

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO  
GRANDE DO SUL – CAMPUS BENTO GONÇALVES**

**EDUARDO OLIVEIRA NIEDERAUER**

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO NA  
CULTURA DA SOJA**

**Bento Gonçalves, Janeiro de 2022**

**EDUARDO OLIVEIRA NIEDERAUER**

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO NA  
CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso I apresentado junto ao Curso Superior de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Dr. Marcus André Kurtz Almança.

**Bento Gonçalves, Janeiro de 2022**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	5
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA CONVENCIONAL NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL.....	5
2.1.1 A soja no Brasil .....	5
2.1.2 A soja no Rio Grande do Sul .....	6
2.2 PRODUÇÃO ORGÂNICA DE SOJA .....	8
2.2.1 Agricultura orgânica .....	8
2.2.2 Dificuldades encontradas na produção de soja orgânica .....	9
2.3 PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA .....	11
2.3.1 Ferrugem Asiática ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ).....	11
2.3.2 Mofo-Branco ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ).....	12
2.3.3 Oídio ( <i>Microsphaera difusa</i> ) .....	13
2.4 CONTROLE BIOLÓGICO .....	14
2.4.1 Microorganismos .....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
3.1 LOCALIZAÇÃO .....	17
3.2 DELINEAMENTO .....	17
3.3 TRATAMENTOS .....	17
3.4 CULTIVAR.....	17
3.5 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	17
3.6 AVALIAÇÕES.....	18
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	19
<b>4. CRONOGRAMA</b> .....	20
<b>5. REFERENCIAS</b> .....	20

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine Max L.*) possui grande importância para economia mundial. O Brasil responde hoje por 50% do comércio mundial de soja. As exportações brasileiras do grão somaram US\$ 30 bilhões, em 2020, e US\$ 346 bilhões nas duas últimas décadas, se tornando atualmente, o maior produtor mundial da commodity. No estado do Rio Grande do Sul a cultura possui uma grande importância econômica também, visto que através de estudos observou-se que a produtividade média praticamente dobrou nos últimos 40 anos, chegando a incrível produtividade de 3.380 kg/ha na safra atual (CONAB, 2021).

Dentre os principais fatores que afetam a produtividade da cultura da soja, as doenças causadas por fungos, tais como: ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*); mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e; oídio (*Microsphaera difusa*) são limitantes dessa produção. Tal limitante pode ser observado na citação de Sikora et al. (2014), sobre a ferrugem asiática. Segundo o autor, no ano de 2003 o *Phakopsora pachyrhizi* foi detectado no Brasil, causando perdas de aproximadamente 5% da produção anual. Com isso, a busca por novas tecnologias para o controle de pragas e doenças se torna uma das principais ferramentas para elevar a produtividade da lavoura.

Tendo em vista a busca por novos métodos para o controle de pragas e doenças e com o aumento constante da commodity ao longo dos anos, estuda-se diferentes práticas para minimizar os danos causados ao meio ambiente. Com isso, a agricultura orgânica vem se tornando uma alternativa para o produtor. Visto que dentre os princípios mais importantes desse manejo tem-se a preservação da diversidade do ecossistema, excluindo o uso de substâncias químicas para o controle de pragas e doenças, passando a utilizar inimigos naturais como alternativa, o denominado controle biológico. Entretanto, as dificuldades encontradas na produção orgânica, afastam produtores de soja convencional para aderirem ao novo método. Dentre elas, a demanda muito superior de mão de obra para a produção orgânica; o gasto e a burocracia para conseguir a certificação de produtor orgânica e; o período de conversão para que o produtor possa comercializar seu produto como orgânico, são os principais fatores que impedem diversos produtores de soja convencional a aderirem o manejo de produção orgânica da commodity.

Como alternativa para os produtores que aderem aos princípios da produção orgânica, existem os controles biológicos. Para Parra et al. (2002), o controle biológico é um fenômeno natural, onde os inimigos naturais regulam o número de plantas e

animais. Desse modo, o controle biológico substitui o uso de substâncias químicas, diminuindo os danos causados ao ecossistema, através da indução de atividades que já ocorrem de forma natural na natureza.

Com isso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do controle biológico em duas diferentes dosagens, para o controle de algumas das doenças mais comuns para a cultura da soja: ferrugem asiática, mofo-branco e oídio. Visando minimizar os danos causados ao ecossistema, podendo contribuir para que futuramente o controle biológico possa substituir por completo o uso de substâncias químicas na agricultura.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA CONVENCIONAL NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL**

#### **2.1.1 A soja no Brasil**

A soja cultivada (*Glycine max L.*) é originária do leste da Ásia, mais precisamente no nordeste da China, conhecida também como região da Manchúria (HYMOWITZ, 1970). Valido ressaltar que D'utra, em 1882, fez o primeiro relato da soja no Brasil, na época cultivada na Bahia. No entanto, os cultivares introduzidos, oriundos dos Estados Unidos, não tiveram uma boa adaptação numa latitude 12° Sul (SEDIYAMA et al., 2009).

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).

A partir da década de 1960, na esteira da modernização da agricultura, no bojo do que se passou a chamar de Revolução Verde, foi que a soja passou a ser cultivada com fins comerciais (BRUM, 1988).

Segundo Kopf e Brum, 2019, a partir da década de 1970 a adoção de novas tecnologias revolucionou a atividade, juntamente com às políticas de desenvolvimento, assim, disseminando o cultivo nas demais unidades da federação, tornando o Brasil, nos dias atuais, o maior produtor e exportador mundial da oleaginosa.

