

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DOIS VIZINHOS  
CURSO DE AGRONOMIA

RENAN BROTI RISSATO

***Bacillus spp.* NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DE  
FINAL DE CICLO NA CULTURA DA SOJA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS  
2021

RENAN BROTI RISSATO

***Bacillus spp.* NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DE  
FINAL DE CICLO NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à disciplina de Trabalho de  
Conclusão de Curso II, do curso Superior  
de Agronomia da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de Engenheiro Agrônomo.  
Orientador: Prof. Dr. Sergio Miguel Mazaro

DOIS VIZINHOS

2021

## TERMO DE APROVAÇÃO

### ***Bacillus spp. NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES DE FINAL DE CICLO NA CULTURA DA SOJA***

Por

Renan Broti Rissato

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 27 de Abril de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr Sergio Miguel Mazaro  
UTFPR – Dois Vizinhos  
Orientador

---

Prof. (a). Dra Angélica Mendes  
UTFPR – Dois Vizinhos  
Responsável pelos Trabalhos  
de Conclusão de Curso

---

Prof Dr. Alfredo de Gouvêa  
Membro titular  
UTFPR

---

MSc. Claudia Regina Barbieri  
Membro titular  
UTFPR

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus em primeiro lugar por ter me dado o dom da vida, por graças e bênçãos sempre alcançadas.

Aos meus pais Silvio Luiz e Jocelei por querer o meu bem e sempre me apoiar em todos os momentos, oferecendo oportunidade de estudar e me prepararem para a vida.

As minhas irmãs Bruna e Sabrina e minha namorada Jocelaine que em todas as etapas me aconselharam e indicaram os melhores caminhos a seguir.

Agradeço ao professor, orientador e amigo Sergio Miguel Mazaro, por todos os ensinamentos, atenção e conselhos na minha jornada, também aos 3 anos de orientação junto ao grupo de pesquisa de fitopatologia, foram diversos aprendizados.

A todos os membros do grupo de pesquisa de fitopatologia, no qual estive participando por 3 anos, e sou grato pelas amizades, aprendizados, oportunidades, além da ajuda pela elaboração e desenvolvimento deste trabalho. Devo destacar meus colegas Fábio Gingo, Bruno Backes, Alisson Grassi e Anderson Debaldo.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos, com toda a sua qualidade de ensino, professores capacitados e amigos, tenho certeza que a universidade irá contribuir com minha vida profissional.

Aos meus amigos Ricardo Rielle, Lucas Fank, Rafael Bogler, Eduardo Taglietti, Gustavo Silva, Antônio Marcos, Henrique Schmitz, Kleber Silva e Jefferson Cocite, que estiveram comigo por toda essa trajetória, sempre com parceria e companheirismo. A todos os colegas que a UTFPR me proporcionou conhecer.

**MUITO OBRIGADO A TODOS!**

## RESUMO

RISSATO, R. B. ***Bacillus* no controle de doenças foliares de final de ciclo na cultura soja** - 26 f. Trabalhos de Conclusão de Curso II. Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.

A soja (*Glycine max*), é a principal cultura agrícola do Brasil, e vem nos últimos anos demandando adequações no cultivo para um processo de produção sustentável. Nesse sentido, são necessários estudos considerando o uso de produtos biológicos, como fontes de controles alternativos, que possam ser utilizados de forma integrada com fungicidas no manejo de doenças foliares na cultura da soja. O objetivo do presente trabalho é avaliar o potencial de produto comercial a base de *Bacillus* no controle de doenças foliares de final de ciclo - DFC (antracnose, septoriose, cercosporiose e mancha alvo). O trabalho foi realizado na estação experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Dois Vizinhos, durante o ano de 2020 e 2021. Foram 7 tratamentos, constituídos sendo: 1- testemunha (sem aplicações); 2- tratamento com fungicidas sistêmicos (Epoconazol, Fluxapiraxade, Piraclostrobina e Bixafem, Protioconazol, Trifloxistrobina); 3- fungicida multissítios (Mancozeb e Clorotalonil); 4- sistêmico + multissítios; 5- produto a base de *Bacillus* (*B. subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*); 6- duas aplicações inicial de *Bacillus* e duas posteriores de fungicidas sistêmicos; 7- aplicação associada de fungicidas sistêmico e *Bacillus*. Para todos os tratamentos foram quatro aplicações, sendo a primeira realizada no estágio fenológico V5 (5 folhas verdadeiras) e as demais com intervalos de 15 dias. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em 4 repetições com parcelas de 24m<sup>2</sup>. As variáveis avaliadas foram a incidência e severidade das doenças de final de ciclo, constituindo a Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD), e produtividade. Os resultados demonstraram que o uso do produto comercial a base de *B. subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens* possui ação sobre doenças de final de ciclo, sendo que quando posicionado somente os *Bacillus* reduziu a severidade de DFC, diferindo da testemunha, no entanto com eficiência inferior aos fungicidas. No entanto, quando foram realizadas duas aplicações iniciais e duas de fungicidas, ou então, nas quatro aplicações associadas apresentou boa performance na redução de doenças e acréscimo em produtividade.

