

Controle de *Rhizoctonia solani* com produtos biológicos no tratamento de sementes na cultura da soja

Control of *Rhizoctonia solani* with biological products in the seed treatment in soybean

DOI:10.34117/bjdv6n12-470

Recebimento dos originais:13/11/2020

Aceitação para publicação:19/12/2020

Nathaly Les

Mestrado em Agronomia (Doutoranda em Agronomia)

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG

Endereço :Avenida General Carlos Cavalcanti, 4749 – Uvaranas. Ponta Grossa, PR, Brasil

Email: nata1331@hotmail.com

Luciane Henneberg

Doutorado em Agronomia

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG

Endereço: Avenida General Carlos Cavalcanti, 4749 – Uvaranas. Ponta Grossa, PR, Brasil

Email: lucihenne@gmail.com

Victor Gregório Rodrigues Nadal

Engenheiro Agrônomo (Mestrando em Agronomia)

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG

Endereço: Avenida General Carlos Cavalcanti, 4749 – Uvaranas. Ponta Grossa, PR, Brasil

E-mail: victorgregorio.nadal@gmail.com

Marcelo Muller

Técnico em Agropecuária (Estudante de Agronomia)

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG

Endereço: Avenida General Carlos Cavalcanti, 4749 – Uvaranas. Ponta Grossa, PR, Brasil

E-mail: marcelo.muller.111@gmail.com

Amanda Gabrielle Szemocoviaki

Técnica em Agropecuária (Estudante de Agronomia)

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG

Endereço: Avenida General Carlos Cavalcanti, 4749 – Uvaranas. Ponta Grossa, PR, Brasil

E-mail: szemoamanda@gmail.com

Francisco Tullio Carneiro

Técnico em Agropecuária (Estudante de Agronomia)

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG

Endereço: Avenida General Carlos Cavalcanti, 4749 – Uvaranas. Ponta Grossa, PR, Brasil

E-mail: chico-tullio@hotmail.com

David de Souza Jaccoud Filho

Doutorado em Agronomia

Instituição de atuação atual: Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG

Endereço completo: Avenida General Carlos Cavalcanti, 4749 – Uvaranas. Ponta Grossa, PR, Brasil

E-mail: dj1002@uepg.br

RESUMO

Dentre as doenças da soja, se destacam os fungos do solo, sendo um dos principais, o fungo *Rhizoctonia solani*. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes produtos biológicos no controle de rhizoctoniose na cultura da soja, em casa de vegetação. Os tratamentos foram: 1- Testemunha sem inoculação; 2- Testemunha com inoculação; 3 – *Trichoderma asperellum* (Quality); 4 – *Trichoderma harzianum* (Trichodermil); 5 – *Trichoderma harzianum* (Ecotrich); 6 – *Coniothyrium minitans* (Coniothyrium); 7 – *Bacillus subtilis* (Serenade); 8 – *Bacillus pumilus* (Sonata); 9 – Tiofanato metílico + fluazinam (Certeza); 10 – Fludioxonil + Metalaxil-M (Maxim XL). Foram avaliadas a emergência inicial e final das plântulas, tombamento pré e pós-emergência, altura da raiz e parte aérea, massa seca e incidência e severidade do fungo. Os produtos biológicos a base de *Bacillus* diminuíram a incidência e severidade de *R. solani*, proporcionaram um bom estabelecimento de plântulas e aumentaram o comprimento, a altura e a massa seca da raiz e parte aérea da soja. Os produtos à base de *T. harzianum* and *C. minitans* foram ineficazes nas condições em que foram testados.

Palavras-chave: Tombamento, produtos biológicos, *Glicine max*, patógenos do solo.