De acordo com a Embrapa: De 2000 a 2020, o País foi o segundo maior produtor e exportador de soja. A partir do ano passado, alcançou o primeiro lugar, com 126 milhões de toneladas produzidas e 84 milhões exportadas. O Brasil responde hoje por

50% do comércio mundial de soja. As exportações brasileiras do grão somaram US\$ 30 bilhões, em 2020, e US\$ 346 bilhões nas duas últimas décadas (EMBRAPA, 2021).

De acordo com dados apresentados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021), atualmente o Brasil ocupa o posto de maior produtor mundial de Soja. Obtendo na última safra uma produção recorde estimada em 136 milhões de toneladas, 8,9% superior à da safra 2019/20. Com relação a perspectiva da safra atual (2021/22), deverá apresentar um crescimento na área plantada de 3,7% em comparação à 2020/21, alcançando a área de 40.351,7 mil hectares, enquanto a produção passará a atingir 142.789,9 mil toneladas, resultando em um aumento de 4% em relação à safra anterior.

Conforme Hirakuri e Lazzarotto (2014), esse crescimento constante da cultura da soja se deve a seis fatores:

1. O teor de proteínas (40%) presentes no grão da soja, que suprem as necessidades tanto na alimentação animal, como na humana;
2. O teor de óleo (20%) presente na oleaginosa, podendo ser utilizado tanto para alimentação humana, quanto para a produção de biocombustíveis;
3. O fato de ser uma commodity padronizada e uniforme, possibilitando sua produção e negociação por produtores do mundo inteiro;
4. Por conta de possuir diversas tecnologias que tornam o cultivo da soja completamente mecanizado e grande parte automatizado;
5. É a fonte de proteína vegetal mais consumida na produção de proteína animal. Além disso, seu óleo é o segundo mais consumido do mundo. Esses mercados garantem a commodity uma alta liquidez;
6. Outro fator interessante é o aumento bastante significativo da oferta de tecnologias de produção, as quais permitiram ampliar significativamente a área e a produtividade da oleaginosa.

### **2.1.2 A soja no Rio Grande do Sul**

No estado do Rio Grande do Sul, foi o local onde a cultura da soja encontrou condições climáticas adequadas para o seu desenvolvimento, condições similares as do Sul dos Estados Unidos, região de origem de tais cultivares. (EMBRAPA SOJA, 2004). Os primeiros relatos de cultivo de soja no estado estão datados no ano de 1914, no município de Santa Rosa - RS. Mas somente a partir do ano de 1960 a soja foi definida como uma cultura de grande importância socioeconômica, graças a políticas criadas em prol do seu cultivo. Entretanto, somente em 1970 a cultura da soja se tornou a de

maior importância no setor agropecuário brasileiro, graças as diversas tecnologias desenvolvidas e disponibilizadas aos produtores através de pesquisas realizadas com a cultura, resultando assim, um aumento expressivo na produtividade da soja. (EMBRAPA SOJA, 2004). Vale ressaltar também que até o final da década de 1970, 80% da produção de soja no país era cultivada nos três estados da região Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná).

É notável o aumento da produtividade média de soja no Rio Grande do Sul nos últimos 40 anos. Muito se deve as mudanças nos sistemas de cultivo e manejo de adubação, graças a tais mudanças, atualmente se têm um ambiente adequado para o desenvolvimento da cultura. Junto destas mudanças, a disponibilidade de genótipos adaptados para os fatores de produção, além de maior resistência a determinadas pragas e doenças, são outros fatores responsáveis pelo aumento significativo dos últimos 40 anos. (CONCENÇO, DEL AGUILA e VERNETTI JR., 2017). Em termos numéricos, os autores relataram que a produtividade que ao final dos anos 1970 era de 1.000 a 1.600 kg ha<sup>-1</sup>, passou para 2.300 a 3.000 kg ha<sup>-1</sup> nos anos analisados (safras 2013/14 – 2016/17); ou seja, a produtividade média da soja no Rio Grande do Sul praticamente dobrou nos últimos 40 anos. Atualmente, este padrão de produtividade é mantido, tendo em vista as produtividades da safra 2020/21 (3.433kg/ha) e 2021/22 (3.380kg/ha). (CONAB, 2021)

A safra de soja de 2020/21 no Rio Grande do Sul obteve um aumento de 2,6% com relação a área da safra anterior, chegando a 6.055,2 mil hectares. Além de uma produção de 20.787,5 mil toneladas, chegando a incrível porcentagem de 81,7% superior a produção da safra 19/20. (CONAB, 2021). Com relação à safra atual 2021/22, os números obtidos através do levantamento de dezembro/2021, observou-se números ainda superiores que os da safra 2020/21, obtendo um acréscimo de 3,7% com relação a área cultivada, passando ao expressivo número de 6.279,2 mil hectares, e uma produção 2,1% superior com relação à safra anterior, chegando a 21.223,7 mil toneladas. (CONAB, 2021). A expansão da área de soja no RS tem sido observada ano após ano, muito se deve ao fato do incentivo à produção na metade sul, onde antes era predominada pelo cultivo de arroz e pela pecuária, e hoje está adotando fortemente o cultivo da soja. (CONAB, 2021)

## 2.2 PRODUÇÃO ORGÂNICA DE SOJA

### 2.2.1 Agricultura orgânica

O governo brasileiro, por meio da Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, define agricultura orgânica como aquela que atende os seguintes aspectos:

Art. 1º Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

§ 1º A finalidade de um sistema de produção orgânico é: I – a oferta de produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais; II – a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção; III – incrementar a atividade biológica do solo; IV – promover um uso saudável do solo, da água e do ar, e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas; V – manter ou incrementar a fertilidade do solo a longo prazo; VI – a reciclagem de resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não-renováveis; VII – basear-se em recursos renováveis e em sistemas agrícolas organizados localmente; VIII – incentivar a integração entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva e de consumo de produtos orgânicos e a regionalização da produção e comércio desses produtos; IX – manipular os produtos agrícolas com base no uso de métodos de elaboração cuidadosos, com o propósito de manter a integridade orgânica e as qualidades vitais do produto em todas as etapas (BRASIL, 2003).

