

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN – RS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Marco Luis Allati

**INFLUÊNCIA DO USO DE CONTROLE BIOLÓGICO NA CULTURA  
DA SOJA DE SEGUNDA SAFRA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO  
NO SUL DO BRASIL**

Frederico Westphalen, RS 2021

**Marco Luis Allati**

**INFLUÊNCIA DO USO DE CONTROLE BIOLÓGICO NA CULTURA DA SOJA DE  
SEGUNDA SAFRA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,  
RS) *Campus* Frederico Westphalen, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
**Engenheiro Agrônomo.**

Orientadora: Prof. Dr.<sup>a</sup> Adriana Graciela Desire Zecca

Frederico Westphalen, RS 2021

**Marco Luis Alliat**

**INFLUÊNCIA DO USO DE CONTROLE BIOLÓGICO NA CULTURA DA SOJA DE  
SEGUNDA SAFRA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) *Campus* Frederico Westphalen, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Agrônomo**.

**Aprovado em 16 de dezembro de 2021**

---

**Adriana Graciela Desire Zecca, Dr.<sup>a</sup> (UFSM)**  
(Orientadora)

---

**Denise Schmidt, Dr.<sup>a</sup> (UFSM)**  
(Comissão examinadora TCC)

---

**Renata Riboli Pinto, (UFSM)**  
(Comissão Examinadora TCC)

Frederico Westphalen, RS  
2021

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha Mãe, Lenice Dreyer, a pessoa que sempre me apoiou desde o começo dos meus estudos em Frederico Westphalen, se esforçou e se dedicou para que eu conseguisse.*

*Dedico também ao meu “Paidrasto”, Milton Luiz Satler, por me dar força e motivação a nunca desistir e por ter se tornado um pilar para mim e para minha Mãe.*

*Dedico aos meus avós maternos, Senira Amália Fries Dreyer e Orlando Dreyer (in memoriam), por me ensinarem a ter paciência e me mostrarem que as coisas simples da vida as vezes são as mais importantes.*

*Dedico a minha namorada, Mariana Mahl, a pessoa que me deu força quando eu precisava durante essa jornada pela graduação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me dar forças, por me dar a vida e a proteção para sempre continuar em frente e não desistir quando as situações não eram favoráveis.

Agradeço a minha família por me dar apoio sempre. A minha Mãe, Lenice Dreyer, alguém que sempre conseguiu me confortar quando eu mais precisei, a pessoa que eu mais amo nessa vida. Agradeço ao meu “Paidrasto”, Milton Luiz Satler, por ter proporcionado a minha permanência em Frederico e por sempre me incentivar a estudar e a correr atrás dos meus sonhos, sem você eu não teria conseguido. A minha namorada, Mariana Mahl, que me apoia em todas as decisões, que sempre esteve e está comigo em todas as horas.

Agradeço a minha orientadora, Adriana Zecca, obrigado por ter aceitado esse desafio de me orientar, obrigado pelas conversas e pelo apoio.

A todos os professores da UFSM campus Frederico Westphalen que passaram pela minha vida acadêmica, sem vocês eu não estaria aqui hoje, meu muito obrigado por todos os ensinamentos e conselhos.

A todos os colegas e amigos de faculdade, obrigado por terem feito parte da minha vida. A todos que de alguma forma colaboraram para eu estar aqui hoje, meu muito obrigado.

Agradeço a empresa BMF TecBio de Três Passos, pela oportunidade de realizar meu estágio, dar meu primeiro emprego e abrir as portas para o mundo. Sou muito grato a vocês por todo o ensinamento, conselhos, conversas e por ter me permitido fazer parte de suas vidas e da empresa. É uma amizade que levarei para a vida toda.

Agradeço também ao professor Eduardo Souza da UERGS de Três Passos por ter me ajudado e pelo apoio no meu TCC.

E por fim, agradeço a UFSM pela educação gratuita e de qualidade.