**Palavras – Chave:** Biocontrole, Cultura da soja, Controle biológico.

## ABSTRACT

RISSATO, R. B. ***Bacillus* in the control of leaf diseases in soybeans**. 26 F. Course Conclusion Papers II. Bachelor's Degree in Agronomy. Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

Soybean (*Glycine max*), is the main agricultural crop in Brazil, and has been demanding adjustments in cultivation for a sustainable production process in recent years. In this sense, studies are needed considering the use of biological products, as sources of alternative controls, which can be used in an integrated manner with fungicides in the management of leaf diseases in soybean crops. The objective of this work is to evaluate the potential of a commercial product based on *Bacillus* in the control of leaf diseases at the end of the cycle - DFC (anthracnose, septoriosis, cercosporiosis and target spot). The work was carried out at the experimental station of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR) Campus Dois Vizinhos, during 2020 and 2021. There were 7 treatments, consisting of: 1- control (without applications); 2- treatment with systemic fungicides (Epoconazole, Fluxapiroxade, Piraclostrobina and Bixafem, Protioconazole, Trifloxistrobina); 3- multisite fungicide (Mancozeb and Clorotalonil); 4- systemic + multisite; 5- *Bacillus* based product (*B. subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*); 6- two initial applications of *Bacillus* and two subsequent applications of systemic fungicide; 7- associated application of systemic fungicide and *Bacillus*. For all treatments, there were four applications, the first being carried out at the phenological stage V5 (5 true leaves) and the others at 15-day intervals. The experimental design used was that of randomized blocks, in 4 replicates with plots of 24m<sup>2</sup>. The variables evaluated were the incidence and severity of end-of-cycle diseases, constituting the Area Below the Disease Progress Curve and productivity. The results showed that the use of the commercial product based on *B. subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens* has action on end-of-cycle diseases, and when positioned only *Bacillus* reduced the severity of DFC, differing from the control, however with less efficiency than fungicides. However, when two initial applications and two fungicides were carried out, or in the four associated applications, it showed good performance in reducing diseases and increasing productivity.

**Keywords:** Biocontrol, Soybean crop, Biological control.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	5
2.	JUSTIFICATIVA .....	7
3.	HIPÓTESES .....	8
4.	OBJETIVOS.....	9
4.1	OBJETIVO GERAL .....	9
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
5.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	10
5.1	CULTURA DA SOJA.....	10
5.2	CONTROLE BIOLÓGICO.....	11
5.3	<i>BACILLUS</i> SPP.....	12
5.4	DOENÇAS DE FINAL DE CICLO .....	13
6.	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
8.	CONCLUSÃO.....	19
	REFERÊNCIAS.....	20

## 1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas de maior importância no mundo. Na safra 2019/2020 o Brasil produziu aproximadamente 120 milhões de toneladas segundo a Conab (2020). Para alcançar tal feito, a relação planta, ambiente e manejo devem estar em equilíbrio em todos os estádios da planta.

A soja inicialmente foi estabelecida no sul do Brasil, mas logo ganhou espaço em outras regiões, sendo elas o sudoeste, centro-oeste e mais recentemente o sul do Maranhão e Pará. Além do ganho territorial, outro ganho essencial foi o aumento produtivo por área, que passou de 906 kg/ha em 1968 para 3.360 kg/ha em 2016/2017 (EMBRAPA, 2018).

Com o grande aumento das áreas de cultivos, as doenças na cultura foram se estabelecendo com maior intensidade. Tais doenças podem causar grandes perdas no rendimento final caso não ocorra um manejo adequado. Por isso as medidas de controle, tanto preventivas quanto curativas, devem ser realizadas, para que a intensidade das doenças seja o menor possível (COSTAMILAN, 2000).

Nos últimos anos muitas tecnologias vêm sendo utilizadas no campo, proporcionando acréscimo na produtividade das lavouras. Essas tecnologias estão relacionadas ao aperfeiçoamento de implementos agrícolas, tecnologias de aplicação, produtos, cultivares e próprio manejo das doenças. Sendo, a sanidade das lavouras objeto de estudo por todo o mundo, e produtos de cunho biológico são vistos com bons olhos para o controle de pragas e doenças (UGALDE, 2005). As doenças foliares possuem grande importância na cultura da soja, com destaque para ferrugem asiática e as doenças de final de ciclo.

A ferrugem asiática é a mais importante doença na cultura da soja, ocasionada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, teve seu primeiro registro no Brasil na safra 2001/2002, nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, e em seguida se espalhou por todo país. Pode ocorrer em qualquer estágio fenológico da planta, porém com maior incidência a partir do florescimento. Fungicidas do grupo dos triazóis, estrobilurinas e benzimidazóis são os mais utilizados para o controle da doença atualmente (MATSUO, et al. 2015; GODOY, 2020).

As doenças de final de ciclo (DFC) vem tomando importância no Brasil, sendo as principais a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*); Septoriose (*Septoria glycines*); cercospora (*Cercospora kikuchii*); e Mancha alva (*Corynespora cassiicola*).



Estas doenças podem causar problemas de redução da atividade fotossintética e desfolhas, e conseqüentemente perdas de produtividade.

Outra questão a considerar, é que o uso indiscriminado de fungicidas tem sido um fator de restrição por muitos mercados consumidores, além de causarem danos ao homem e ao ambiente. O controle biológico, usado de forma sustentável, não oferece riscos ao ambiente (MEDICE, 2015), sendo assim, se faz necessário avançar em pesquisas para um manejo eficiente, racional e sustentável de doenças da cultura da soja.

O uso de *Bacillus* spp. é atualmente um dos mais estudados e explorados mundialmente para ser utilizados no biocontrole, possui ação além do controle biológico de doenças, atividade como promotor de crescimento em plantas (EMBRAPA, 2010).

## 2. JUSTIFICATIVA

Vale salientar a importância econômica que a cultura da soja gera ao país. Com isto a cultura em questão necessita de atenção quanto ao manejo de doenças, haja visto que em anos favoráveis ao desenvolvimento de patógenos, podem causar perdas significativas de produtividade.

É essencial pesquisas voltadas para o controle de Doenças de Final de Ciclo, considerando a importância e danos das mesmas na cultura da soja, bem como a validação de novos produtos biológicos disponíveis no mercado.