A agricultura orgânica apresenta determinadas práticas, tais como:

- A reciclagem dos recursos naturais na propriedade agrícola, onde o solo se torna mais fértil pela ação de decomposição da matéria orgânica realizada por micro-organismos, beneficiando o solo e facilitando a liberação de nutrientes para as plantas;
- A compostagem e transformação de resíduos vegetais em húmus no solo;
- Utilização de rochas moídas, semi solubilizadas ou tratadas termicamente, as quais possuem baixa concentração de nutrientes prontamente hidrossolúveis, possibilitando a correção acidez do solo com calcário;
- Utilização de cobertura vegetal morta e viva do solo;
- A diversificação/integração do ecossistema, como por exemplo, a ILPF (Integração Lavoura, Pecuária e Floresta);
- Utilização de esterco animal;
- Utilização de biofertilizantes;



- Rotação e consorciação de culturas;
- Realização de adubação verde;
- O controle biológico de pragas e fitopatógenos. Sem o uso de químicos, somente utilizando organismos ecologicamente corretos.
- A utilização de caldas tradicionais, como por exemplo, calda bordalesa, viçosa e sulfocálcica para o controle de fitopatógenos;
- A utilização de métodos mecânicos, físicos e vegetativos e de extratos de plantas no controle de pragas e fitopatógenos, apoiando-se nos princípios do manejo integrado, evitando a utilização de herbicidas e demais químicos;
- A inutilização de reguladores de crescimento e aditivos sintéticos na nutrição animal, podendo utilizar somente os naturais;
- A escolha de germoplasmas vegetais e animais ideais a cada realidade ecológica;
- Por último, a utilização de quebra-ventos.

A produção orgânica apresenta uma crescente demanda mundial, e o Brasil mostra um grande potencial nesse segmento. Para Lima e Marques (2001), a agricultura orgânica tem sua expansão através da mudança de pensamento da sociedade, a qual passou a se preocupar cada vez mais com a saúde e com o meio ambiente.

Segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: a produção de orgânicos apresenta um crescimento no Brasil e no Rio Grande do Sul, em sua grande maioria vinculada às pequenas unidades de produção. Esse crescimento se deve ao aumento do consumo interno e da demanda de mercados externos como o da União Europeia e o Japão. Grande parte desse aumento é resultado também da valorização ao preço pago pelo produto tradicional, aumentando assim o desenvolvimento de projetos visando especialmente a produção de soja, açúcar, hortigranjeiros, frutas, frango, ovos e leite.

### **2.2.2 Dificuldades encontradas na produção de soja orgânica**

A produção orgânica como um todo e principalmente a da cultura da soja, apresenta desafios para quem deseja se adaptar a esse manejo. A falta de mão de obra, por exemplo, é um dos fatores que limita grande parte dos produtores rurais a aderirem essa prática. Segundo Campanhola e Valarini (2001):

“A agricultura orgânica requer um contingente maior de mão-de-obra por unidade de área que a agricultura moderna. Isso contribui para que os pequenos agricultores tenham uma sobrecarga de trabalho, incluindo os membros de sua família, e também para que, em algumas etapas do ciclo produtivo, tenham que recorrer à contratação de mão-de-obra externa ao estabelecimento; porém, essa mão-de-obra nem sempre está disponível, nem tampouco possui a capacitação necessária nas atividades da agricultura orgânica, o que pode inviabilizar a sua prática em algumas localidades.”

Além disso, outra dificuldade enfrentada pelos produtores é a de certificação. Para que um produto possa ser considerado orgânico, ele deve possuir um selo de garantia, emitido por uma certificadora. Essa certificação garante aos consumidores, identificar o local de produção, os produtores envolvidos e se todas as normas para produção orgânica foram seguidas. (EMBRAPA, 2015). Tal certificação tem como parâmetro de avaliação os fatores econômicos, ambientais e sociais, de acordo com a região. Um produto certificado é sinônimo de qualidade para o consumidor e remuneração superior para o produtor. (EMBRAPA, 2015).

Entretanto, para a aquisição da certificação o produtor necessita diversos fatores, o que torna uma dificuldade ainda maior.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): Para a produção orgânica, o produtor deve fazer parte do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, o que é possível somente se estiver certificado por um dos três mecanismos descritos a seguir:

“Certificação por Auditoria – A concessão do selo SisOrg é feita por uma certificadora pública ou privada credenciada no Ministério da Agricultura. O organismo de avaliação da conformidade obedece a procedimentos e critérios reconhecidos internacionalmente, além dos requisitos técnicos estabelecidos pela legislação brasileira.

Sistema Participativo de Garantia – Caracteriza-se pela responsabilidade coletiva dos membros do sistema, que podem ser produtores, consumidores, técnicos e demais interessados. Para estar legal, um SPG tem que possuir um Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (Opac) legalmente constituído, que responderá pela emissão do SisOrg.