ABSTRACT

Among the diseases in soybean, stands out soil fungi, the main one being, the fungus *Rhizoctonia solani*. The aim of this study was to evaluate the effect of different biological products in the control of rhizoctoniose in soybean and improvement of some physiological parameters, in greenhouse. The treatments were: 1- Control without inoculation; 2- Control with inoculation; 3 – *Trichoderma asperellum* (Quality); 4 – *Trichoderma harzianum* (Trichodermil); 5 – *Trichoderma harzianum* (Ecotrich); 6 – *Coniothyrium minitans* (Coniothyrium); 7 – *Bacillus subtilis* (Serenade); 8 – *Bacillus pumilus* (Sonata); 9 – Thiophanate methyl + fluazinam (Certeza); 10 – Fludioxonil + Metalaxyl-M (Maxim XL). Was evaluated the initial and final seedling emergence, pre and post-emergence damping-off, root and shoot height, dry weight, incidence and severity. Bacillus-based biological products decreased the incidence and severity of *R. solani*, provided a good seedling establishment, and increased the length, height, and dry mass of the root and shoot of soybean. The products based in *T. harzianum* and *C. minitans* were ineffective in the conditions that were tested.

Keywords: Damping-off, biological products, *Glicine max*, soil-borne pathogens.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas mais importantes na economia mundial. Seus grãos são utilizados na alimentação humana e na composição de diversos produtos, como por exemplo, na produção de óleo vegetal, rações para alimentação animal e na indústria química

e de alimentos, como embutidos, temperos para salada e chocolate. O Brasil é o segundo maior produtor e processador mundial da soja em grão e o segundo exportador mundial de soja, farelo e óleo, garantindo ao país um papel de grande potencial para o produto (CONAB, 2019).

São vários os fatores que podem diminuir o potencial produtivo da cultura da soja, dentre eles estão as doenças. Um dos principais patógenos que atacam as plantas de soja já nas fases iniciais de desenvolvimento é o fungo *Rhizoctonia solani*.

Rhizoctonia solani é um fungo que causa doença em muitas plantas cultivadas, é o anamorfo de *Thanatephorus cucumeris*, um basidiomiceto. É habitante natural do solo, sobrevive como saprófita, colonizando matéria orgânica ou na forma de escleródios (Ogoshi, 1987). A infecção na planta ocorre através de ferimentos ou por um revestimento do micélio, que destrói a cutícula e penetra na epiderme da planta. Este patógeno é mais agressivo, a temperaturas entre 15 e 18 °C e em solos úmidos (Guerrero-González et al., 2011).

O fungo causa lesões deprimidas de coloração marrom-avermelhada, na raiz principal e na base do hipocótilo das plantas jovens. Infecções severas podem comprometer o desenvolvimento da planta ou até levá-la a morte. A infecção na fase de emergência produz cancos profundos nas plântulas, que podem levar ao estrangulamento, causando o “damping-off” de pré e pós-emergência. A ocorrência desses sintomas tem como consequência a redução do estande, vigor e produtividade da cultura (Tôledo-Souza et al., 2009).

Devido aos fungos de solo e de sementes serem polípagos, necrotróficos e altamente agressivos, as medidas de controle tradicionais incluindo o uso de fungicidas, muitas vezes são ineficazes no controle de rhizoctoniose (Agrios, 2005). O controle biológico é uma medida importante, uma vez que pode controlar a doença, sem prejudicar o meio ambiente e a saúde humana. Há relatos de biocontrole de *R. solani* utilizando diversos microrganismos, tais como *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. (Alwathnani et al., 2012; Huang et al., 2011; Basurto-Cadena, 2012; Arcos; Zúñiga, 2015). O controle biológico compreende mecanismos tais como o micoparasitismo, produção de antibióticos, competição por espaço e nutrientes, secreção de enzimas quitinolíticas, modulação da resistência induzida e aumento do crescimento de plantas (Singh et al., 2014).

Os produtos biológicos à base de microrganismos benéficos estão crescendo no mercado. São mais seletivos, possuem baixa quantidade de resíduos e alto desempenho, menos efeitos tóxicos ao homem e ao meio ambiente, comparando aos agrotóxicos. Além disso à resistência dos patógenos a esses produtos ainda não foi reportada. Os produtos biológicos estão rapidamente se tornando uma nova tendência na indústria global de pesticidas. (Mnif; Ghribi, 2015).