*“Escolha um trabalho que você ame, e não  
terás que trabalhar um único dia em sua vida”*

(Confúcio)

## RESUMO

### INFLUÊNCIA DO USO DE CONTROLE BIOLÓGICO NA CULTURA DA SOJA DE SEGUNDA SAFRA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL

AUTOR: Marco Luis Allati

ORIENTADOR: Adriana Graciela Desire Zecca

Na cultura da soja, um dos principais problemas são as pragas e doenças, sendo esses um dos principais fatores limitantes na exploração do seu máximo potencial de produtividade. Dessa forma, alternativas ao uso de defensivos químicos devem ser testadas para que o controle de pragas e doenças seja realizado com mais sustentabilidade. O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de diferentes associações entre microrganismos utilizados no controle biológico sobre parâmetros de produtividade da cultura da soja cultivada em segunda safra. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso e os tratamentos testados foram os seguintes: T1- Controle (sem controle de doenças e de pragas); T2- Biológico 1 (*Bacillus subtilis* + *Beauveria bassiana* – 4 aplicações); T3- Biológico 2 (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Beauveria bassiana* – 4 aplicações) e; T4- Biológico 3 (*Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens* + *Beauveria bassiana* – 4 aplicações). As associações entre os agentes biológicos estudados, demonstraram melhoras nos parâmetros de número de legumes por planta, número de grãos por legume, peso de mil grãos e produtividade, em relação ao tratamento testemunha que não recebeu nenhum controle de pragas e doenças. A influência do uso de microrganismos em associação promoveu efeito positivo sobre os parâmetros de produtividade número de legumes por planta, número de grãos por legumes, peso de mil grãos e produtividade da cultura da soja.

**Palavras-chave:** *Bacillus subtilis*; *Beauveria bassiana*; *Bacillus amyloliquefaciens*; fitossanidade de soja.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF THE USE OF BIOLOGICAL CONTROL ON THE SECOND CULTURE OF SOYBEAN NO-TILLAGE IN SOUTHERN BRAZIL

AUTHOR: Marco Luis Alliat

ADVISOR: Adriana Graciela Desire Zecca

In the soybean crop, one of the main problems is pests and diseases, which are one of the main limiting factors in exploiting its maximum productivity potential. Thus, alternatives to the use of chemical pesticides must be tested so that pest and disease control is carried out more sustainably. The aim of this study is to evaluate the influence of different associations between microorganisms used in biological control on productivity parameters of soybean crop grown in the second crop. The experimental design was in randomized blocks and the treatments tested were as follows: T1- Control (without disease and pest control); T2- Biological 1 (*Bacillus subtilis* + *Beauveria bassiana* – 4 applications); T3- Biological 2 (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Beauveria bassiana* – 4 applications) and; T4- Biological 3 (*Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens* + *Beauveria bassiana* – 4 applications). The associations between the biological agents studied showed improvements in the parameters of number of pods per plant, number of grains per pod, weight of a thousand grains and yield, in relation to the control treatment that did not receive any pest and disease control. The influence of the use of microorganisms in association promoted a positive effect on the productivity parameters number of pods per plant, number of grains per pod, weight of thousand grains weight and soybean crop yield.

**Key words:** *Bacillus subtilis*; *Beauveria bassiana*; *Bacillus amyloliquefaciens*; soybean plant health.



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Plantas por metro linear (PML), altura de plantas (AP), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de soja submetidas a diferentes tratamentos.....	17
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
2.1	CULTURA DA SOJA .....	12
2.2	CONTROLE BIOLÓGICO .....	14
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>20</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem grande destaque na produção de soja (*Glycine max*) mundial, e hoje lidera a produção com 135,409 milhões de toneladas obtidas em uma área cultivada de 38,502 milhões de hectares na safra 2020/2021 (CONAB, 2021). A produção é liderada pelos estados de Mato Grosso, com 26,5% da produção nacional, Rio Grande do Sul com 14,9%, Paraná com, 14,7%; Goiás, 10,1%; e Mato Grosso do Sul, 8,4% (CONAB, 2021; MAPA, 2021). Isso faz da soja a principal cultura agrícola do País e a principal fonte de renda de muitos produtores rurais.

Contudo, alguns dos principais problemas da cultura da soja são as pragas e doenças, sendo esses um dos principais fatores limitantes na exploração máxima do potencial de produtividade da cultura. As pragas e doenças, de modo geral, causam a redução do volume de produção, prejuízos à qualidade dos produtos, e, conforme a situação, podem levar à morte as plantas e até dizimar cultivos inteiros. No caso da soja, as pragas e doenças mais críticas da cultura são a lagarta *Helicoverpa armigera* e a Ferrugem asiática, que podem causar uma redução de aproximadamente 30% da produção agrícola nacional, caso não ocorra o controle. Porém, o não controle de outras espécies de lagartas, percevejos e mosca branca também levam a perdas elevadas, que podem superar os 20% (CEPEA, 2019).