Controle Social na Venda Direta – A legislação brasileira abriu uma exceção na obrigatoriedade de certificação dos produtos orgânicos para a agricultura familiar. Exige-se, porém, o credenciamento numa organização de controle social cadastrado em órgão fiscalizador oficial. Com isso, os agricultores familiares passam a fazer parte do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos.” (Brasil, 2020)

Outro fator que dificulta a produção orgânica é a denominada conversão, quando o produtor convencional decide migrar para a produção orgânica. Segundo Campanhola e Valarini (2001), a conversão da agricultura convencional para a

orgânica necessita de recursos financeiros no início do processo que por vezes, não conseguem ser bancados pelo pequeno agricultor.

Para um produto ser considerado orgânico, os princípios estabelecidos pelas instituições certificadoras, seguindo as normas brasileiras e de produção orgânica, devem ser aplicados durante um período, de acordo com a produção anterior da área e a situação ecológica atual. (DAROLT e SKORA NETO, 2002). Tal fator se torna uma dificuldade para o produtor, visto que só poderá comercializar e obter o lucro do seu produto como orgânico, após o período de conversão.

## 2.3 PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DA SOJA

### 2.3.1 Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)

O fungo *Phakopsora pachyrhizi*, causador da ferrugem asiática, é nativo da China. Teve seu primeiro relato fora dos países que cultivavam soja (Países da Ásia e a Austrália) no Hawaii, em 5 de maio de 1994 (YORINORI; JUNIOR; LAZAROTTO, 2004).

O primeiro registro oficial da ferrugem asiática no Continente Americano foi realizado no Paraguai, em 5 de março de 2001 (Morel Paiva, 2001) e em Londriná, no estado do Paraná, em maio de 2001 (YORINORI, 2002), a detecção da doença nesses locais foram em soja guaxa e lavouras com cultivos chamados popularmente de safrinhas. Sikora et al., (2014) ainda ressalta que no ano de 2003 o *Phakopsora pachyrhizi* foi detectado no Brasil, causando perdas de aproximadamente 5% da produção anual. Em seguida, a ferrugem asiática espalhou-se por grande parte do continente americano, afetando lavouras em todo o Brasil, Paraguai, Bolívia e algumas áreas da Argentina.

Os sintomas da ferrugem asiática aparecem em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Primeiramente, tem como características pequenos pontos mais escuros que a planta, de aproximadamente 1mm de diâmetro. Os pontos apresentam uma coloração esverdeada a cinza-esverdeada, com urédias, na parte inferior da folha. Tais urédias possuem colorações entre castanho-clara a castanho-escura. Elas se abrem em poros minúsculos, desse modo, expelindo os esporos hialinos que se acumulam ao redor dos poros e são carregados pelo vento. (HENNING et al, 2014) O mesmo afirma, a disseminação dos uredosporos da ferrugem asiática da soja para lavouras vizinhas ou a longas distâncias se dá através do vento. Contudo, até os dias atuais, não existe comprovações de que o fungo possa ser transmitido via sementes.

As condições favoráveis para o desenvolvimento do fungo são em períodos onde há um molhamento foliar contínuo, com temperaturas abaixo de 28°C. Segundo Yorinori (2004), períodos prolongados com temperaturas superiores a 28°C, apresentam uma redução no desenvolvimento da doença. reduzem o desenvolvimento da ferrugem.

O manejo ideal para o controle da ferrugem asiática segundo Yorinori, Junior e Lazzarotto (2004) tem como base:

1. Rotacionar a área com milho, arroz ou algodão, com intuito de evitar a permanência do fungo;
2. A utilização de cultivares precoces, tendo em vista que em diversas regiões, a semeadura antecipada da soja, desfavorece o desenvolvimento do fungo, devido as condições climáticas;
3. Não realizar a semeadura em várias épocas e de cultivares tardias, pois, desse modo, a soja semeada posteriormente, sofrerá um dano maior, visto que receberá a carga de esporos multiplicados nas primeiras semeaduras;
4. Por último, realizar a semeadura de modo em que a cobertura foliar pelos fungicidas possa penetrar do melhor modo possível, para isso, deve-se optar pela semeadura com uma densidade de plantas que permita um bom arejamento entre elas.

### **2.3.2 Mofo-Branco (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

O mofo branco é uma das principais doenças da soja, sendo capaz de causar severos danos quando em condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do fungo, ou seja, temperaturas amenas e com alta umidade. (ARRUDA, 2014).

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum* foi relatado pela primera vez na Hungria em 1924 e posteriormente em 1946 nos Estados Unidos, logo após houve relatos em diversos países. No Brasil, foi detectado em 1975, no Estado do Paraná (FERREIRA et al., 1979). Atualmente, a doença encontra-se disseminada em todas as regiões de cultivo de soja no Brasil. (ARRUDA, 2014)

O mofo-branco apresenta como sintomas inicialmente manchas aquosas, estas acabam obtendo posteriormente uma coloração castanho-clara e em seguida ocorre a formação de um micélio branco e denso. O fungo pode infectar toda a planta, entretanto, as infecções iniciam, em geral, com a queda das pétalas nas axilas das folhas e dos ramos laterais. É comum observar os sintomas de murcha e seca nas plantas contaminadas. (HENNING et al. 2014). O fungo desenvolve micélio branco,

com consistência semelhante a um algodão, sobre a haste e em geral, próximo ao solo. Logo após, há uma formação de esclerócios negros de diferentes tamanhos, distribuídos na superfície e interior da haste. Com isso, acaba ocorrendo a morte das hastes infectadas. (FERREIRA et al. 1979 e HENNING et al. 2014).