As pesquisas envolvendo produtos biológicos para o controle de *R. solani* na cultura da soja são escassas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes produtos biológicos no controle de *R. solani* na cultura da soja por meio do tratamento de sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) em Ponta Grossa-PR.

Primeiramente as sementes de soja da cultivar Vanguarda foram inoculadas com o fungo *R. solani* (CMM-1572) conforme a metodologia de Machado et al. (2001), onde as sementes permaneceram durante 24 horas em contato com o fungo crescido no meio de cultura BDA em placas de Petri.

Em seguida, as sementes foram tratadas com os produtos biológicos e fungicidas comerciais, com as doses recomendadas pelo fabricante. Foram utilizados dois controles, um com inoculação dos fungos nas sementes e outro sem inoculação. Os tratamentos foram 1- Testemunha sem inoculação; 2- Testemunha com inoculação; 3 – *Trichoderma asperellum* (Quality®); 4 – *Trichoderma harzianum* (Trichodermil®); 5 – *Trichoderma harzianum* (Ecotrich ®); 6 – *Coniothyrium minitans* (Coniothyrium); 7 – *Bacillus subtilis* (Serenade ®); 8 – *Bacillus pumilus* (Sonata®); 9 – Tiofanato metílico + fluazinam (Certeza®); 10 – Fludioxonil + Metalaxil-M (Maxim XL®).

O experimento foi conduzido em bandejas plásticas para produção de mudas com 32 células e capacidade de 06 litros. Foram semeadas 32 sementes por bandeja, uma em cada célula. Cada bandeja foi considerada uma parcela, foram realizadas 4 repetições, totalizando 128 sementes por tratamento.

Para as avaliações de emergência, foram realizadas duas avaliações: a avaliação inicial (aos sete dias após a semeadura – 7 DAS) e a avaliação final (aos 26 DAS). A avaliação do tombamento foi realizada diariamente, a partir dos 7 DAS, sendo computado o número de plântulas tombadas até os 26 DAS (GOULART, 2002). Avaliou-se também o índice de velocidade de emergência (IVE), que foi determinado segundo a fórmula: $I.V.E = E1/N1 + E2/N2 + Em/Nn$, sendo E1, E2, En = o número de plântulas normais na primeira, segunda e na última contagem e, N1, N2, Nn = números de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem (Maguire, 1962).

Aos 26 DAS, todas as plantas normais emergidas foram retiradas para avaliação do comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, massa seca e incidência e severidade de *R. solani*.

O comprimento da raiz e da parte aérea foi determinada em centímetros, com o auxílio de régua graduada. Já para determinação da massa seca, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e foram colocadas na estufa durante 72 horas com circulação de ar a 60 °C, logo após esse procedimento,

as plantas foram divididas em raiz e parte aérea e estas duas partes foram pesadas separadamente em uma balança com $d=0,001 \text{ g}^{-1}$.

Para a avaliação da incidência, todas as plantas foram retiradas das parcelas e foi anotada a porcentagem de plântulas infectadas com *R. solani*.

Para a severidade de *R. solani*, foi utilizada a escala de notas do CIAT (Abawi; Pastor-Corrales, 1990), como se segue: 1= sem sintomas visíveis; 3, 5 e 7= aproximadamente 10%, 25% e 50% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões, respectivamente; e 9= aproximadamente 75% dos tecidos do hipocótilo e da raiz estão afetados por estados avançados de podridão. Com os dados obtidos pela escala de notas, calculou-se o “índice de doença”, proposto por McKinney (1923), pela equação abaixo:

$$ID (\%) = \sum \frac{(f * v)}{(n * x)} \times 100$$

Onde: ID = índice de doença; f = número de plantas com determinada nota; v = grau de infecção (nota); n = número total de plantas avaliadas; x = valor numérico máximo da escala empregada (nota).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente aleatorizado, com dez tratamentos e quatro repetições. O experimento foi repetido duas vezes.