Nesse sentido, as pragas e doenças são normalmente controladas por meio de aplicações de produtos químicos fitossanitários e, essa prática, tem agravado problemas relacionados a contaminação ambiental, a níveis elevados de resíduos de agrotóxicos em alimentos e a seleção de populações de patógenos resistentes a essas substâncias (DORIGHELLO, 2017). Para minimizar esses problemas, nos últimos anos, diferentes produtos de base biológica vêm sendo pesquisados e comercializados, ganhando mercado devido a sua baixa toxicidade e boa eficiência (RUIU, 2018). No Brasil, o mercado total de defensivos agrícolas químicos e biológicos aumentou de 10,3 bilhões para 11,6 bilhões de dólares entre as safras anos 2017/2018 e 2019/2020. Os produtos de base biológica representam uma quota minoritária deste mercado, que, no entanto, aumentou neste período de 1,5 para 2,6%, ou seja, quase duplicou de valor em três anos. Em nível global, as projeções sugerem que o biocontrole representará 10% do mercado de defensivos agrícolas até 2025 (GOULET, 2021). Isso se deve ao fato de que os produtores estão buscando meios mais sustentáveis, já que os biológicos além de serem menos agressivos ao meio ambiente, também são altamente seletivos, conservando os inimigos naturais.

Dentro do controle de doenças em plantas causadas por fungos ou bactérias fitopatogênicas, existe um importante agente de antagonismo que são as bactérias do gênero *Bacillus* spp. Esse é um dos gêneros mais estudados e utilizado no controle biológico para doenças de solo, bem como da parte aérea. Ainda, além de atuar como um antagonista de fitopatógenos, o gênero *Bacillus* spp. também atua como um promotor de crescimento, na solubilização de nutrientes, na indução de resistência para estresses abióticos e na produção de fito hormônios (CLEMENTE et al., 2016). Estudos com isolados de *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefasciens* têm mostrado eficiência como agente de biocontrole na cultura da soja. (MONTINO, 2021; SCHOTT et al., 2021; DORIGHELLO, 2017). Entre os fungos entopatogênicos, o *Beauveria bassiana*, está entre os mais utilizados para fabricação de produtos biológicos, além de ser um dos mais estudado no controle biológico de pragas. Isto se deve ao fato dele ter a capacidade de infectar cerca de 700 espécies de artrópodes (IMOULAN et al., 2017).

Baseado no acima exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes associações entre microrganismos utilizados no controle biológico sobre parâmetros de produtividade da cultura da soja cultivada em segunda safra.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CULTURA DA SOJA**

A soja (*Glycine max*) é uma planta herbácea da classe Magnoliopsida (Dicotiledônea), ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Glycine* L. Ela possui grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo, como no reprodutivo, podendo ser influenciada pelo meio ambiente. Apresenta sementes lisas, ovais, globosas, nas cores amarela, preta ou verde e o hilo geralmente é marrom, preto ou cinza (SEDIYAMA et al., 2016). O desenvolvimento fenológico da cultura foi detalhado por Fehr e Caviness (1977), e pode ser dividido em: Fase Vegetativa (V), com as subdivisões ou estádios designados numericamente como V1, V2, até Vn, salvo os dois primeiros estádios, conhecidos como Ve (emergência) e Vc (estádio de cotilédone) e Fase Reprodutiva (R), com oito subdivisões e suas representações também numéricas, subdivididas em quatro partes que descrevem o florescimento (R1 e R2), o

desenvolvimento da vagem (R3 e R4), o desenvolvimento da semente (R5 e R6) e a maturação da planta (R7 e R8).

No Brasil, o cultivo de soja começou a ter importância comercial na década de 60. Isso aconteceu devido ao aumento da demanda por alimentos à base de proteína, principalmente no caso de produções de suínos e aves, e também devido ao aumento do preço do grão que aconteceu na década de 70. O primeiro relato do cultivo de soja no País, ocorreu no estado da Bahia no ano de 1882 (BLACK, 2000). Logo após, foi inserida em São Paulo (SP), e posteriormente no Rio Grande do Sul (RS), pois nesses locais a cultura se adaptou melhor às condições edafoclimáticas (BONETTI, 1981).