Quando em condições favoráveis (alta umidade), a colonização dos tecidos sadios pode ocorrer entre 16 e 24 horas após a infecção do tecido floral senescente. Mesmo em condições desfavoráveis o fungo consegue permanecer em flores infectadas. (GÖRGEN et al. 2009). Conforme Harikrishnan e Del Río (2006) O micélio permanece nas flores infectadas por um período de até 144 horas em condições desfavoráveis, retomando seu desenvolvimento com a volta das condições favoráveis.

O controle de mofo-branco é bem complicado, devido a não existir cultivares resistentes ao patógeno, além de o controle químico ser inviável, devido ao custo e dificuldade em obter uma cobertura total da planta durante a pulverização. (GÖRGEN et al., 2009). Evitar a introdução do fungo na área utilizando semente certificada livre do patógeno. Portanto, uma alternativa para o controle é realizar o tratamento de semente com mistura de fungicidas de contato e benzimidazóis. (HENNING et al. 2014)

Ferreira et al. (1979) enfatiza que se deve utilizar sementes selecionadas, tendo em vista a capacidade dos escleródios durante o beneficiamento de passar junto com as sementes. Assim como, deve-se evitar a rotação da cultura da soja, com leguminosas, essa rotação deverá ser realizada com gramíneas, as quais são mais resistentes aos patógenos, como por exemplo, o milho. Além disso, deve-se optar pelo plantio com menor densidade e maior espaçamento nas áreas mais infestadas. (FERREIRA et al. 1979 e HENNING et al. 2014).

Em relação a área com a presença do patógeno, recomenda-se a realização da semeadura direta sobre a palha de gramíneas, realizar também uma rotação de culturas com espécies resistentes ao patógeno, como exemplo, o milho. Além disso, deve-se eliminar as plantas hospedeiras do fungo, realizar a adubação correta e aumentar o espaçamento entre linhas, diminuindo a população de plantas ao mínimo recomendado. (HENNING et al., 2014)

### **2.3.3 Oídio (*Microsphaera difusa*)**

O oídio da soja, causado pelo fungo *Microsphaera diffusa*, segundo Sartorato; Yorinori (2001), teve seu primeiro registro em 1921, na Alemanha. Sendo assim, considerada uma das doenças mais antigas da soja. Os autores ainda relatam que

por conta da sua ocorrência repentina atingiu drasticamente as lavouras com cultivares suscetíveis em várias regiões do Brasil, causando uma perda de cerca de 40% nas lavouras de soja. Atualmente, existem mais de 20 espécies de oídio que causam prejuízo econômico reportados na agricultura brasileira.

Conforme Igarashi et al., (2010) o *Microsphaera diffusa* é capaz de instalar-se em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura. O patógeno desenvolve seu micélio na superfície de folhas, ramos e frutos, desse modo, absorvendo os nutrientes haustórios que são emitidos para o interior das células epidemias.

Segundo Henning et al., (2014), os sintomas do patógeno se dão por toda a parte aérea da planta. Como principal característica, possui uma fina cobertura esbranquiçada, constituída de micélio e esporos pulverulentos. Já os sintomas foliares, após um período, apresentam uma coloração castanha-acinzentada, podendo em condições drásticas, causar uma seca e queda prematura das folhas.

O patógeno se desenvolve em geral com temperaturas em torno de 20°C, média a alta umidade relativa do ar, com baixa precipitação e quando as plantas se encontram no estágio fenológico conhecido como R1 (início da floração) e no R6 (formação completa de sementes). (BLUM et al., 2002)

Para o controle de oídio, conforme Henning et al. (2014) se baseia no uso de cultivares resistentes ao patógeno e através do controle químico por meio da aplicação de fungicidas.

## **2.4 CONTROLE BIOLÓGICO**

A expressão “controle biológico” teve sua primeira aparição em 1919 por Harry Scott Smith, o qual utilizou com o objetivo de designar o uso de organismos vivos para suprimir a densidade e o impacto de um organismo praga específico. (EMBRAPA, 2021)

Para Parra et al. (2002):

“O controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica. Assim, todas as espécies de plantas e animais têm inimigos naturais atacando seus vários estágios de vida. Dentre tais inimigos naturais existem grupos bastante diversificados, como insetos, vírus, fungos, bactérias, nematóides, protozoários, rickettsias, micoplasmas, ácaros, aranhas, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.”

Essa definição, segundo Barbosa et al. (2021), estabelece dois dos principais fundamentos do método de controle. O primeiro, é o de que muitos organismos são consumidos por outros na natureza e, por conta disso, a população de espécies presas são bastante reduzidas. Em segundo lugar, o controle biológico somente reduz

a população de pragas, porém não erradica, sendo possível assim, o inimigo natural continuar no agroecossistema, como consequência, mantendo a população de pragas com baixa densidade populacional.

Para que um inimigo natural seja considerado efetivo ele deve possuir determinadas características, como por exemplo, adaptabilidade às condições naturais, especificidade a determinado hospedeiro/ presa, maior capacidade de busca e crescimento populacional com relação ao hospedeiro/presa, baixa densidade do hospedeiro/presa, sincronização temporal com o hospedeiro/presa e ser capaz de sobreviver em períodos de ausência do hospedeiro/presa. (BARBOSA et al., 2021)

Segundo Parra, et al. (2002), o controle biológico é dividido em três: Controle biológico clássico, natural e aplicado.