Os dados obtidos das avaliações citadas acima foram submetidos à análise de variância (teste de f), com o teste de homogeneidade, e as médias dos tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no software estatístico SASM-Agri (Canteri et al., 2001). Os dados que são representados em porcentagem (emergência de plântulas, tombamento de plântulas e incidência) foram transformados em $\arcsen (x/100)1/2$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na porcentagem de emergência inicial de plântulas de soja oriundas de sementes inoculadas com *R. solani* (Tabela 1), no primeiro ensaio, os tratamentos 7 (*B. subtilis*) e 8 (*B. pumilus*), dentre os tratamentos biológicos, promoveram o melhor estabelecimento de plântulas com 75% e 74,2% de plântulas emergidas, respectivamente, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com fungicida: tratamento 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) e tratamento 9 (Tiofanato metílico + fluazinam). O menor valor de porcentagem de emergência inicial foi observado no tratamento 6 (*C. minutans*) com apenas 27,3% de plântulas emergidas. No segundo ensaio, a maior porcentagem de emergência de plântulas foi no tratamento 8 (*B. pumilus*), com 91,4% de plântulas emergidas, não diferindo estatisticamente dos tratamentos 7 (*B. subtilis*) e 9 (Tiofanato metílico + fluazinam), com 89,1 e 85,2%, respectivamente.

O menor valor foi observado no tratamento 2 (Testemunha com inoculação), com 27,3%, evidenciando a importância do tratamento de sementes para a proteção contra fungos de solo e sementes, porém este foi estatisticamente igual aos tratamentos 4 (*T. harzianum*). 6 (*C. minitans*)

Os tratamentos biológicos com as maiores porcentagens finais de emergência de plântulas de soja (Tabela 1), no primeiro ensaio, novamente foram os tratamentos 7 (*B. subtilis*) e 8 (*B. pumilus*), com 83,6 e 82,8% de plântulas emergidas, respectivamente, não diferindo estatisticamente dos tratamentos 1 (Testemunha sem inoculação) e os tratamentos com fungicida, tratamento 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) e 9 (Tiofanato metílico + fluazinam). As menores porcentagens de emergência final foram apresentadas pelos tratamentos 6 (*C. minitans*) e 2 (Testemunha com inoculação) e com 12,5% e 13,3%, respectivamente. No segundo ensaio, as maiores porcentagens de emergências finais de plântulas de soja com tratamento biológico foram obtidas pelo tratamento 8 (*B. pumilus*), o qual não diferiu significativamente dos tratamentos 1 (Testemunha sem inoculação) e 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M). A menor porcentagem de emergência final foi apresentada pela testemunha com inoculação (Tratamento 2), que não diferiu estatisticamente dos tratamentos 4 (*T. harzianum*), 5 (*T. harzianum*) e 6 (*C. minitans*).

Tabela 1. Porcentagem de emergência inicial e final em plântulas de soja, cultivar Vanguarda, inoculadas com *Rhizoctonia solani*, em função dos tratamentos realizados.

Tratamentos	Composição	Emergência de plântulas inicial (%)		Emergência de plântulas final (g)	
		1ª ensaio	2ª ensaio	1ª ensaio	2ª ensaio
1 Testemunha sem inoculação	-	88.3 a*	90,3 bc	93.8 a	97.7 a
2 Testemunha com inoculação	<i>R. solani</i>	29.7 e	27,3 f	13.3 e	19.5 f
3 Quality	<i>T. asperellum</i>	61.7 bc	50,8 cde	55.5 c	57.8 cd
4 Trichodermil	<i>T. harzianum</i>	57.8 cd	44,5 cdef	75.8 b	49.2 cde
5 Ecotrich	<i>T.harzianum</i>	39.8 de	44,3 def	31.3 d	43.0 def
6 Coniothyrium	<i>C. minitans</i>	27.3 e	37,0 ef	12.5 e	27.3 ef
7 Serenade	<i>B. subtilis</i>	75.0 ab	89,1 a	83.6 ab	72.7 bc
8 Sonata	<i>B. pumilus</i>	74.2 abc	91,4 a	82.8 ab	87.5 ab
9 Certeza	Tiofanato metílico + fluazinam	78.1 ab	85,2 ab	86.7 ab	74.2 bc
10 Maxim	Fludioxonil + Metalaxil-M	81.3 a	67,2 bcd	93.0 a	96.9 a
CV(%)		8.5	11.2	8.7	12.6

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; C.V.= coeficiente de variação.

