (kJ/m²). (Fonte: Estação Meteorológica CIT GAPES).

Para a instalação do experimento realizou-se toda a correção e adubação do solo de acordo com a recomendação baseada na análise química e granulométrica do solo (Tabela 1), sendo aplicado 1500 kg/ha de Gesso, distribuído à lanço no dia 21/08/2018 e também 500 kg/ha do formulado 00-20-20, distribuído à lanço no dia 20/09/2018.

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica da área experimental nas profundidades de 0 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m.

Fator	Unidade	Área 1	Área 2	Área 3
Prof.	cm	0-20	0-20	20-40
Argila	g/kg	425,00	ns	ns
MOS	g dm ⁻¹	36,00	ns	ns
CTC	cmolc/dm ³	6,17	5,02	4,24
P _{res}	mg/dm ³	8,30	5,90	4,50
pH		4,70	4,70	4,90
V	%	41,70	36,30	31,60
Ca	cmolc/dm ³	1,80	1,20	1,00
Sat_Ca	%	29,20	23,90	23,60
Mg	cmolc/dm ³	0,70	0,40	0,30
Sat_Mg	%	11,30	8,00	7,10
Rel_Ca_Mg		2,60	3,00	3,30
K	cmolc/dm ³	0,07	0,22	0,04
Sat_K	%	1,10	4,40	0,90
Al	cmolc/dm ³	0,00	ns	0,00
Sat_Al	%	0,00	ns	0,00
S	mg/dm ³	7,00	ns	12,00
B	mg/dm ³	0,24	ns	ns
Cu	mg/dm ³	1,08	ns	ns
Fe	mg/dm ³	20,00	ns	ns
Mn	mg/dm ³	4,46	ns	ns
Zn	mg/dm ³	0,99	ns	ns
H_Al	cmolc/dm ³	3,60	3,20	2,90
Sb	cmolc/dm ³	2,57	1,82	1,34
H+Al/T	%	58,30	63,70	68,40
K	mg/dm ³	27,00	86,00	16,00
Areia Total	g/kg	475,00	ns	ns
Silte	g/kg	100,00	ns	ns

O delineamento estatístico experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições de 17 tratamentos (Anexo B). Para todos os tratamentos, exceto a testemunha (não foi aplicado fungicida), a primeira e a segunda aplicação não se alteraram, mudando apenas os produtos para a terceira aplicação (Tabela 2). Sendo assim, para a primeira aplicação, em V8 (pré-fechamento / 40 DAP), foi utilizado 0,8 L.ha⁻¹ de Ativum (Epoxiconazol + Fluxapiraxade + Piraclostrobrina). Para a segunda aplicação, 54 DAP (14 dias após a primeira), utilizou-se 0,2 kg.ha⁻¹ de Elatus (Azoxistrobrina + Benzovindiflupir) junto de 0,3 L.ha⁻¹ de Score (Difenoconazole). Na terceira aplicação de fungicidas (Tabela 2) o tratamento 2, assim como a testemunha, não foi pulverizado.

Tabela 2. Produtos utilizados para a terceira aplicação de fungicidas no ensaio experimental.

Tratamento	Produto	Dose (g ou mL.f.p./ha)	Ingrediente Ativo (i.a)
1	Testemunha	-	-
2	-	-	-
3	Aproach Prima	300	Picoxistrobina + Ciproconazole
4	Unizeb Gold	1500	Mancozeb
5	Fusão + Aprove	580 + 600	Metominostrobin+Tebuconazole +Tiofanato+Metilico+Fluazinam
6	Sphere Max	200	Ciproconazol+Trifloxystrobin
7	Orkestra	350	Fluxapiroxade+Piraclostrobina
8	Score + Unizeb Gold	300 + 1500	Difenoconazole+Mancozeb
9	UnizebGlory	1500	Mancozeb+Azoxtrobina
10	Cypress	300	Difenoconazol+Ciproconazol
11	Triziman	2000	Azoxistrobina+Ciproconazole+ Mancozeb
12	Cronnos	2250	Mancozebe+Picoxistrobina+ Tebuconazole
13	Fezan Gold	2500	Tebuconazol+Clorotalonil
14	Cypress + Bravonil 720	300 + 1000	Propiconazol+Ciproconazol+ Clorotalonil
15	Carbomax	1500	Carbendazin
16	Rivax	1000	Carbendazin+Tebuconazol
17	Versatilis + Status	300 + 500	Fenpropimorfe+Oxicloreto de Cobre

*As aplicações que necessitavam de adição de qualquer adjuvante, foram atendidas conforme as recomendações da empresa.