O controle biológico clássico é aquele em que se realiza a importação e colonização de parasitoides ou predadores, com o objetivo de controlar pragas exóticas. Essa forma de controle é vista como uma medida de controle a longo prazo, tendo em vista que a liberação dos inimigos naturais é realizada em pequeno número de insetos, necessitando assim, um grande período de tempo para sua multiplicação. Por consequência disso, é um método de controle utilizado somente para culturas semiperenes e perenes.

O controle biológico natural é aquele em que a população dos inimigos naturais ocorre naturalmente. Segue o conceito da conservação, visto que neste controle os parasitoides ou predadores devem ser preservados por meio da manipulação do ambiente de forma que os favoreça e permitam sua multiplicação. Sua importância é significativa para o manejo de pragas, visto que são os grandes responsáveis pela manutenção do nível de equilíbrio de pragas, através da mortalidade natural no agroecossistema.

O controle biológico aplicado é aquele em que há liberações de parasitoides ou predadores a partir da criação em massa no laboratório. Esse método visa a redução rápida da população de praga, mantendo o nível de equilíbrio. É o método mais buscado por produtores, visto que é um controle rápido, o que se assemelha aos inseticidas convencionais, superando o controle biológico clássico que tem como maior desvantagem a liberação lenta de inimigos naturais. Nesse método de controle, não é esperado o estabelecimento dos indivíduos liberados nas áreas, visto que o maior atrativo desse método é a multiplicação em massa em laboratório.

### 2.4.1 Microorganismos

A partir do ano de 2018 há registros de um dos maiores crescimentos de vendas da história das indústrias de produtos biológicos. Tal fato se deve, principalmente aceitação das novas tecnologias disponíveis no mercado de biológicos. Tendo em vista que, o mercado brasileiro para os biofungicidas apresentou um incremento de 148% em 2018, em relação ao ano de 2017. O principal fator responsável por tal aumento são os produtos a base de organismos naturais para o controle das pragas e doenças, nos quais se destacam: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma koningiopsis*, *Trichoderma stromaticum*, além de biofungicidas à base de *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis* e *Bacillus methylotrophicus*. (BETTIOL; SILVA; CASTRO., 2019)

Os fungos dos gêneros *Trichoderma* e *Bacillus* são os principais utilizados para controle biológico. No Brasil, os principais produtos com *Trichoderma* registrados são formulados a base de *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma asperelum*. Esses, são classificados como biofungicidas e bionematicidas. (MEDEIROS et al. 2019). No caso dos *Bacillus*, os principais produtos registrados são a base de *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus amyloliquefasciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus methylotrophicus*. (MONNERAT et al., 2020)

O *Trichoderma* apresenta diversos mecanismos de ação, tais como: antibiose, competição, indução de resistência contra diferentes tipos de patógenos e micoparasitismo. Por conta de tais características, o *Trichoderma* pode atuar também na promoção de crescimento de plantas, indução de resistência, supressão de patógenos de solo, entre outras. (MEDEIROS et al. 2019)

As bactérias do gênero *Bacillus* possuem uma ocorrência cosmopolita, sendo encontradas no mundo todo, em diferentes locais, como: solo, superfície de plantas, rizosfera, grãos armazenados, insetos mortos, dentre outros. Estas, são bactérias caracterizadas como Gram-positivas e aeróbicas, podendo crescer de forma facultativa em anaerobiose. (MONNERAT et al., 2020) As bactérias do gênero *Bacillus*, segundo Lanna Filho et al. (2010), possuem uma expressiva atividade de antibiose, podendo também agir como parasitas em determinados casos, em processos de hiperparasitismo, assim como, são excelentes competidoras.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO

O experimento será realizado em uma área localizada na estação experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) Campus Bento Gonçalves. Localizada no distrito de Tuiuti, cujas coordenadas geográficas da área são 29° 3'18.46"S e 51°35'12.35"O.

#### 3.2 DELINEAMENTO

O delineamento utilizado será o de blocos casualizados com 3 tratamentos, 5 produtos, 1 repetição e 500 plantas por tratamento, totalizando 1500 plantas avaliadas.

#### 3.3 TRATAMENTOS

Serão avaliados os seguintes tratamentos: T1- Testemunha; T2- Biológico com dosagem indicada pela bula; T3- Biológico com redução da dosagem indicada.

**Tabela 1:** Descrição de tratamentos e dosagens que serão utilizados.

Tratamentos	Descrição	Dosagens (ml/ha - g/ha)
Testemunha	Sem tratamentos	0
T1	Azokop	100 ml/ha
	Rizokop	200 ml/ha
	Stingray	300 ml/ha
	Veraneio	50 g/ha
	Trichodermil	200ml/ha
	Caravan	400ml/ha
T2	Azokop	70 ml/ha
	Rizokop	150 ml/ha
	Stingray	200 ml/ha
	Veraneio	25 g/ha
	Trichodermil	150 ml/ha
	Caravan	300 ml/ha

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

#### 3.4 CULTIVAR

Serão utilizadas sementes da cultivar de soja BRSMS Taquari, com os inoculantes Azokop e Rizokop e tratamento de semente com Stingray, Veraneio e Trichodermil em todos os tratamentos, com exceção da testemunha.