Os tratamentos com menor porcentagem de tombamento em pré-emergência (Tabela 2), foram os tratamentos 7 (*B. subtilis*) e 8 (*B. pumilus*), os quais não diferiram estatisticamente dos tratamentos com fungicida, tratamento 9 (Tiofanato metílico + fluazinam) e 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M), e nem da testemunha sem inoculação (tratamento 1), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade nos dois experimentos realizados. O tratamento testemunha com inoculação (tratamento 2) apresentou a maior porcentagem de tombamento em pré-emergência de plântulas de soja (59,4%), não diferindo estatisticamente do tratamento tratamento 6 (*C. minitans*), no primeiro ensaio. Já no segundo ensaio, o tratamento 2 (Testemunha com inoculação) também apresentou o maior tombamento de pré-emergência de plântulas de soja (38,3%), porém, não diferiu estatisticamente dos tratamentos 6 (*C. minitans*), com 25,8%, e 3 (*T. asperellum*), com 18,0% de plântulas tombadas.

Os tratamentos 4 (*T. harzianum*) no primeiro experimento, 7 (*B. subtilis*), 8 (*B. pumilus*) e 9 (Tiofanato metílico + fluazinam) apresentaram uma baixa porcentagem de plantas tombadas não diferenciando estatisticamente dos tratamentos 1 e 10. No primeiro ensaio, o tratamento 3 (*T. asperellum*) não diferiu estatisticamente da testemunha com inoculação (Tratamento 2), e, no segundo ensaio, os tratamentos 5 (*T. harzianum*) e 6 (*C. minitans*) foram os que não diferiram estatisticamente da testemunha com inoculação, apresentado as maiores porcentagens de plantas tombadas em pós-emergência.

Resultados promissores com isolados de *Bacillus* e *Trichoderma* também foram encontrados por Omara et al. (2018), onde os antagonistas diminuíram notavelmente o tombamento causado por *R. solani* em plantas de soja além de aumentaram os parâmetros fisiológico da cultura, como crescimento, peso fresco, peso seco, quantidade de clorofila e número de nódulos nas raízes.

Determinando o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em plantas de soja inoculadas com *R. solani* (Tabela 2), os tratamentos 8 (*B. pumilus*), 7 (*B. subtilis*), 9 (Tiofanato metílico + fluazinam) e 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) obtiveram os maiores índices, nos dois ensaios realizados, não diferindo significativamente entre si e nem com o tratamento 1 (testemunha com inoculação). No primeiro ensaio, os tratamentos 5 (*T. harzianum*) e 6 (*C. minitans*) não diferiram estatisticamente da testemunha com inoculação, apresentado os menores índices de IVE.

Tabela 2. Porcentagem de tombamento de pré e pós-emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas de soja, cultivar Vanguarda, inoculadas com *Rhizoctonia solani*, em função dos tratamentos realizados.