Dessa forma, a medida que a cultura foi expandindo, as pesquisas e o desenvolvimento de novas cultivares, possibilitou produzir soja em todas as regiões do Brasil. Atualmente, a soja possui representatividade elevada no agronegócio, em virtude de ser um produto agrícola mundial e que mantém um mercado estruturado neste contexto. Fator que evidencia a importância da soja mundialmente e a versatilidade do grão, sendo muito utilizado tanto na alimentação humana, como animal, bem como, matéria prima para a produção de óleo, para a indústria química, fabricação de combustíveis, produtos farmacêuticos, de beleza e diversos subprodutos utilizados nas agroindústrias e no dia a dia dos consumidores (PEREIRA, 2021). Segundo os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção brasileira na safra 2021/22 será de 140,75 milhões de toneladas, ou seja, se confirmado esse volume a produção será 2,5% superior ao produzido na safra 2020/21. Já a produção de soja em 2030/31 está projetada em 175,4 milhões de toneladas. Esse número representa um acréscimo de 29,5% em relação à produção de 2020/21.

Essas informações notabilizam a importância da cultura da soja nacionalmente. Porém, o aumento gradativo da produção a cada ano, vem causando preocupações em relação aos fatores ambientais. Com a expansão do cultivo da soja surgiram no Brasil, também surgem os problemas fitossanitários. Pois, durante o seu ciclo de desenvolvimento, uma variedade de pragas e doenças podem incidir sobre a cultura, causando redução da produtividade e da qualidade dos grãos ou sementes produzidas (HENNING, 2009), o que acarreta na utilização de uma ampla gama de produtos químicos. Desta maneira, tentando reduzir o uso intenso de produtos químicos para controlar esses problemas, procura-se associar e fazer uso de novas metodologias, como o uso do controle alternativo, na busca por mecanismos que possam reduzir os impactos ambientais e na saúde ocasionados pelo uso indiscriminado dos químicos, dentre eles pode-se citar o controle biológico. Nesse contexto, o controle biológico faz parte do manejo

de diversas culturas, e vem ganhando cada vez mais espaço, devido a qualidade dos produtos disponíveis e ao aumento dos mesmos no mercado (MEDEIROS et al., 2018).

## 2.2 CONTROLE BIOLÓGICO

Atualmente, existe uma tendência que o manejo biológico cresça por conta da demanda dos consumidores e do mercado por alimentos mais saudáveis, livres de químicos e obtidos por processos mais próximos dos naturais (RUIU, 2018). Para isso, a utilização do controle biológico através do uso de microrganismos, permite garantir a sanidade e nutrição das culturas de forma mais sustentável. O controle biológico pode ser definido como o uso de organismos vivos para o controle de pragas agrícolas, como insetos, e de microrganismos transmissores de doenças a partir do uso de seus inimigos naturais, visando a redução das populações, da soma do inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno (COOK e BAKER, 1983). Dessa forma, o controle biológico pode ser realizado por microrganismos, como bactérias, fungos e vírus.

Entre os principais microrganismos utilizados no controle biológico podemos destacar as bactérias do gênero *Bacillus* spp. Elas têm ocorrência cosmopolita e são encontradas em todas as partes do mundo, ou seja, em vários substratos como solo, superfície de plantas, rizosfera, grãos armazenados, insetos mortos, dentre outros. São bactérias Gram-positivas e aeróbicas, podendo facultativamente crescer em anaerobiose (EMBRAPA, 2020). Nesse gênero, podemos destacar as espécies *Bacillus subtilis* e *Bacillus amyloliquefasciens*, conforme será apresentado a seguir.

*Bacillus subtilis* é uma bactéria móvel, que forma esporos centrais com formato cilíndrico ou elipsoidal, sendo encontrada principalmente no solo e na rizosfera, o que proporciona proteção contra vários agentes causadores de doenças em plantas, através dos inúmeros metabólitos secundários que ela produz. Estudos tem demonstrado que a bactéria *Bacillus subtilis* reduziu o crescimento micelial dos fungos *Fusarium solani*, *Corynespora cassiicola* e *Colletotrichum lindemuthianum*, pela produção de lipopeptídeos, que causam a ruptura celular do patógeno (SOUZA et al., 2015; DORIGHELLO, 2017).

*Bacillus amyloliquefasciens* é uma bactéria móvel, muito semelhante a *Bacillus subtilis*. A forma mais utilizada para diferenciá-la é através de métodos moleculares. Sua utilização na agricultura ocorre devido a produção de enzimas de interesse industrial e possui grande atividade microbiana, vem sendo utilizada no controle de nematoides como a espécie

*Pratylenchus brachyurus* (nematóide das lesões radiculares), no qual age colonizando o sistema radicular da planta, formando uma barreira protetora, impedindo assim a entrada dos mesmos (EMBRAPA, 2020).