Cada unidade experimental foi constituída de oito linhas com espaçamento de 0,5 m entre linhas e com 6 m de comprimento, totalizando 24 m² por parcela, 408m² por bloco e 1632 m² para todo o experimento. Foram descartados, bordadura, 0,50 m de cada extremidade e quatro linhas laterais (duas de cada lado da parcela).

As aplicações dos fungicidas foram realizadas utilizando um pulverizador costal pressurizado com CO₂, com uma barra de 3 m e pontas espaçadas 0,5 m entre si, com uma taxa de aplicação de 150 litros de calda por hectare.

Antes da implantação da cultura da soja, foram aplicados para pré dessecamento 2,5 L/ha de Roundup transorb + 0,8 L/ha de Select + 0,5 L/ha de Nimbus. Após o pré-dessecamento, foi realizada a semeadura de milho (*Pennisetum glaucum*) e antes da semeadura da soja, em plante-aplique, foram aplicados 1,5 L/ha de Gramoxone + 1,2 L/ha de Dual Gold + 0,2 L/ha de Agral.

Utilizou-se a cultivar M7739 IPRO com ciclo médio de 115 dias em semeadura direta, no dia 20 de dezembro de 2018, em espaçamento de 0,5m entre fileiras com 14 sementes por metro, constituindo uma população de 280.000 plantas.ha⁻¹. A emergência se deu aos 5 dias após a semeadura. A semeadura foi realizada com uma semeadora mecanizada. As sementes foram tratadas com o inseticida Cropstar na dose de 200 mL para cada 100 kg de sementes, fungicida Proteat na dose de 150 mL para cada 100 kg de sementes e também com inoculante Biomax Premium Líquido – Soja na dosagem de 120 mL para cada 100 kg de sementes.

Os tratos culturais durante todo o ciclo da cultura foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para as aplicações de inseticidas, e as aplicações de fungicidas de acordo com o protocolo desenvolvido para o experimento.

As avaliações deram início 7 dias após a primeira aplicação, todas as outras avaliações foram realizadas com intervalo de 7 dias. As variáveis avaliadas foram severidade da doença, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), porcentagem de controle, desfolha e produtividade.

Para avaliar a severidade da doença utilizou-se a escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006), (Figura 2). Foram coletadas, semanalmente após a primeira aplicação de fungicidas, 10 folhas do terço inferior e médio da planta, totalizando cinco avaliações. Com isso, a nota final atribuída foi constituída pelas médias das 10 folhas coletadas em cada parcela.

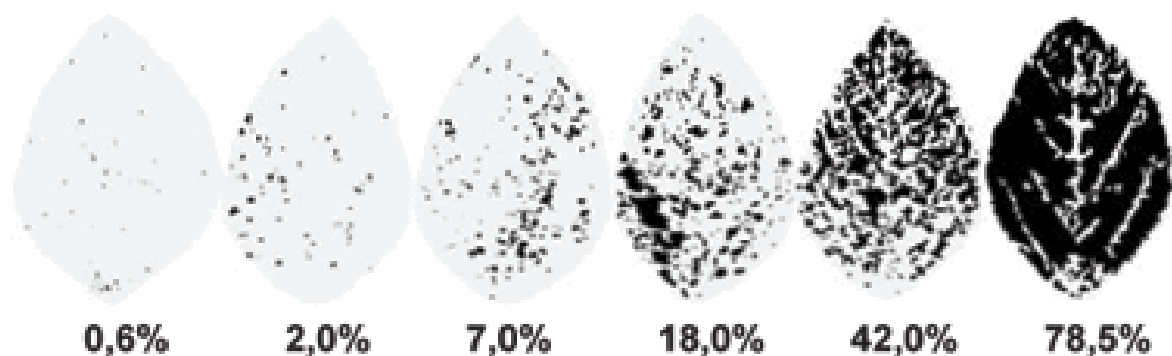


Figura 2. Escala diagramática para avaliação da severidade da ferrugem asiática da soja (GODOY et al. 2006).