#### 3.5 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

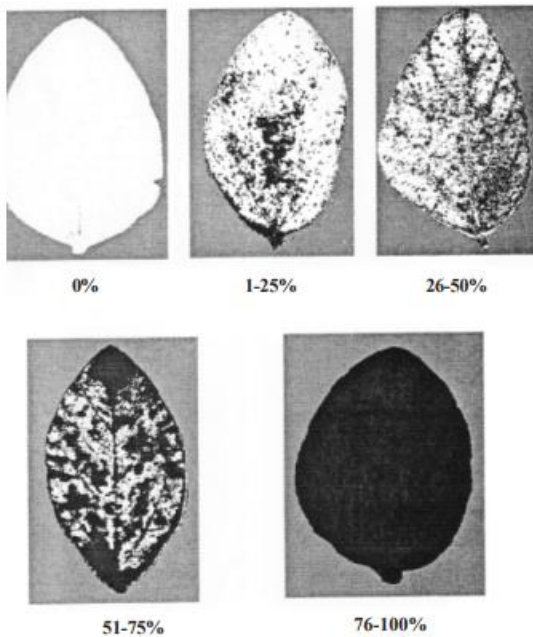
O experimento será conduzido a campo em blocos experimentais, onde cada tratamento será realizado em uma parcela experimental de 25m<sup>2</sup> (5m de largura x 5m

de comprimento). O espaçamento utilizado será de 10 cm entre plantas e 50 cm entre fileiras, semeadas em sistema de plantio direto.

Os tratamentos realizados serão conforme a tabela 1, onde será realizado o tratamento de sementes com os inoculantes azokop e rizokop, juntamente com os produtos Veraneio, Stingray e Trichodermil. As aplicações aéreas serão de Stingray no estágio V4, Caravan em V6, Stingray + Caravan em R1 e Stingray em R5. Os demais tratamentos serão realizados de acordo com a fenologia da cultura, utilizando produtos orgânicos registrados para a cultura da soja.

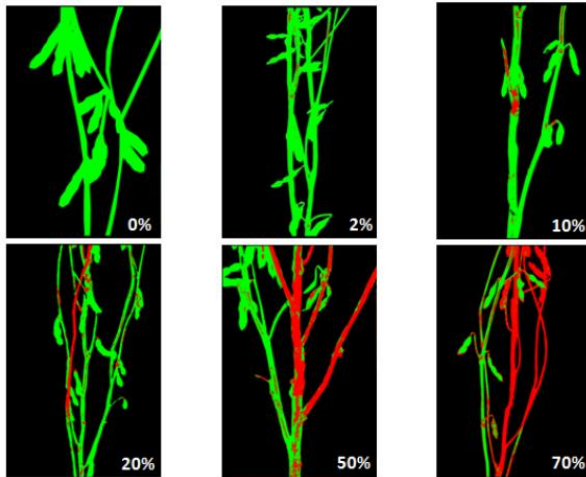
### 3.6 AVALIAÇÕES

Os parâmetros avaliados serão a severidade das seguintes doenças: Ferrugem Asiática, Oídio e Mofo-Branco, de acordo com a escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática de Juliatti e Polizel (figura 1), escala diagramática para avaliação de severidade de mofo-branco na haste de Juliatti et al. (Figura 2) e escala diagramática para avaliação de severidade de oídio Juliatti e Polizel (figura 3)

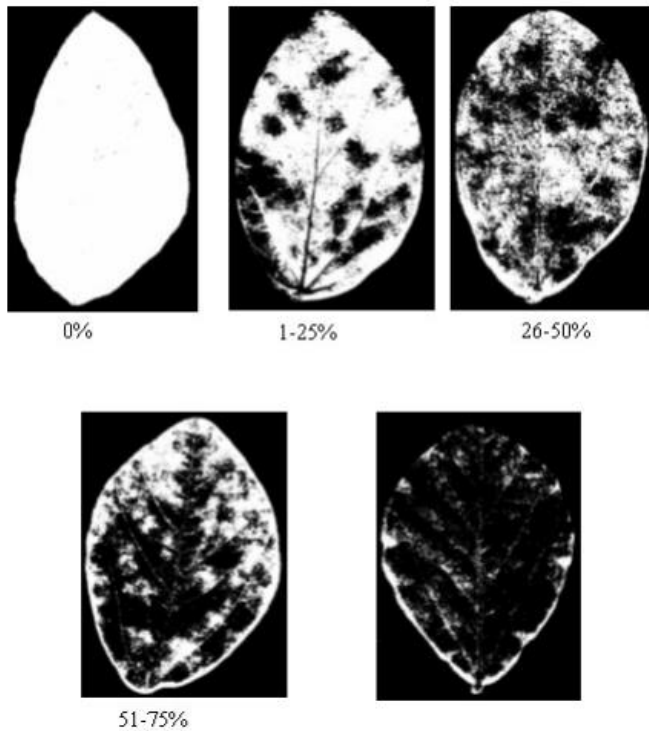


**Figura 1:** Escala diagramática para avaliação de severidade de ferrugem asiática em soja.

**Fonte:** Juliatti e Polizel (2010)



**Figura 2:** Escala diagramática para avaliação de severidade de mofo branco na haste da soja.  
**Fonte:** Juliatti et al. (2013)



**Figura 3:** Escala diagramática para avaliação da severidade de oídio na soja.  
**Fonte:** Juliatti e Polizel (2010)

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos no experimento serão submetidos a análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com probabilidade de 5%.