Entre os fungos utilizados no controle biológico, podemos destacar a espécie *Beauveria bassiana*, que faz parte de um grupo de agentes de controle biológico chamados fungos entomopatogênicos. Estes fungos são nocivos para os insetos e, naturalmente nos ambientes, são responsáveis por causar a morte de muitos indivíduos. É uma espécie de fungo que possui capacidade de se desenvolver utilizando hospedeiros, sobrevive no mesmo através da germinação dos esporos e liberação de conídios. Dessa forma, possui capacidade de infeccionar e se desenvolver utilizando hospedeiros como lagartas, percevejos e larva-alfinete. É recomendado para o controle de mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*) e bicudo-da-cana-de-açúcar (*Sphenophorus levis*) (MARQUES et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2006; ERTHAL JUNIOR, 2011; MAPA, 2021), percevejo-marrom da soja (*Euschistus heros*) (SILVA-SANTANA et al., 2021).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma propriedade rural no município de Tiradentes do Sul – RS, na localidade de Esquina Progresso, conforme as coordenadas 27°24'32.42"S 54° 2'7.22"O. O clima do local é tipo Cfa, subtropical úmido (KÖPPEN, 1931).

O solo da área experimental é caracterizado como Latossolo Vermelho (SANTOS et al., 2018). A área onde foi implantado esse estudo vinha sendo utilizada com a cultura do milho em plantio direto. O experimento foi instalado em 08 fevereiro de 2021, acompanhando o plantio do produtor na soja de segunda safra. A instalação da soja foi realizada por semeadura em plantio direto, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas, utilizando-se uma densidade de semeadura de 21 sementes por metro linear da cultivar AS 3590 IPRO.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 parcelas de 3,0 m de comprimento x 2,25 m de largura (6,75 m<sup>2</sup>), testando diferentes combinações de tipos de produtos biológicos para o controle de doenças e insetos na cultura da soja, conforme segue:

T1- Controle (sem controle de doenças e de pragas).

T2- Biológico 1 (*Bacillus subtilis* + *Beauveria bassiana* – 4 aplicações).

T3- Biológico 2 (*Bacillus amyloliquefaciens* + *Beauveria bassiana* – 4 aplicações).

T4- Biológico 3 (*Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens* + *Beauveria bassiana* – 4 aplicações).

A calda utilizada por hectare foi de 200 litros, e as aplicações foram realizadas entre os dias com uma bomba costal de 18 litros com dois bicos de pulverização tipo leque. Para a dosagens dos produtos, para controle de doenças e pragas foi utilizado uma pipeta de 3 mililitros. Para medição da calda, que foi de 540 ml nas áreas totais dos tratamentos, em um espaço de 27 m<sup>2</sup>, foi utilizado uma proveta de 100 ml. A concentração de produto por hectare utilizada foi: *Bacillus subtilis* – 2,0 L/ha; *Bacillus amyloliquefaciens* – 0,5 L/ha e; *Beauveria bassiana* – 0,3 L/ha.

O intervalo entre as aplicações foi de 15 dias, acompanhando o intervalo realizado pelo produtor. As aplicações iniciaram no dia 13/03/2021, no horário sempre depois das 17:00 horas.

A colheita foi realizada dia 05/06/2021 e os parâmetros avaliados no presente estudo foram plantas por metro linear (PML), altura de plantas (TP), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL), peso de mil grãos (PMG). As coletas das amostras para essas avaliações foram realizadas por meio do corte de 2 linhas centrais de 2 metro linear cada, dentro de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando os procedimentos disponíveis no pacote estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019), através da ANOVA, seguida do teste de Tukey a fim de verificar a existência de diferenças significativas entre os diferentes tratamentos.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados referentes aos parâmetros avaliados: plantas por metro linear, altura de plantas, número de legumes por planta, número de grãos por legume, peso de mil grãos e produtividade de soja, podem ser observados na Tabela 1.

Conforme mostra a tabela abaixo, para o parâmetro plantas por metro linear, os valores variaram de 12,50 a 13,93, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Já para a altura de planta, o tratamento que recebeu a aplicação do *Bacillus amyloliquefaciens* +



*Beauveria bassiana* (T3), foi significativamente inferior (47,92 cm) em relação aos demais tratamentos.