Com os dados de severidade foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) segundo Campbell e Madden (1990). Calculando-se a AACPD dos tratamentos utilizados foi possível obter a eficácia de cada um (% de controle dos fungicidas), considerando o valor da AACPD e comparando com a testemunha, considerando como 100%, de acordo com o proposto por Abbott (1925). Para a desfolha, a avaliação foi feita quando a testemunha apresentou 100% de desfolha, fazendo assim uma avaliação visual e adotando uma nota de 0 a 100% para cada tratamento em relação a testemunha. Foi determinada a produtividade da área experimental e determinada umidade dos grãos, que foi corrigida a 13%.

Para análise estatística, os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software SASM-Agri (Canteri et. al. 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a primeira avaliação dos tratamentos, realizada no dia 06/03/2019 (7 dias após a primeira aplicação – Ativium), não foi encontrada a presença do fungo *Phakopsora pachyrhizi*. A ferrugem asiática só foi identificada na área na segunda avaliação dos tratamentos (Figura 3) no dia 13/03/2019, realizada sete dias após a segunda aplicação (Elatus + Score). Como já era de se esperar, a testemunha foi o tratamento que apresentou maior severidade em relação aos demais tratamentos, com 2,97% de média entre as repetições. Todos os demais tratamentos apresentaram valores muito próximos em relação a severidade, devido todos apresentarem as mesmas aplicações de fungicidas até a segunda aplicação.

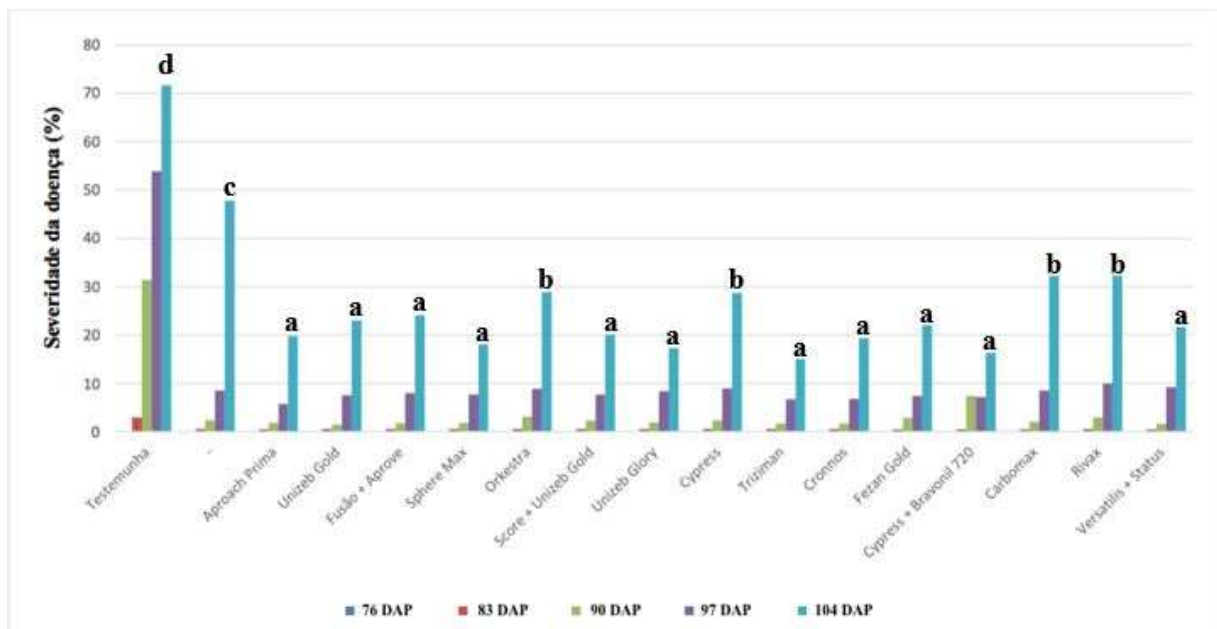


Figura 3. Severidade da ferrugem asiática da soja em função da data das avaliações dos tratamentos.