#### 4. CRONOGRAMA

**Tabela 2:** Cronograma das atividades previstas para o TCC

ATIVIDADE	MÊS					
	dez/21	jan/22	out/22	nov/22	dez/22	jan/22
Planejamento do TCC	X					
Revisão bibliográfica do TCC	X					
Escrita do TCC I	X					
Apresentação do TCC I		X				
Período de realização do experimento			X	X	X	
Avaliação dos resultados					X	
Escrita do TCC II					X	
Apresentação do TCC II						X

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

#### 5. REFERENCIAS

ARRUDA, J. H. Ação de agroquímicos no controle de mofo branco em soja. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Pato Branco, 2014.

BARBOSA, L. R. et al. In: LEMES, P. G.; ZANUNCIO, J. C. (ed.). Novo manual de pragas florestais brasileiras. Montes Claros: **Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias**, 2021. p. 147-163.

BETTIOL, W.; DA SILVA, J. C.; DE CASTRO, M. L. M. P. Uso atual e perspectivas do *Trichoderma* no Brasil. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; DA SILVA, J. C. **Trichoderma. Uso na agricultura**. Brasília: EMBRAPA, 2019. p. 21-43.

BEZERRA, A. R. G.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A.; SOARES M. M. Importância econômica. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Ed.). **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 09-24.

BLUM, L.E.B., REIS, E.F., PRADE, A.G. & TAVELA, V.J. Fungicidas e mistura de fungicidas no controle do oídio da soja. **Fitopatologia Brasileira** 27:216-218. 2002.

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.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos - 3º levantamento**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 27/12/2021.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Monitoramento Agrícola – Boletim de monitoramento agrícola dos cultivos de verão – dezembro 2021**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola>. Acesso em: 27/12/2021.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/L10.831.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.html). Acesso em: 29/12/2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **O que são Produtos Orgânicos?**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/o-que-sao-produtos-organicos>. Acesso em: 03/01/2022.

BRUM, A. J. **Modernização da agricultura: trigo e soja**. Petrópolis: Vozes, 1988. CAMPANHOLA, C.; VALARINI P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.18, n.3, p.69-101, set./dez. 2001.

CONCENÇO, G.; DEL AGUILA, L. S. H.; VERNETTI JR, F. J. Produtividade da soja no Rio Grande do Sul: Genética ou Manejo?. **Revista Cultivar – Grandes Culturas**, nº 221, Ano XVIII, Outubro de 2017.

DAROLT. M.R.; SKORA, F. N. Sistema De Plantio Direto Em Agricultura Orgânica. jul. 2002. Disponível em: [https://www.agrisustentavel.com/doc/pdf/plantio\\_direto.pdf](https://www.agrisustentavel.com/doc/pdf/plantio_direto.pdf). Acesso em: 05/01/2022.

EMBRAPA SOJA. Sistemas de produção 4 - Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2004. **Fundação Triângulo**, Londrina, 2003.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O Agro no Brasil e no mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+NO+MUNDO.pdf/41e20155-5cd9-f4ad-7119-945e147396cb>. Acesso em: 27/12/2021.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja orgânica**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/soja-organica>. Acesso em: 03/01/2022.

FERREIRA, L. P.; LEHMAN, P. S.; ALMEIDA, A. M. R. Doenças da soja no Brasil. **Circular Técnica**. Londrina, PR, EMBRAPA-CNPSo, 1979.

GÖRGEN C. A. et al. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.12, p.1583-1590, dez. 2009.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. **Sementes, mudas e produtos orgânicos**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/sementes-e-produtos-organicos>. Acesso em: 03/01/2022.

HARIKRISHNAN, R., DEL RÍO, L. E. Influence of temperature, relative humidity, ascospore concentration, and length of drying of colonized dry bean flowers on white mold development. **Plant Disease**. v. 90, no. 7, p. 946-950, 2006.

HENNING, A. A. et al. **Manual de identificação de doenças de soja** – 5.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja**, Londrina, 2014.

IGARASHI S. et al. Danos causados pela infecção de oídio em diferentes estádios fenológicos da soja. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.77, n.2, p.245-250, abr./jun., 2010.

JULIATTI, F. C. et al. Escala diagramática para avaliação da severidade de mofo branco em soja. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 676-680, May/June 2013.

KOPF, J. C.; BRUM A. L. A política comercial de angola e a participação brasileira. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 19254-19279 oct. 2019.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; DE PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. V. 4, N. 2, p. 12, 2010.

MEDEIROS, F. H. V.; et al. *Trichoderma*: interações e estratégias. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; DA SILVA, J. C. **Trichoderma. Uso na agricultura**. Brasília: EMBRAPA, 2019. p. 219-234.

MONNERAT, R. et al. Manual de produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* para uso na agricultura. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**. Brasília, 2020.

PARRA, J. R. P.; BENTO, J. M. S. Controle Biológico: Terminologia (in portuguese). In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. P. 1-16, 2002.

POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C. Quantificação de doenças foliares da soja por escalas diagramáticas- **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, vol.6, N.11, Pág. 1-9, 2010.

SARTORATO, A.; YORIORI, J. T. Oídios de leguminosas: feijoeiro e soja. In. STADINIK, M.J.; RIVERA, M.C. (Ed.). **Oídios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p.255-284.

SIKORA E. J. et al. A Coordinated Effort to Manage Soybean Rust in North America: A Success Story in Soybean Disease Monitoring. **Plant Disease**. v. 98, no. 7, p 864-875, 2014.

YORINORI, J. T.; JUNIOR, J. N.; LAZZAROTTO, J. J. Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. **Embrapa Soja**. Londrina, 2004.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M. Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. **Embrapa Soja**. Londrina, 2002.