**Tabela 1:** Plantas por metro linear (PML), altura de plantas (AP), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de soja submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamentos	PML	AP ---cm---	NLP	NGL	PMG ---g---	Produtividade ---kg ha <sup>-1</sup> ---
T1	13,50 a*	57,71 a	15,93 b	1,94 b	127,75 c	1187,10 b
T2	13,93 a	51,22 a	19,89 a	2,12 a	134,50 b	1763,85 a
T3	12,87 a	47,92 b	20,47 a	2,16 a	135,25 b	1712,25 a
T4	12,50 a	53,53 a	21,52 a	2,22 a	145,17 a	1936,95 a

\*Letras minúsculas iguais entre tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Esses resultados são diferentes dos encontrados por Santos et al. (2019), que observaram um efeito significativo superior em relação ao controle para a altura de plantas, quando avaliaram efeito de diferentes espécies de fungos e formas de aplicação no controle de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja. Por outro lado, Alcebíades et al. (2019), avaliando a utilização de método químico e biológico no manejo de *Meloidogyne javanica* e sobre alguns parâmetros da cultura da soja sob cultivo protegido, verificaram que apesar dos tratamentos biológicos não terem apresentado alta eficiência em algumas das variáveis analisadas na soja, os mesmos não devem ser rejeitados, pois reduziram o fator reprodução do nematoide quando comparados à testemunha e podem ser utilizados associados a outras técnicas de manejo deste nematoide.

Quando avaliado o número de legumes por planta, bem como o número de grãos por legume, todos os tratamentos que receberam aplicação do controle biológico (T2, T3 e T4), independente da combinação das espécies, foram significativamente superiores em relação ao controle (sem aplicação - T1). Esses resultados sugerem que ambos os microrganismos foram eficientes como agentes de biocontrole. Segundo Chung et al. (2008), bactérias do gênero *Bacillus* spp. são capazes de produzir lipopeptídios como a fengicina, iturina, surfactina e bacilomina, que possuem atividades antimicrobianas, como indutoras de resistência, auxiliando ainda no controle biológico de patógenos, o que pode contribuir, como mecanismo indireto, para o potencial crescimento de plantas.

Em relação ao peso de mil grãos, todos os tratamentos com o controle biológico foram significativamente superiores ao controle (127,75g). Também, foi possível observar que o

tratamento que recebeu aplicação associada de *Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens* + *Beauveria bassiana* (T4), foi significativamente superior (145,17g), em relação aos tratamentos T2 e T3 (134,50 e 135,25 g, respectivamente). Os resultados dessa variável sugerem uma interação positiva entre bactérias e fungo como agente de controle biológico. Segundo Srivastava et al. (2010), além do uso de produtos biológicos propriamente ditos, cabe destacar que as combinações de muitos organismos antagonistas podem gerar resultados ainda melhores do que o uso individual dos mesmos. Diversos organismos podem favorecer o aumento do nível do controle biológico, pois somam diferentes mecanismos de ação. As combinações podem impor proteção em períodos e/ou condições diferentes, favorecendo em nichos distintos ou mesmo se complementando. Nesse sentido, é importante que estudos sejam realizados para compreender melhor essa interação, visando aumentar a eficiência dos agentes biológicos para o controle de pragas e doenças (SILVA, 2020).

Para o rendimento de grãos, todos os tratamentos com o controle biológico (T2, T3 e T4), foram significativamente superiores (1763,85, 1712,25 e 1936,95 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), quando comparado ao tratamento sem aplicação (T1), que produziu 1187,10 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo os dados da CONAB (2021), a produtividade média de soja do Rio Grande do Sul é de 3330 kg ha<sup>-1</sup>. Dessa forma, nota-se que entre os agentes biológicos aplicados nesse estudo, o que mais se aproximou da média do estado foi o tratamento T4, quando analisamos em valores absolutos. Evangelista et al. (2021), observaram um maior rendimento de grãos de soja (2778 kg ha<sup>-1</sup>), no tratamento que recebeu controle biológico com *Bacillus thuringiensis*, quando comparado aos tratamentos controle (sem aplicação) e o controle químico. Segundo os autores, o tratamento de base biológica, apresentou o melhor custo x benefício para o produtor, além do ganho para o meio ambiente. Demonstrando dessa forma que é possível obter lucro, com um menor impacto ambiental.