As porcentagens de severidade de ferrugem nas parcelas se mantiveram muito próximas para todos os tratamentos na terceira e quarta avaliações, apresentando uma maior diferença na última avaliação, realizada no dia 03/04/2019. Nesta, os tratamentos que mais se destacaram foram: 11 – Triziman (Azoxistrobina+Ciproconazole+ Mancozeb) com 15,02% de severidade; 14 – Cypress + Bravonil 720 (Propiconazol+Ciproconazol+Clorotalonil) com 16,33%; 9 – UnizebGlory (Mancozeb+Azoxitrobina) com 17,26%; 6 – Sphere Max (Ciproconazol+Trifloxystrobin) com 18,03%; 12 – Cronnos (Mancozebe+Picoxistrobina+ Tebuconazole) com 19,33%; 3 – Approach Prima (Picoxistrobina + Ciproconazole) com

19,78%; 8 – Score + Unizeb Gold (Difenoconazole+Mancozeb) com 20,06%; 17 – Versatilis + Status (Fenpropimorfe+Oxicloreto de Cobre) com 21,63%; 13 – Fezan Gold (Tebuconazol+Clorotalonil) com 22,06%; 4 – Unizeb Gold (Mancozeb) com 23,01%; 5 – Fusão + Aprove (Metominostrobina+Tebuconazole+Tiofanato+Metilico+Fluazinam) com 24,02%.

Para a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), todos os tratamentos resultaram na sua redução em relação à testemunha (Tabela 3), no entanto, todos os tratamentos em que houve aplicação de fungicidas, até mesmo o tratamento 2 onde foram feitas apenas duas aplicações, não se diferenciaram estatisticamente pelo teste de Scott-Knott. A testemunha apresentou uma AACPD de 868,7175 enquanto os demais tratamentos apresentaram uma média de 157,47. O fato dos tratamentos não se diferenciarem estatisticamente pode ser explicado por uma alta variabilidade nos dados, ou seja, dentro de um mesmo tratamento, uma ou mais repetições tiveram uma grande diferença em relação às demais. A variabilidade em função dos tempos de avaliação impediu a diferenciação dos tratamentos. No entanto, quando a análise considerou um único momento das avaliações (última avaliação – 104 DAP), o aumento da incidência permitiu a diferenciação dos tratamentos.

Tabela 3. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) de ferrugem asiática da soja.

Tratamento	Produto	AACPD
1	Testemunha	868,72 b
2	-	246,79 a
3	Aproach Prima	116,84 a
4	Unizeb Gold	147,45 a
5	Fusão + Aprove	156,28 a
6	Sphere Max	133,78 a
7	Orkestra	188,9 a
8	Score + Unizeb Gold	144,19 a
9	Unizeb Glory	136,28 a
10	Cypress	183,46 a
11	Triziman	120,14 a
12	Cronnos	108,75 a
13	Fezan Gold	151,95 a
14	Cypress + Bravonil 720	132,1 a
15	Carbomax	190,53 a
16	Rivax	207,13 a
17	Versatilis + Status	154,92 a
CV (%)		35,60

*Médias de AACPD seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knotta 5% de probabilidade.

Observou-se maior controle da ferrugem nos tratamentos onde foram aplicados Cronnos (87%), Aproach Prima (86%), Triziman (85%), Sphere Max (84%), Unizeb Glory (83%) e Cypress + Bravonil (83%).