Assim sendo, pesquisas com biocontrole à base de *Bacillus spp.* sobre doenças foliares da cultura da soja, são de fundamental importância para contribuir no manejo de doenças. Estudos como este, tendem a gerar resultados, servindo de parâmetro para que técnicos, produtores rurais e a sociedade, possam analisar e tomar a melhor decisão para o uso ou não de produtos à base de *Bacillus spp.*

### 3. HIPÓTESES

- Produtos à base de *Bacillus spp.* possuem eficiência no controle de doenças foliares de final de ciclo na cultura da soja.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial de produto comercial a base de *Bacillus subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*. No controle de doenças de final de ciclo – DFC.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o potencial do produto a base de *Bacillus subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens* quanto a redução de severidade de doenças de final de ciclo, sendo a antracnose, septoriose, cercospora e mancha alvo.
- Comparar sua eficiência quando utilizado de forma isolada, alternada e em associação com fungicidas já registrado para o controle de doenças foliares na cultura da soja.
- Determinar o processo produtivo em função dos tratamentos.

## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 CULTURA DA SOJA

Oriundo do leste asiático, a soja (*Glycine max.*), possui maior ocorrência no nordeste da China, sendo uma *commoditie* de grande importância mundial. No Brasil, a leguminosa teve seus primeiros registros em escala comercial por volta de 1935 no estado do Rio de Janeiro, e, pouco tempo depois, em todo o território nacional. Em 1941, já se tinha produção em escala comercial no Rio Grande do Sul. Quando chega ao Rio Grande do Sul, a soja encontra condições semelhantes ao seu local de origem, assim acaba se estabelecendo de forma mais descomplicada, e algumas instituições acabam tendo o objetivo de estudar e melhorar a soja, fazendo com que a leguminosa pudesse ser cultivada em outras regiões do país.

A soja não é conhecida mundialmente como um alimento básico, assim como o arroz e feijão, porém é uma oleaginosa essencial para a produção de alimentos humanos e animais, como fonte de óleo vegetal e proteína (BEZERRA et al., 2015).

A soja e seus derivados tomaram frente das exportações brasileiras em 2017, correspondendo a 14,10% de toda a exportação brasileira e um valor aproximado de 30 bilhões de dólares, estando assim à frente de minérios, combustíveis e petróleo, e fazendo do Brasil o seu maior exportador. Além do valor exportado, estima-se que cerca de 46 milhões de toneladas foram processadas para uso interno do país (CONAB, 2017).

Com relação à sua morfologia, a soja possui porte herbáceo, ciclo de vida anual variando de 70 a 150 dias e germinação do tipo epígea. Seu crescimento varia de prostrado a ereto, sendo determinado, semi-determinado ou indeterminado. Para que se tenha uma boa germinação são fatores essenciais, o contato da semente direto com o solo e temperatura adequada de 20° - 25° C (MATSUO et al., 2015).

Apesar de seu lado positivo, a sojicultura brasileira ainda tem alguns pontos a serem melhorados para alavancar ainda mais o retorno financeiro, tanto para os produtores rurais, empresas e entidades financiadoras. Dentre esses pontos a se investir, o armazenamento merece destaque, pois ainda a capacidade de armazenagem da soja brasileira não condiz com a sua necessidade, acarretando num grave problema em épocas de colheita e comercialização. Outro problema que atinge a cadeia produtiva é o escoamento da produção que se depara com um frete de alto

valor, longas distâncias percorridas e locais de difícil acesso para se chegar aos portos, como se não fosse o bastante, os portos nacionais contam com infraestrutura precária e baixo desempenho operacional (LAZZAROTTO et al, 2014).

## 5.2 CONTROLE BIOLÓGICO

O Brasil, desde a década de 1990 apresenta grande destaque a exportação de *commodities* agrícolas, ganhando notoriedade mundial sobre o tema. Porém, essas exportações, se resumem em um pequeno número de produtos básicos, tal como soja em grão, café e milho. O aumento das monoculturas tende a desenvolver a seleção de insetos, pragas e doenças, tendo em vista o excelente cenário para seu desenvolvimento e poucas limitações. Sendo assim, o controle normalmente é realizado por produtos químicos que, quando usados de maneira inadequada e abusiva, geram impactos irreversíveis ao ambiente. Nesse sentido, controlar organismos maléficos de maneira ambientalmente correta é uma necessidade nos campos de produção no Brasil e no mundo (PIRES, 2016).

O controle de grandes populações de insetos, fungos, bactérias ou qualquer outro organismo vivo em áreas produtoras, são constantemente alvos de estudos e pesquisas, e dentro deste cenário, o controle biológico é uma ferramenta que se destaca e ganha cada vez mais notoriedade pelas suas inúmeras vantagens em comparação ao controle químico. Visando a morte de maneira natural do organismo indesejável, este método de controle é selecionado com relação aos parâmetros econômicos, ecológicos e ambientais. Assim o manejo integrado ganha espaço a cada dia, reduzindo custos e melhorando a qualidade dos alimentos, reduzindo os resíduos químicos e causando menos toxidade ao homem e aos animais, sobretudo aos inimigos naturais (SOARES et al, 2016).

É necessário que estudiosos de diversas áreas se unam em prol do desenvolvimento deste método de controle. A formação, muitas vezes, de uma equipe multidisciplinar, conduz uma pesquisa de forma mais detalhada e não deixa que inimigos naturais, com grande potencial de controle natural, passem despercebidos, além disso, existe a necessidade que pesquisas que demonstram resultados satisfatórios cheguem aos produtores, para que estes possam aplicar os métodos e produtos desenvolvidos em suas lavouras (PARRA, 2002).

Os métodos utilizados pelo controle biológico têm potencial de crescimento de 20% ao ano, segundo a ABCBio (2019). Dados registrados expõem que no ano de 2017 insumos biológicos movimentaram aproximadamente 262 milhões de reais no país e em 2018 teve um aumento para a marca de 464 milhões de reais. Esse aumento se deve a adoção dos agricultores e pela resistência adquirida por insetos e fungos a produtos químicos. Dados da Embrapa mostram que 80% das pragas presentes nas lavouras de soja podem ser controladas com produtos biológicos (EMBRAPA, 2019).