Existem poucos relatos na literatura sobre o uso conjunto de mais de um produto biológico para controle de patógenos, seja em associação de dois ou três microrganismos. Apesar disso, os resultados obtidos no presente estudo mostraram que para a maior parte das variáveis analisadas, os melhores resultados em números absolutos foram para a associação entre as bactérias *Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens* e o fungo *Beauveria bassiana*, pois desta forma somam mecanismos de ação distintos, além da competição por espaço tendo maior controle sobre os patógenos (SILVA, 2020). Portanto, ficou evidente que os microorganismos utilizados no controle de pragas e doenças são promissores para a cultura da soja e a ação deles, isolados ou em associação, precisa ser melhor conhecida.

## **5 CONCLUSÃO**

A influência do uso de microorganismos em associação promoveu efeito positivo sobre os parâmetros de produtividade número de legumes por planta, número de grãos por legumes, peso de peso de mil grãos e produtividade da cultura da soja.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALCEBÍADES, M. L.; GALDINO, L. G.; CNOSSEN, E. J. N.; SODRÉ FILHO, J.; ALVES, G. C. S. **Utilização de método químico e biológico no manejo de *Meloidogyne javanica* na cultura de soja sob cultivo protegido.** Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer, v.16 n.30; p. 630-639, 2019. DOI: [10.18677/EnciBio\\_2019B58](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2019B58)
- BLACK, R. J. **Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva.** In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: tecnologia de produção II., p.1- 18, 2000.
- BONETTI, L. P. **Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição.** In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil, Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-6, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro de Agrotóxicos e afins.** 2021. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 25/11/2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio.** 2021. Disponível em: <file:///D:/arquivos/Downloads/Proje%C3%A7%C3%B5es%20do%20Agroneg%C3%B3cio%202020-2021%20a%202030-2031.pdf>>. Acesso em: 27/11/2021.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Efeito do não tratamento de pragas e doenças sobre preços ao consumidor de produtos da cadeia produtiva de soja.** Parte 3, Julho, 2019. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea\\_EstudoPragaseDoencas\\_Parte%203.pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_EstudoPragaseDoencas_Parte%203.pdf)>. Acesso em: 27/11/2021.
- CHUNG, S.; KONG, H.; BUYER, J. S.; LAKSHMAN, D. K.; LYDON, J.; KIM, S.D.; ROBERTS, D.P. **Isolation and partial characterization of *Bacillus subtilis* ME488 for suppression of soil born e pathogens of cucumber and pepper.** Applied Microbiology and Biotechnology, vol. 80, p. 115-123, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-008-1520-4>
- CLEMENTE, J. M.; CARDOSO, C. R.; VIEIRA, B. S. E.; DA MATA FLOR, I.; COSTA, R. L. **Use of *Bacillus* spp. as growth promoter in carrot crop.** African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 35, p. 3355-3359, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11316>
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise mensal da soja.** Disponível em: <file:///D:/arquivos/Downloads/SojaZ-ZAnaliseZMensalZ-ZOutubroZ2021.pdf> >. Acesso em 25/11/2021.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em 27/11/2021.
- COOK, R. J.; BAKER, K. F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens.** Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1983. 539p.