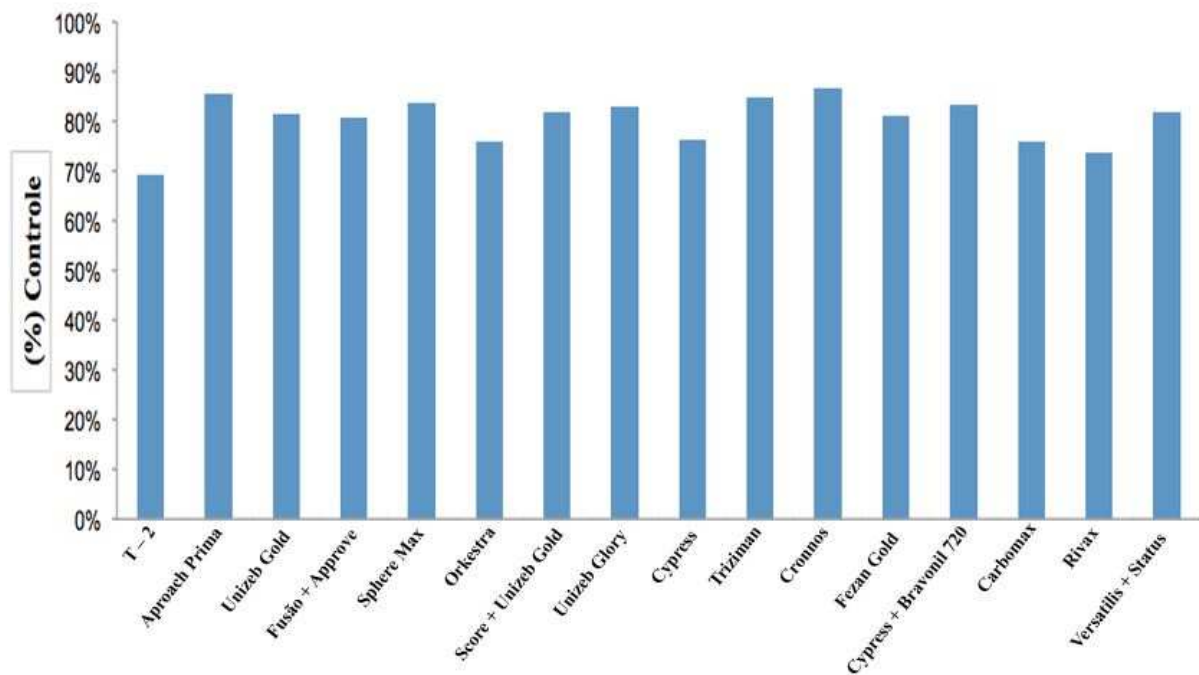


Figura 4. Porcentagem de controle da ferrugem asiática da soja em função da aplicação de fungicidas para os tratamentos avaliados.

A avaliação de desfolha de todos os tratamentos foi realizada quando a testemunha atingiu 100% de desfolha, aplicando uma nota em porcentagem (de 0 a 100%) para as demais parcelas do experimento (Figura 5). As menores desfolhas foram observadas nos tratamentos 12 (Cronnos 2250 mL/ha) com 70% de desfolha e 8 (Score 300 mL/ha + Unizeb Gold 1500 gr/ha), com 75% de desfolha. A menor porcentagem de desfolha para o tratamento 12 pode ser explicada pela presença da mistura de Picoxistrobina (estrobilurina) com Tebuconazole (triazol) na formulação do produto utilizado, pois a mistura desses dois grupos químicos favorece a ocorrência de haste verde e retenção foliar na cultura da soja (SILVA et al. 2005).

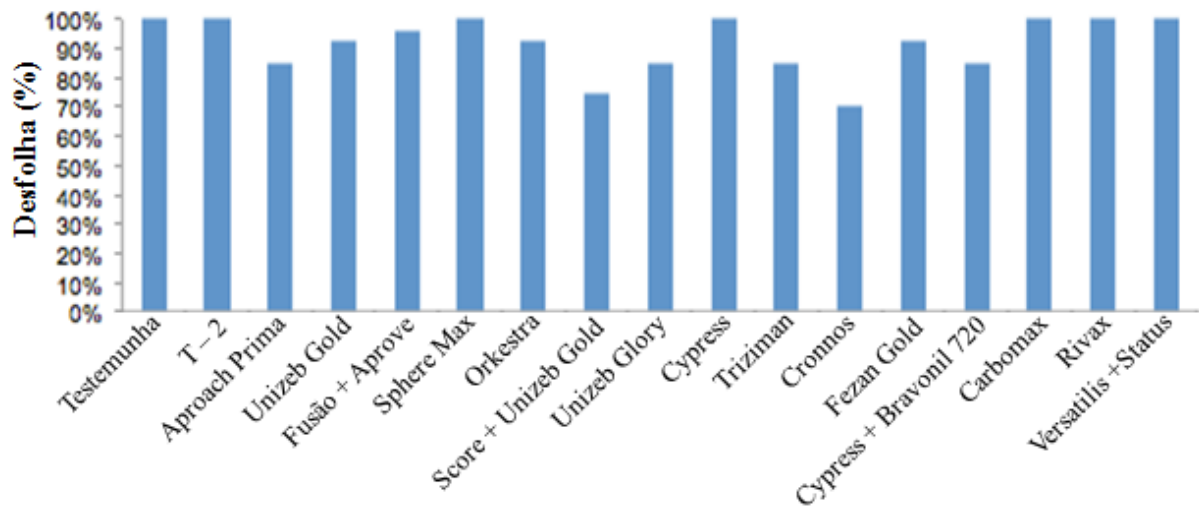


Figura 5. Porcentagem de desfolha dos tratamentos avaliados em função da aplicação de fungicidas.