O Brasil é um grande destaque mundial do agronegócio, mas ainda tem muito a crescer quando se diz em controle biológico. Desde a década de 1980 a Embrapa vem desenvolvendo estudos na área e atualmente tende a acelerar os resultados obtidos e tecnologias geradas para os produtores, a fim de reduzir o uso de agrotóxicos e desenvolver um sistema de produção mais sustentável (Embrapa, 2011).

### 5.3 *BACILLUS* SPP.

De acordo com a Embrapa (2010), o gênero *Bacillus* é atualmente um dos mais estudado e explorado mundialmente para ser utilizados no controle biológico de doenças.

O *Bacillus subtilis*, além de ser utilizado no controle biológico, também atua como promotor de crescimento em plantas. O *B. subtilis* é um microrganismo facilmente separado em amostras de solo, tende a formar endósporos resistentes ao calor e ao frio, assim como em condições desfavoráveis de pH de solo e inseticidas (CARVALHO, 2005).

O *B. subtilis* é de ágil mobilidade, e já demonstra efetividade no controle de doenças causadas por diferentes patógenos. Sua atuação ocorre de maneira preventiva, impedindo a aderência do patógeno com a folha prejudicando seu desenvolvimento. Sendo assim dificulta ou impede a formação de novos conídios, uma vez que desfruta da capacidade de perfurar as membranas dos tubos germinativos e micélios, além do mais seus metabólitos têm a capacidade de ativar o sistema de defesa da planta. Outra vantagem é poder realizar a mistura de tanque com fungicidas, enxofre, inseticidas, micronutrientes, dentre outros (SEI. 2011)

Atualmente o *Bacillus subtilis* é utilizado para tratamentos de doenças de plantas e até mesmo como componente para aumentar o rendimento destas. Quando

utilizado no tratamento de semente tem a aptidão de aprimorar a fixação do nitrogênio, solubilidade dos nutrientes, ocasionando um melhor desenvolvimento do sistema radicular da planta, e, além disso, *B. subtilis* compõem nichos específicos no mercado de controle biológico, fazendo desta bactéria algo ímpar para análises, estudos, apresentando potencial para o desenvolvimento de novos produtos biológicos (FILHO et al., 2010).

*B. amyloliquefaciens* tem a capacidade de ocasionar a supressão de alguns patógenos que atacam o sistema radicular de plantas. Com estudos já avançados, comprovou-se que esse fungo tem potencial de controlar a *Rhizoctonia solani*, um importante fungo causador de doenças de solo na cultura da soja (DIAZ, 2018).

Além disso, *Bacillus amyloliquefaciens* tem a capacidade de atuar na ciclagem natural de matéria orgânica e mineral, criando uma condição mais favorável para a planta desenvolver metabólitos secundários, desta maneira, tornando-a menos susceptível ao ataque de bactérias competitivas em sua rizosfera (LISBOA, 2016).

O *Bacillus pumilus* tem como função dificultar ou impedir o desenvolvimento de patógenos da superfície foliar e ativar o sistema de defesa da planta. Seu modo de ação permite ser usado como tratamento curativo ou preventivo (AGOSTINO, et al, 2009).

*Bacillus pumilus* apresenta uma colonização e ação eficiente e satisfatória como agente de biocontrole. Com considerável capacidade de inibição dos desenvolvimentos dos esporos presentes na parte aérea das plantas (OTAVIO, et al, 2018).

#### 5.4 DOENÇAS DE FINAL DE CICLO

Durante todo o ciclo da soja as doenças preocupam os produtores, principalmente pelas grandes perdas que estas podem acarretar. É necessário também manter a atenção ao final do ciclo, pois a planta ainda pode sofrer com doenças e prejudicar drasticamente a produção (GAVIOLI, 2018).

O manejo, material de qualidade, e o posicionamento de fungicidas preventivos, e quando necessários curativos são os meios de controle que os produtores encontram atualmente para controlar tais doenças. Saber identificar os sintomas dessas doenças é fundamental para um bom manejo (BARROS, 2012).



A antracnose é uma doença que está presente em grande parte das lavouras no Brasil. A condição ideal para desenvolvimento dessa doença são altas temperaturas e elevada precipitação, fazendo com que a planta tenha uma grande redução do número de vagens e conseqüentemente na produção. O uso de sementes infectadas ou com deficiências nutricionais pode facilitar para o desenvolvimento do patógeno causador desta doença (YORINORI, 2016).

Utilizar sementes saudáveis, tratamento de semente, estande corretos de plantas, rotação de culturas e adequada adubação potássica são métodos que protegem as lavouras de serem atacadas pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose (YORINORI, 2016).

Causada pelo fungo *Septoria glycines*, a septoriose tem seu desenvolvimento favorecido pelas condições úmidas e quentes. Com a presença de chuvas frequentes nas lavouras a dispersão de seu patógeno se torna rápida. Após o enchimento das vagens é um momento que a mancha septoriose se manifesta, principalmente em folhas inferiores (GUERZONI, 2011).

De acordo com Rodrigues (2020), os sintomas apresentados são manchas escuras de coloração castanho-avermelhado com 2 a 3 mm de diâmetro. Nas vagens é possível observar pontuações vermelhas que evoluem para manchas castanho arroxeadas.

O fungo *Cercospora kikuchii*, responsável pela doença cercospora, ataca todas as partes da planta. Nas folhas os sintomas são pontuações escuras castanho avermelhadas. Através da vagem o fungo atinge a semente e pode causar a mancha púrpura no tegumento. Pode ser introduzido na lavoura por sementes infectadas e também sobrevive em restos culturais. O controle utilizado é o uso de sementes livre do patógeno, tratamento de sementes e aplicação de fungicidas indicados (FARIAS, 2014).

A Mancha-alvo causada pelo fungo *Corynespora cassiicola*, tem o início de seus sintomas apresentando pontuações pardas, com um halo amarelado nas folhas. Em seguida evoluindo para manchas circulares de grande porte, com coloração castanha e tamanho de até 2 cm de diâmetro. O fungo infecta plantas nativas e é encontrado, praticamente, em todas as regiões do país. Para o controle desta doença recomenda-se o uso de cultivares resistentes, rotação de cultura, especialmente com milho e outras gramíneas, tratamento de sementes e controle com fungicidas (FARIAS, 2014).