Tratamentos	Composição	Tombamento pré-emergência (%)		Tombamento pós-emergência (%)		Índice de velocidade de emergência							
		1ª ensaio	2ª ensaio	1ª ensaio	2ª ensaio	1ª ensaio	2ª ensaio						
1 Testemunha sem inoculação	-	0,0	e*	0,0	d	0,0	d	0,0	d	7,3	a	6,5	ab
2 Testemunha com inoculação	<i>R. solani</i>	59,4	a	38,3	a	10,5	a	19,5	a	2,3	de	2,0	e
3 Quality	<i>T. asperellum</i>	29,7	bc	18,0	abc	4,3	ab	7,0	bc	5,1	c	4,4	cd
4 Trichodermil	<i>T. harzianum</i>	21,1	cd	17,2	bc	1,0	bcd	5,5	bc	5,3	bc	3,7	d
5 Ecotrich	<i>T.harzianum</i>	21,7	cd	12,5	bc	2,0	bc	12,5	ab	3,2	d	5,3	bc
6 Coniothyrium	<i>C. minitans</i>	41,7	ab	25,8	ab	2,5	bc	18,0	a	2,0	e	3,9	d
7 Serenade	<i>B. subtilis</i>	12,5	cde	6,3	cd	1,3	bcd	2,3	cd	6,4	a	6,7	a
8 Sonata	<i>B. pumilus</i>	14,8	cde	0,8	d	0,8	cd	3,1	cd	6,3	ab	7,2	a
9 Certeza	Tiofanato metílico + fluazinam	11,7	de	6,3	cd	0,5	cd	3,1	cd	6,6	a	6,5	ab
10 Maxim	Fludioxonil + Metalaxil-M	4,7	e	1,6	d	0,0	d	0,0	d	7,0	a	6,4	ab
CV(%)		19.4		34.1		28.2		33.3		8.5		10.2	

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; C.V.= coeficiente de variação.

Avaliando a altura de plântulas de soja, inoculadas com *R. solani* (Tabela 3), no primeiro ensaio, os tratamentos que proporcionaram os maiores valores foram os tratamentos 1 (Testemunha sem inoculação), 8 (*B. pumilus*), 7 (*B. subtilis*), 4 (*T. harzianum*), 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) e 9 (Tiofanato metílico + fluazinam), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Os tratamentos com o menor desempenho para altura de plântulas, foram os tratamentos 2 (Testemunha com inoculação), 5 (*T. harzianum*) e 6 (*C. minitans*). Os tratamentos 4 (*T. harzianum*), 7 (*B. subtilis*), 8 (*B. pumilus*), 9 (Tiofanato metílico + fluazinam) e 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) também não diferiram estatisticamente da testemunha sem inoculação. Os tratamentos que apresentaram os menores valores de altura de plântulas foram os tratamentos 2 (Testemunha com inoculação) e 6 (*C. minitans*).

Dawar et al, (2010) relataram que *Bacillus* spp. utilizado como tratamento de sementes reduziu a severidade de *R. solani* e proporcionou um aumento significativo na parte aérea comprimento, peso da parte aérea, comprimento de raiz e peso de raízes em plantas de feijão-da-índia (*Vigna unguiculata*) e feijão-de-porco (*Vigna mungo*). Já para Akladious et al. (2019) *Bacillus licheniformis* diminuiu a incidência de *R. solani* em até 60% em plantas de feijão-fava (*Vicia faba*). Além disso, aumentou o mecanismo antioxidante de defesa e diminuição dos danos oxidativos causados pela infecção patogênica.

Para Wahyudi et al. (2011) diferentes isolados de *Bacillus* sp. estudados foram capazes de inibir *R. solani* “in vitro” e promover o crescimento de plântulas de soja. O comprimento da raiz, comprimento da parte aérea e o número de raízes laterais foi aumentado significativamente. Além disso, estes isolados produziram quantidades consideráveis de ácido indolacético (AIA) e sideróforos.

Para o comprimento de raiz das plântulas de soja (Tabela 3), no primeiro ensaio, os tratamentos que obtiveram as maiores médias foram os tratamentos 1 (Testemunha sem inoculação), 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) e 7 (*B. subtilis*), com 17,6; 16,2 e 15,6 cm, respectivamente. Já os tratamentos com as menores médias de comprimento de raiz foram os tratamentos 2 (Testemunha com inoculação), tratamento 5 (*T. harzianum*) e tratamento 6 (*C. minitans*), com 1,8; 1,9 e 1,9 cm, respectivamente. No segundo ensaio, os tratamentos com os produtos biológicos com os maiores comprimentos de raiz foram os tratamentos 8 (*B. pumilus*) e 7 (*Bacillus subtilis*) os quais não diferiram estatisticamente dos tratamentos 9 (Tiofanato metílico + fluazinam) e 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) e da testemunha sem inoculação.