Devido à presença de chuvas e ventos fortes poucos dias antes da avaliação de porcentagem de desfolha, muitas parcelas apresentaram 100% ou valores próximos de desfolha.

Em relação à produtividade dos tratamentos, todas as aplicações de fungicidas resultaram no aumento da produtividade quando comparados com a testemunha (Tabela 4). Os melhores incrementos aconteceram nos tratamentos onde foram aplicados Cronnos (54,22 sc/ha), Triziman (52,75 sc/ha), Fusão + Aprove (51,6 sc/ha) e Aproach Prima (50,75 sc/ha).

Tabela 4. Produtividade média em sacas por hectare dos tratamentos avaliados.

Tratamento	Produto	Produtividade (sc/ha)
1	Testemunha	37,75 d
2	-	43,27 c
3	Aproach Prima	50,75 a
4	Unizeb Gold	47,17 b
5	Fusão + Aprove	51,6 a
6	Sphere Max	47,75 b
7	Orkestra	46,52 c
8	Score + Unizeb Gold	45,62 c
9	UnizebGlory	48,37 b
10	Cypress	48,47 b
11	Triziman	52,75 a
12	Cronnos	54,22 a
13	Fezan Gold	47,32 b
14	Cypress + Bravonil 720	45,62 c
15	Carbomax	42,4 c
16	Rivax	43,42 c
17	Versatilis + Status	45,8 c
CV (%)		5,27

*Médias de produtividade seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Analisando os resultados estatísticos de Severidade da doença (Figura 3) e também de Produtividade (Tabela 4), pode-se perceber que os resultados foram divididos em quatro grupos para as duas variáveis (“a”, “b”, “c” e “d”), onde o grupo “a” foi aquele que apresentou menores valores de severidade e maiores valores de produtividade até o grupo “d” que apresentou os maiores valores de severidade e menores valores de produtividade. Pensando nisso, os tratamentos foram divididos em relação a esses quatro grupos.

A partir da divisão, pode-se perceber que alguns tratamentos faziam parte do mesmo grupo para severidade e também para produtividade, podendo perceber que os tratamentos que apresentaram os menores valores de severidade foram aqueles que apresentaram também maiores produtividades e que aqueles que apresentaram maior severidade resultaram em menor produtividade.

Dessa forma, foi possível construir um gráfico da relação entre a severidade da doença e a produtividade obtida (Figura 6), que apresentou uma reta linear decrescente ficando claro que à medida que aumentou a severidade da doença nos tratamentos avaliados, menores foram às produtividades obtidas.

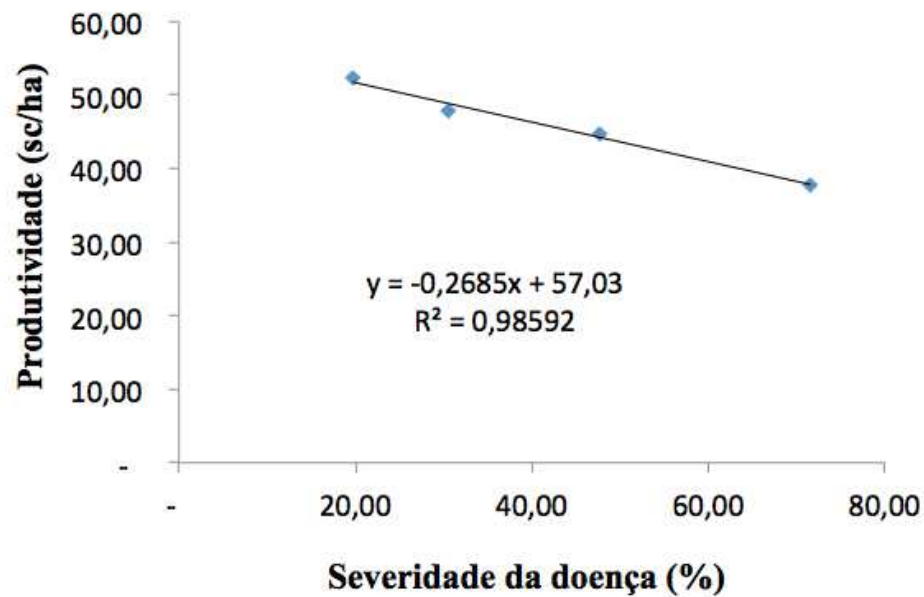


Figura 6. Correlação entre severidade da doença e produtividade em função da aplicação de fungicidas para o controle de ferrugem asiática da soja na safra 2018/19 em Rio Verde – GO.