## 6. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, durante o ano safra 2020/2021. A área está localizada a aproximadamente 546 metros acima do nível do mar, Latitude -25° 42' 52" e Longitude - 53° 03' 94". De acordo com o Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná – ITCG (2018) o clima da região é Cfa (Subtropical Úmido). Segundo a EMBRAPA (2006) o solo do município de Dois Vizinhos é predominantemente nitossolos e latossolos. Tendo como característica solos profundos, porosos e bem permeáveis.

Foram 7 tratamentos, constituídos sendo: 1- testemunha (sem aplicações); 2- tratamento com fungicidas sistêmicos (Epoxiconazol, Fluxapiraxade, Piraclostrobina e Bixafem, Protioconazol, Trifloxistrobina); 3- fungicida multissítios (Mancozeb e Clorotalonil); 4- sistêmico + multissítios; 5- produto a base de *Bacillus* (*B. subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*); 6- duas aplicações inicial de *Bacillus* e duas posteriores de fungicidas sistêmicos; 7- aplicação associada de fungicidas sistêmicos e *Bacillus*. Para todos os tratamentos foram quatro aplicações, sendo a primeira realizada no estágio fenológico V5 (5 folhas verdadeiras) e as demais com intervalos de 15 dias. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em 4 repetições com parcelas de 24m<sup>2</sup>.

As aplicações foram realizadas com um pulverizador de CO<sub>2</sub> com calibração do volume de calda de 150 litros por hectares. As doses utilizadas foram as recomendadas pelos fabricantes dos produtos, para o volume de calda de 100 L/ha.

As variáveis analisadas foram a severidade das doenças, realizadas 3 avaliações, iniciando assim que surgiram os primeiros sintomas (R3) e as demais com intervalos de 20 dias, constituído a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). As avaliações de severidade foram com o uso de escalas diagramáticas para DFC.

No final do experimento foi avaliado os componentes de rendimento, constituindo-se a produtividade final de cada tratamento. Os dados foram tabulados, e submetidos a análise de variância, e comparados por Duncan (5%) com o programa estatístico Genes – UFV.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que todos os tratamentos diferiram da testemunha, apresentando potencial satisfatório no controle de doenças de final de ciclo. O uso do fungicida sistêmico, demonstrou maior eficiência e quando associado com fungicida multissítios apresentou menor severidade de doença, demonstrada pela menor AACPD. O uso de *B. pumilus*, *B. subtilis* e *B. amyloliquefaciens* demonstrou potencial no controle de DFC, sendo que a associação com fungicidas apresentou melhor performance. Os isolados dos Bacillus reduziram a AACPD, no entanto foi o tratamento que manteve os níveis de doença mais próximo da testemunha.

Os dados demonstraram ainda que o tratamento com o uso de 4 aplicações de fungicida sistêmicos, ou duas aplicações de Bacillus mais duas de fungicidas, não diferiu significativamente entre eles, fato que deve ser considerado em condições de baixa pressão de inóculo de outras doenças como ferrugem, onde permite somente duas aplicações de fungicidas.

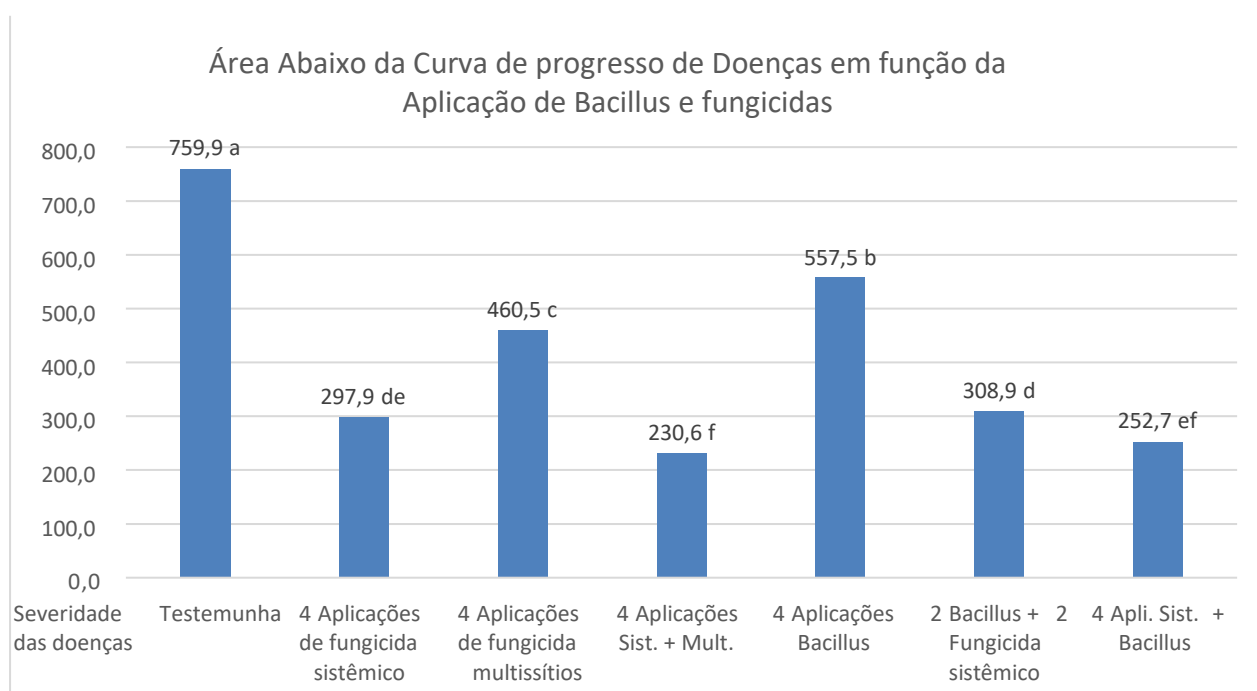
De acordo com Bigolin (2015), fungicida sistêmico (Pixafem; Protioconazol; Trifloxistrobina), apresenta bons resultados no controle de DFC na soja quando bem posicionado e em condições adequadas, e seu maior efeito é na parte superior das plantas, superando o fungicida multissítios. Logo, o uso de um produto multissítios, demonstram resultados superiores no terço médio das plantas. Fungicidas à base de ditiocarbamatos, como o Mancozeb, obtém resposta positiva sobre fungos que normalmente interferem nas funções celulares. Por ser um fungicida multissítios, atua em diferentes locais dos fungos, além disso, evita possíveis mecanismos de resistência do patógeno, elevando a eficiência do produto.