Para Araújo et. al (2005), *B. subtilis* inibiu o crescimento de cinco patógenos de semente de soja *in vitro*, que foram, *R. solani*, *Colletotrichum truncatum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina* e *Phomopsis* sp. Além disso, possibilitou o aumento da produção de pelos radiculares das raízes secundárias da soja, que promovem maior absorção de água e nutrientes aumentando, assim, a produção de fotoassimilados. Os efeitos antibióticos de *B. subtilis* estão relacionados com compostos do grupo iturina para a produção de pelos radiculares, enquanto a promoção do crescimento radicular foi relacionada com a produção do ácido indolacético.

Tabela 3. Altura de plantas e comprimento de raiz, em plantas de soja, cultivar Vanguarda, inoculadas com *Rhizoctonia solani*, em função dos tratamentos realizados.

Tratamentos	Composição	Altura de plantas (cm)		Comprimento da raiz (cm)	
		1ª ensaio	2ª ensaio	1ª ensaio	2ª ensaio
1 Testemunha sem inoculação	-	6.8 a*	6.8 ab	17.6 a	13.1 a
2 Testemunha com inoculação	<i>R. solani</i>	1.0 c	2.0 e	1.8 e	2.5 e
3 Quality	<i>T. asperellum</i>	4.9 b	5.4 bc	8.1 d	8.6 bc
4 Trichodermil	<i>T. harzianum</i>	5.3 ab	4.2 cd	11.7 c	7.7 c
5 Ecotrich	<i>T.harzianum</i>	2.0 c	3.7 d	1.9 e	6.8 cd
6 Coniothyrium	<i>C. minitans</i>	1.0 c	1.9 e	1.9 e	4.4 de
7 Serenade	<i>B. subtilis</i>	6.2 ab	5.5 bc	15.6 ab	11.3 ab
8 Sonata	<i>B. pumilus</i>	6.8 a	5.4 bc	12.0 c	12.4 a

9	Certeza	Tiofanato metílico + fluazinam	6.1 ab	5.3 bc	13.7 bc	12.2 a
10	Maxim	Fludioxonil + Metalaxil-M	6.5 ab	7.9 a	16.2 ab	13.8 a
CV(%)			16.2	13.7	14.3	12.5

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; C.V.= coeficiente de variação.

As plântulas de soja que apresentaram maior incidência de *R. solani* (Tabela 4), no primeiro ensaio, foram as pertencentes aos tratamentos 2 (Testemunha com inoculação), 6 (*C. minitans*) e 5 (*T. harzianum*) com 100, 100 e 96,9% de incidência, respectivamente, os quais não diferiram estatisticamente entre si. O tratamento que apresentou a menor incidência, além da testemunha sem inoculação (Tratamento 1), foi o tratamento 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) com apenas 18,8 % de incidência. No segundo ensaio, o tratamento 6 (*C. minitans*) novamente não diferiu estatisticamente da testemunha com inoculação (Tratamento 2), apresentando os maiores valores de incidência de *R. solani*. Os valores mais baixos de incidência foram observados nos tratamentos 1 (Testemunha sem inoculação) e 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M), não apresentando diferenças estatísticas entre si.

Para Hernández-Hernández et al. (2018) um isolado de *Bacillus* sp. controlou em até 56% a ocorrência de rhizoctoniose em plântulas de pimentas.