Por se tratar de um gráfico de uma reta linear, é possível obter, a partir dele, uma equação de primeiro grau ($y = -0,2685x + 57,03$). De acordo com essa equação pode-se quantificar quantas sacas serão perdidas de acordo com a porcentagem de severidade de ferrugem encontrada na cultura. Substituindo o valor de “x” (porcentagem de severidade da ferrugem asiática) da equação, é possível encontrar o valor de “y” (produtividade), portanto a cada 1% a mais de severidade da doença na cultura, observa-se um decréscimo de 0,26 sacos de produtividade.

5 CONCLUSÕES

Todos os tratamentos apresentaram controle da ferrugem asiática em relação a testemunha, o que resultou em melhores produtividades. No entanto, aqueles que se destacaram apresentando melhores produtividades foram os tratamentos 12 (Cronnos), 11 (Triziman), 5 (Fusão + Aprove) e 3 (Approach Prima). Mostrando assim, a grande importância do controle de doenças na cultura da soja.

A cada 1% a mais de severidade da ferrugem asiática na cultura da soja observa-se um decréscimo de 0,26 sacos na produtividade média.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, P. J. M; ANDRADE, D. F. A. A. Ferrugem asiática - uma ameaça à sojicultura brasileira. Circular Técnica. Dourados, n.11. 2002.
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ, p.1- 18, 2000
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo : origem, história e distribuição. In : MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). A soja no Brasil. Campinas : ITAL, p. 1-6, 1981.
- 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 Scott - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, V.1, N.2, p.18-24. 2001.
- CONAB, 2018. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, nono levantamento,. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf Acesso em: 12/12/2019.
- CONAB, 2019. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, terceiro levantamento, fevereiro 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-graos>.
- EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2009/2010. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 262p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, n.13).
- FORCELINI, C. A. A. ferrugem pode ser manejada. Atualidades Agrícolas. Porto Alegre, v. 3. p.8-11, 2003.
- FREITAS, Márcio de Campos Martins de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera– Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO**, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.
- GASSEN, F. R. Doenças foliares em Soja. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora Ltda, 2005.
- GODOY, Cláudia V. et al. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p.63-68, fev. 2006.
- GODOY, Cláudia V., et al. "Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede." *Embrapa Soja. Circular técnica* (2007).
- GODOY, Cláudia V.; CANTERI, Marcelo G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. *Fitopatologia brasileira*, 2004, 29.1: 97-101.
- HIRAKURI, M.H. Lazzarotto, J.J. (2014) **Soybean Agribusiness in the World and Brazilian Contexts**. Embrapa Soja, Londrina. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/990000/o-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro> Acesso em: 23 de Dezembro de 2019.

HOFFMANN, L.L., A incidência de fungos associados com doenças de final de ciclo em soja. *Fitopatologia Brasileira*. Cascavel, n.24 (suplemento), p. 290, 2003.

KIMATI, Hiroshi; BERGAMIN FILHO, Armando; AMORIM, L. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. [S.l: s.n.], 1995.

MCGRATH, Margaret Tuttle. What are fungicides. *The plant health instructor*, 2004, 10: 109-115.

NASCIMENTO, J. M. et al. Manejo da ferrugem asiática da soja com aplicações de fungicidas iniciadas na detecção do patógeno ou posteriores. *Agrarian*, v. 11, n. 39, p. 42-49, 2018. Disponível em: < <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/4396>> Acesso em: 23 Dezembro 2019.

RAI, D., KITTRICH, J. A. Mineral equilibria and the soil system. In: DIXON, J.B., WEED, S.B. Mineral in soil environments. 2. ed. **Madison: SSSA**, 1989. cap. 4. p. 161-198.

REIS, E.F.; LIMA NETO, V.C.; GODOY, C.V.; ROSA, C.T.; CASTANHO, H.E.; VICENTE, N.G. Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.8, n.3, p.319-323, 2007.