Grigolli (2018), verificou a boa resposta ao utilizar fungicidas sistêmicos e multissítios em mistura de tanque, porém a aplicação apenas na fase vegetativa da cultura não garante um bom controle das doenças de final do ciclo. Na fase reprodutiva (principalmente no enchimento de grãos) a soja se torna muito suscetível a doenças, sendo necessário realizar novas aplicações. Dado que aplicações com os mesmos produtos não são indicados, logo é necessário encontrar produtos com diferentes princípios ativos para realizar o tratamento.

O *Bacillus amyloliquefaciens* apresenta potencial para ser usado como um agente de controle biológico para fungos fitopatogênicos, e este encontra-se em amplo

desenvolvimento comercial a fim de substituir ou reduzir o uso de fungicidas químicos. (STEFFLER *et al.*, 2019).

A bactéria *Bacillus* spp. tem a capacidade de inibir o crescimento micelial de diferentes fungos na cultura da soja. Comparado com outras espécies, como por exemplo o *Bacillus amyloliquefaciens*, reduziu uma proporção maior de patógenos. Desta maneira, quando utilizado como método alternativo de controle, os danos causados por doenças fúngicas na cultura da soja podem ser minimizados. De acordo com Pires (2009), em seus estudos, notou-se que *Bacillus amyloliquefaciens*, obteve uma maior eficiência de controle sobre *Fusarium solani* e *Phakopsora Pachyrizhi*, sendo essas a podridão radicular e a ferrugem asiática respectivamente.



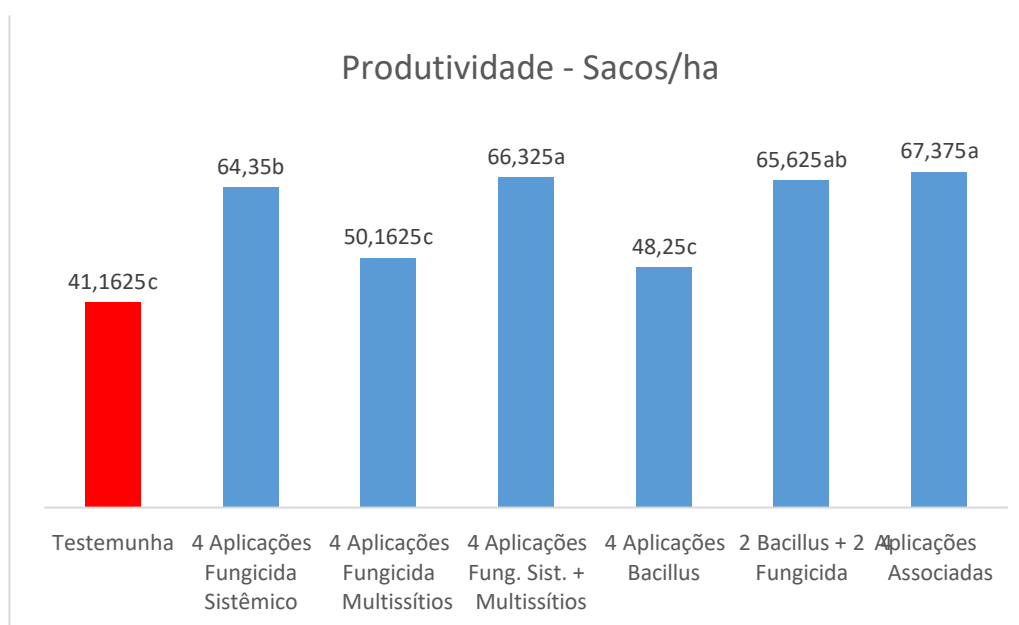
**Figura 1:** Eficiência de controle (AACPD) em diferentes tratamentos com fungicidas e *Bacillus* spp. no controle de doenças de final de ciclo em plantas de soja. Fonte: o Autor, 2021.

Quanto a produtividade a melhor resposta ocorreu quando utilizou-se fungicidas sistêmico associado com *Bacillus* (*B. subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*) em todas as aplicações, mas não diferiu da aplicação da associação de fungicidas sistêmico com multissítios e do tratamento com duas aplicações de biológicos e duas aplicações de fungicidas.

De acordo com o exposto na figura 1, o resultado demonstra certa compatibilidade dos *Bacillus* com o fungicida sistêmico, bem como o tratamento com

o uso de duas aplicações de *Bacillus* na fase inicial e posteriormente duas aplicações de fungicida sistêmico, aparentemente uma alternativa interessante no manejo de doenças, com redução de químicos, controle de doenças de forma eficiente e manutenção de altas produtividades.

O *Bacillus subtilis* é uma alternativa com elevado potencial protetor fitossanitário cooperando, assim, para o ótimo desenvolvimento de várias culturas, dentre elas a soja. Com a atuação deste agente biológico, ocorre uma melhor disponibilidade nutritiva para as plantas através da solubilização do fósforo, produção de fitormônios e disponibilização de nutrientes. É perceptível que o uso deste microrganismo é bastante promissor como alternativa ao uso de fungicidas, sendo um potencializador para o aumento da produção agrícola. (AGOSTINI, *et al.*, 2007).