- DORIGHELLO, D. V. **Versatilidade de *Bacillus* spp. no controle biológico de doenças de plantas e na promoção de crescimento de soja.** 2017. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP, 2017.
- EMBRAPA. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de bactérias do gênero *Bacillus* spp. para uso na agricultura** / Rose Monnerat. [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 46 p. -(Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 369).
- ERTHAL JUNIOR, M. **Controle biológico de insetos pragas.** In: SEMINÁRIO MOSAICO AMBIENTAL: OLHARES SOBRE O AMBIENTE, 1., 2011, Campos de Goytacazes. Seminário. Campos de Goytacazes: IFF Guarus: S.i., 2011. p. 1 - 16.
- EVANGELISTA, J. G. V. N.; ANDRADE, A. P. S.; SANTOS, A. M.; SILVA, F. C. G.; CARMO, A. S.; ALVES, G. A. R.; FREITAS, L. S.; BORGES, L. S. **Inseticida biológico no controle de lagarta *Spodoptera eridania* no cultivo da soja.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.2, p.548-556, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0047>
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Ames: State University of Science and Technology - Special Report 80, 1977. 11 p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs.** Revista Brasileira de Biometria, [S.l.], v. 37, n.4, p.529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 10 feb. 2020. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- GOULET, F. **Biological inputs and agricultural policies in South America: between disruptive innovation and continuity.** Perspective, may, 2021. Disponível em: <<https://revues.cirad.fr/index.php/perspective/article/view/36383/35979>>. Acesso em: 27/11/2021.
- HENNING, A. A. (*Glycine max* L. Merrill). **Informativo ABRATES.** 19, 9-12, 2009.
- IMOULAN, A.; HUSSAIN, M.; KIRK, P. M.; MEZIANE, A.; YAO, Y. **Entomopathogenic fungus *Beauveria*: Host specificity, ecology and significance of morpho-molecular characterization in accurate taxonomic classification.** Journal of Asia-Pacific Entomology, v. 20, n. 4, p. 1204-1212, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.08.015>
- KÖPPEN. **Classificação climática de Köppen-Geiger.** 1931
- MARQUES, E. J.; ALVES, S. B.; MARQUES, I. M. R. **Virulência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. a *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidoptera: Crambidae), após armazenamento de conídios em baixa temperatura.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 29, p. 303-307, Junho, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000200012>
- MEDEIROS, F.H.V.; SILVA, J.C.P.; PASCHOLATI, S.F. **Controle biológico de doenças em plantas.** In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. Manual de

fitopatologia: princípios e conceitos. 5 ed., v.1. Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres, 2018, p. 261-274.

MONTINO, S. P. **Uso do *Bacillus subtilis* como agente de biocontrole de fitopatógenos da cultura de soja.** Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente. v. 2 n. 3, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.51189/rema/1338>

OLIVEIRA, A. M. de; MARACAJA, P. B.; DINIZ FILHO, E. T.; LINHARES, P. C. F. **Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 1, p. 01-09, Julho, 2006. DOI: [10.18378/rvads.v1i2.9](https://doi.org/10.18378/rvads.v1i2.9)

PEREIRA, B. M. **Evolução técnico-econômica da produção de soja no Brasil e na Argentina: uma análise histórico-comparada.** 2021. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2021.

RUIU, L. **Microbial Biopesticides in Agroecosystems.** Agronomy, v. 8 p.235, 2018. DOI: [10.3390/agronomy8110235](https://doi.org/10.3390/agronomy8110235)

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SANTOS, A. R. B.; ALMEIDA, F. A. de; LEITE, M. L. T.; FONSECA, W. L.; ALCÂNTARA NETO, F. de; PEREIRA, F. F.; CARVALHO, R. M.; BARRETO, A. F.; SANTOS, T. S. dos. **Biocontrole no manejo de *Pratylenchus brachyurus* na soja.** Revista de Ciências Agrárias, v. 42, n. 3, p.776-785, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.17201>

SCHOTT, A. D.; MICHELON, C. J.; JUNGES, E.; ROMAGNA, I. S.; SALIN, M. L.; SOARES, R. N.; STEINDORFF, T. G. **Indutor de resistência associado à fungicidas para controle de doenças na cultura da soja.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 6, p. 56300-56311, 2021. DOI: [10.34117/bjdv7n6-168](https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-168)

SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. C. T.; SEDIYAMA, H. A. A soja. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Produtividade da Soja.** Mecenas: Londrina, 2016. p. 11-18.

SILVA-SANTANA, M. F.; ALVES, L. F. A.; FERREIRA, T. T. BONINI, A. K. **Selection and characterisation of *Beauveria bassiana* fungus and their potential to control the brown stink bug.** Biocontrol Science and Technology, 2021.

DOI: [10.1080/09583157.2021.1970716](https://doi.org/10.1080/09583157.2021.1970716)

SILVA, M. da. **Compatibilidade e eficiência de produtos biológicos no controle de fitopatógenos de solo e desempenho de sementes de soja.** 2020. 183f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR, 2020.

SOUZA, R. D., MENDONÇA, E. A. F., SOARES, M. A. **Atividade antagônica a microrganismos patogênicos por bactérias endofíticas isoladas de *Echinodorus scaber*.** Summa Phytopathol. V. 41, p. 229- 232, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2010>

SRIVASTAVA, R.; KHALID, A.; SINGH, U. S.; SHARMA, A. K. **Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt.** *Biological Control*, v.53, n.1 p. 24-31, 2010. DOI: [10.1016/j.biocontrol.2009.11.012](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.11.012)