SANTOS, O. A cultura da soja, 1: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná. 2. Ed. São Paulo: Globo, 1995. 20,22 e 176 p.

SILVA, A. J. Da.; Canteri, M. G. ;Gastaldi, L. F.; Balan, M.; Brustolin, C. Haste Verde e Retenção Foliar Relacionadas à Aplicação de Fungicidas para o Controle da Ferrugem da Soja. In: XXVII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, Cornélio Procópio - PR. **Resumos - XXVII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**, Londrina/PR: Embrapa Soja, p. 173-174, 2005.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. Compendium of soybean diseases. 3.ed. St. Paul: **APS Press**, 1989. 106p.

SOARES, R.M.; RUBIN, S.A.L.; WIELEWICKI, A.P.; OZELAME, J.G. Fungicidas no controle da ferrugem-asiática (*Phakopsorapachyrhizi*) e produtividade da soja. **Ciência Rural**, v.34, p.1245-1247, 2004.

YASSUE, R.M.; Tolerância da soja à ferrugem asiática em dilelo multivariado e ambientes contrastantes de fungicidas. 2018. 84f. Dissertação (Mestrado). ESALQ – Piracicaba/SP.

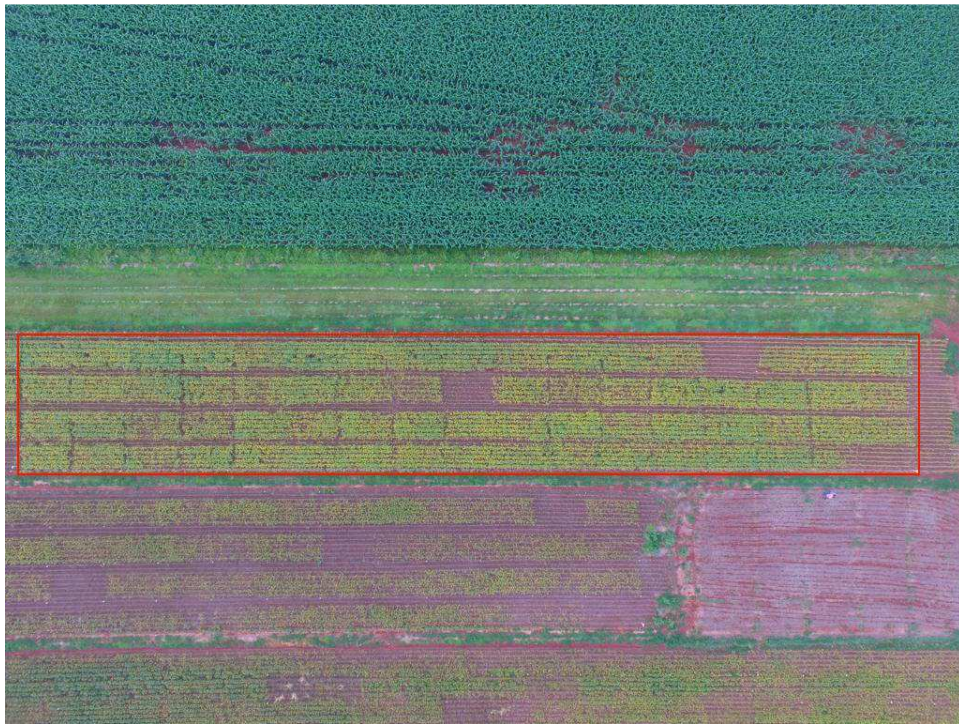
YORINORI, J.T.; WILFRIDO, M.P. Ferrugem da soja: *Phakopsorapachyrhizi*Sydow. Londrina: **Embrapa Soja**, 2002.

YORINORI, J.T.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da soja. In: KIMATI, L.; AMORIN, J.A.M.; REZENDE, A.; BERGAMIM FILHO, L.E.A.; CAMARGO, H. (Eds.). **Manual de Fitopatologia**, v.2. Editora Agronômica Ceres Ltda, São Paulo, p.569-588, 2005.

7 ANEXOS



Anexo A. Imagem aérea do Centro de Inovação e Tecnologia (CIT), do GAPES (Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano), no município de Rio Verde, Goiás.



Anexo B. Imagem aérea da área de condução do experimento.