**Figura 2.** Rendimento da soja (sacos/ha) submetida a sete diferentes tratamentos para controle de doenças de final de ciclo. Fonte: o Autor, 2021.

## 8. CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que o uso do produto comercial a base de *B. subtilis*; *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens* apresenta ação sobre doenças de final de ciclo.

Quando posicionado somente *Bacillus*, a redução na severidade de DFCs foi positiva, diferindo-se da testemunha, porém com eficiência inferior aos fungicidas no controle de doenças.

O uso de *Bacillus* spp. em duas aplicações iniciais e duas de fungicidas, ou então, nas quatro aplicações associadas apresenta boa performance na redução de doenças e acréscimo em produtividade.

## REFERÊNCIAS

ABCBio. **Controle biológico faz parte do futuro da agricultura.** Disponível em: <<http://croplifebrasil.org/noticias/controle-biologico/>>. Acesso em: 2 de Set de 2020.

AGOSTINI, P. *et al.* **Avaliação do potencial de *Bacillus subtilis* na proteção e no desenvolvimento da soja.** Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/15772/1/2007RA003.pdf>>. Acesso em: 26 de Mar de 2021.

AGOSTINO, F. D.; MORANDI, M. A. B. **Análise da Viabilidade Comercial de Produtos à Base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus* para o Controle de Fitopatógenos no Brasil.** Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144216/1/2009CL-15.pdf>>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

BARROS, R. **Doenças da Cultura da Soja.** Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br:8080/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/139/139/newarchive139.pdf>>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

BEZERRA, A. R. G.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A.; SOARES, M. M. Soja do plantio a colheita. **Origem da soja.** 2015. p. 9 – 13.

BIGOLIN, H; L. **Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*).** Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3354/henrique%20bigolin%20TCC%20final%20%281.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 de Mar de 2021.

CARVALHO, A. L. U. **Fisiologia de *Bacillus subtilis* R14 sob condições restritas e irrestrita de oxigênio: Produção de compostos bioativos e esporulação.** Disponível em: <[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/1534/1/arquivo4466\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/1534/1/arquivo4466_1.pdf)>. Acesso em: 3 de Set de 2020.

CONAB. **Levantamento de grãos confirma produção acima de 250 milhões de toneladas na safra 2019/2020.** Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimasnoticias/3371-levantamento-de-graos-confirma-producao-acima-de-250-milhoes-detoneladas-na-safra-2019-2020>>. Acesso em 15 de Set de 2020.

CONAB. **Perspectiva para agropecuária.** Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/images/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>>. Acesso em: 01 de Set de 2020.

CONTE, O. LIMA, D. OLIVEIRA, F. T. SEIXAS, C. D. S. GHELLER, J. A. HAAS, I. J. HARGER, N. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja.** Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1075494>>. Acesso em: 3 de Set de 2020.

COSTAMILAN, L. M. **Estresses ocasionados por doenças e por nematoides.** Passo Fundo, 2000. P. 147 – 148.

DIAS, P. A. E. ***Bacillus spp.* como promotores de crescimento.** Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/153201/diaz\\_pae\\_me\\_jabo.pdf?sequence=3](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/153201/diaz_pae_me_jabo.pdf?sequence=3)>. Acesso em: 10 de Out de 2020.



EMBRAPA. **Controle biológico no Brasil tem potencial de crescer 20% ao ano.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45574867/controle-biologico-no-brasil-tem-potencial-de-crescer-20-ao-ano>>. Acesso em: 2 de Set de 2020.

EMBRAPA. **Importância do *Bacillus subtilis*.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18133800/seminario-abordou-importancia-do-bacillus-subtilis->>. Acesso em: 2 de Set de 2020.

EMBRAPA. **Manual de Segurança e Qualidade para a cultura da Soja.** Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25249/1/MANUALSEGURANCAQUALIDADEParaaculturadesoja.pdf>>. Acesso em: 15 de Set de 2020.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2019/20).** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 1 de Out de 2020.

EMBRAPA. **Tendências do controle biológico no Brasil e no mundo.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>>. Acesso em: 2 de Set de 2020.

FARIAS, J. R. B. **Manual de identificação de doenças da soja.** 5º Ed. pg 12 – 14. Londrina – Pr, 2014.

FILHO, R. L.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. **Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*.** Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/235952477\\_Controlo\\_biologico\\_mediado\\_por\\_Bacillus\\_subtilis](https://www.researchgate.net/publication/235952477_Controlo_biologico_mediado_por_Bacillus_subtilis)>. Acesso em: 3 de Set de 2020.

GAVIOLI, R. **Soja: conheça três doenças de final de ciclo.** Disponível em: <<https://go.alltech.com/soja/noticias/soja-conhe%C3%A7a-tr%C3%AAs-doen%C3%A7as-de-final-de-ciclo>>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

GRIGOLLI, J. F. J. **Manejo de doenças na cultura da soja.** Disponível em: <[https://www.fundacaoms.org.br/base/www.fundacaoms.org.br/media/attachments/303/303/5bf01cc3a7885009c9e47176f153fe5e967c6cb20f243\\_06-manejo-de-doencasna-cultura-da-soja-somente-leitura.pdf](https://www.fundacaoms.org.br/base/www.fundacaoms.org.br/media/attachments/303/303/5bf01cc3a7885009c9e47176f153fe5e967c6cb20f243_06-manejo-de-doencasna-cultura-da-soja-somente-leitura.pdf)>. Acesso em: 27 de Mar de 2021.

GODOY, C. V. **Fungicidas para controle da ferrugem da soja.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55043572/publicacao-avalia-eficiencia-de-fungicidas-para-controle-da-ferrugem-da-soja>>. Acesso em: 1 de Out de 2020.

GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. **Ferrugem-asiática da soja: bases para o manejo da doença e estratégias antirresistência.** Disponível em: <[https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1122923/1/DOC\\_428.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1122923/1/DOC_428.pdf)>. Acesso em: 18 de Set de 2020.

GUERZONI, R. A. **Efeito das doenças foliares de final de ciclo da soja**. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20181127-161016/publico/GuerzoniRodrigoAyusso.pdf>>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

ITCG. **Clima do Paraná**. Disponível em: < [http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos\\_DGEO/Mapas\\_ITCG/PDF/Mapa\\_Climas\\_A3.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Climas_A3.pdf)>. Acesso em: 1 de Out de 2020.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M.H. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro.pdf>>. Acesso em: 1 de Set de 2020.

LIMA, D.; CONTE, O. **Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja**: relato da experiência da EMATER-PR na safra 2016-17. Disponível em: < [http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca\\_Virtual/Publicacoes\\_Tecnicas/MIP\\_MID/Circ\\_Tec134\\_ferrugem.pdf](http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca_Virtual/Publicacoes_Tecnicas/MIP_MID/Circ_Tec134_ferrugem.pdf)>. Acesso em: 3 de Set de 2020.

LISBÔA, M. P. **Caracterização de um peptídeo antimicrobiano produzido por uma linhagem de *Bacillus amyloliquefaciens***. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7475/000545908.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

MATSUO, É.; FERREIRA, S. C.; SEDIYAMA, T. Soja do plantio a colheita. **Aspectos taxonômicos**. 2015. p. 27 – 28.

MATSUO, É.; LOPES, E. A.; SEDIYAMA, T. Soja do plantio a colheita. **Manejo de doenças**. 2015. p. 288 - 290.

MEDICE, R. **Produtos alternativos no manejo da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) da soja**. Disponível em: < <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/2956>>. Acesso em: 18 de Set de 2020.

NUNES, J. L. S. **Ferrugem Asiática**. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/ferrugem-asiatica\\_361544.html#:~:text=A%20ferrugem%20asi%C3%A1tica%20da%20soja,,grande%20potencial%20perdas%20na%20produtividade.&text=A%20ferrugem%20asi%C3%A1tica%20foi%20relatada,vez%20no%20Jap%C3%A3o%2C%20em%201903.](https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/ferrugem-asiatica_361544.html#:~:text=A%20ferrugem%20asi%C3%A1tica%20da%20soja,,grande%20potencial%20perdas%20na%20produtividade.&text=A%20ferrugem%20asi%C3%A1tica%20foi%20relatada,vez%20no%20Jap%C3%A3o%2C%20em%201903.)>. Acesso em: 3 de Set de 2020.

OTÁVIO, P.; FROIO, R.; TAMARA, A. F. R.; LOST, R.; **Biocontrole de mofo branco em soja com *Bacillus spp.*** Disponível em: < [http://www.infobibos.com/anais/cpfito/41/Resumos/Resumo41CPFito\\_0130.pdf](http://www.infobibos.com/anais/cpfito/41/Resumos/Resumo41CPFito_0130.pdf)>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

PARRA, J.R.; BOTELHO, P. S.M.; FERREIRA, B, S.C.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar**. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Mauricio\\_Bento/publication/318826649\\_Control\\_Biol](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Mauricio_Bento/publication/318826649_Control_Biol)>

ogico\_Uma\_Visao\_Inter\_e\_Multidisciplinar\_in\_portuguese/links/5980804baca272ebd41cc037/Controle-Biologico-Uma-Visao-Inter-e-Multidisciplinar-in-portuguese.pdf>. Acesso em: 2 de Set de 2020.

PIRES, E. M. Controle biológico. **Estudos, aplicações e métodos de criação de predadores no Brasil**. Ed. UFV. p. 18 – 19. 2016.

PIRES, E. M. **Aplicação de isolados de *Bacillus spp.* no controle biológico de doenças na cultura da soja**. Disponível em: < <https://maissoja.com.br/aplicacao-de-isolados-de-bacillus-spp-no-controle-biologico-de-doencas-na-cultura-da-soja/>>. Acesso em: 26 de Mar de 2021.

RODRIGUES, L. K. **Doenças de final de ciclo na soja**. Disponível em: < <https://promip.agr.br/doencas-de-final-de-ciclo-na-soja/>>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

SEI, F.B.; LEITE, M.S.; RIBEIRO, R. ***Bacillus subtilis*: agente de controle biológico e promotor de crescimento em plantas**. Disponível em:< <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24104&secao=Colunas%20e%20Artigos#:~:text=Bacillus%20subtilis%20%C3%A9%20um%20organismo,de%20pat%C3%B3genos%20em%20diversas%20culturas.>>. Acesso em: 2 de Set de 2020.

STEFFLER, A. D. Et al. **Efeito do uso de *Bacillus amyloliquefaciens* sobre a produtividade de duas cultivares de soja**. Disponível em:< <http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/IXSIEPEX/IXSIEPEX/paper/viewFile/3670/926>>. Acesso em: 24 de Mar de 2021.

SOARES, M. A.; PIRES, E. M.; OLIVEIRA, M. A.; FERNANDES, F. L. Controle biológico. **Manejo integrado de pragas e seus métodos de controle**. Ed. UFV. p. 20 – 23. 2016.

UGALDE, M. G. **Controle de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja**. Disponível em:< <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5127/Mauro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 de Set de 2020.

YORINORI, J. T. **Antracnose**. Disponível em: < [https://www.agencia.cnptia.Embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_102\\_271020069133.html](https://www.agencia.cnptia.Embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_102_271020069133.html)>. Acesso em: 10 de Out de 2020.

ZOZ, D.; GHELLER, J. A. **Manejo químico da ferrugem asiática utilizando o coletor de esporos como indicativo do momento ideal de controle da ferrugem na cultura da soja**. Disponível em: < [https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/566ec30515a59.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/566ec30515a59.pdf)>. Acesso em: 3 de Set de 2020.