Os tratamentos 1 (testemunha sem inoculação) e 10 (fludioxonil + metalaxil-M) apresentaram os menores de incidência e severidade de *R. solani* nas plântulas de soja (Tabela 4), tanto no primeiro como no segundo ensaio. Os tratamentos 2 (testemunha com inoculação), 6 (*C. minitans*) apresentaram os maiores valores de índice de doença, não diferenciando estatisticamente entre si. O controle não efetivo de *C. minitans* pode ser explicado devido as condições de temperatura que os experimentos foram conduzidos (25°C). Os piores resultados encontrados por Mello et. al (2011) em um experimento utilizando *C. minitans* para o controle de *Sclerotinia sclerotiorum* foi em temperaturas abaixo de 7 °C e acima de 24 °C, onde resultaram em taxas lentas de germinação de picnidiosporos e parasitismo de escleródios de *S. sclerotiorum* por *C. minitans*, tendo em vista que a temperatura ótima para *C. minitans* é de 20 °C.

Em estudo realizado por Jain et al. (2017) um isolado de bactéria do gênero *Bacillus* sp. controlou *R. solani* e promoveu o crescimento de plantas de soja. Além disso, os autores observaram que a bactéria produziu quantidades consideráveis de quitinase, protease e β -1,3-glucanase, que degradam a parede celular de fungos. Houve aumento das enzimas lipoxigenase, fenilalanina amônia-liase, peroxidase, polifenol oxidase e β -1,3-glucanase nas plantas de soja analisadas, sugerindo que a bactéria foi capaz de induzir a resistência das plantas.

Tabela 4. Incidência e severidade de *Rhizoctonia solani* em plantas de soja, cultivar Vanguarda, oriundas de sementes inoculadas com *Rhizoctonia solani*, em função dos tratamentos realizados.

Tratamentos	Composição	Incidência (%)		Severidade (%)	
		1ª ensaio	2ª ensaio	1ª ensaio	2ª ensaio
1 Testemunha sem inoculação	-	0.0 e*	0.0 f	0,0 f	0,0 e
2 Testemunha com inoculação	<i>R. solani</i>	100.0 a	100.0 a	97,2 a	91,4 a
3 Quality	<i>T. asperellum</i>	82.8 b	60.9 d	63,9 c	52,7 bc
4 Trichodermil	<i>T. harzianum</i>	85.9 b	85.2 bc	62,7 c	67,7 b
5 Ecotrich	<i>T.harzianum</i>	96.9 a	74.2 cd	89,5 b	64,2 bc
6 Coniothyrium	<i>C. minitans</i>	100.0 a	96.1 ab	95,6 ab	86,4 a
7 Serenade	<i>B. subtilis</i>	39.1 c	31.3 e	28,8 d	28,0 d
8 Sonata	<i>B. pumilus</i>	38.3 c	39.8 e	29,4 d	29,4 d
9 Certeza	Tiofanato metílico + fluazinam	53.9 c	63.3 d	37,5 d	46,1 cd
10 Maxim	Fludioxonil + Metalaxil-M	18.8 d	2.3 f	12,8 e	1,6 e
CV(%)		8.9	9.9	8.0	11.1

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; C.V.= coeficiente de variação.

Na massa seca da raiz das plântulas de soja (Tabela 5), os tratamentos que apresentaram os maiores valores foram os tratamentos 7 (*B. subtilis*), 8 (*B. pumilus*), 9 (Tiofanato metílico + fluazinam) e 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M), nos dois experimentos realizados.

Na massa seca da parte aérea das plântulas de soja (Tabela 5), no primeiro ensaio, o tratamento que obteve a maior média foi o tratamento 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) com 8,2 gramas, não diferindo estatisticamente dos tratamentos 1 (Testemunha sem inoculação), 7 (*B. subtilis*) e 9 (Tiofanato metílico + fluazinam). Os tratamentos com menor peso de massa seca da parte aérea de plantas de soja, foram os tratamentos 2 (Testemunha com inoculação), 6 (*C. minitans*) e 5 (*T. harzianum*). No segundo ensaio, os tratamentos que apresentamos maiores pesos de massa seca foram os tratamentos 1 (Testemunha sem inoculação) e tratamento 10 (Fludioxonil + Metalaxil-M) que não apresentaram diferença estatística em relação aos tratamentos 8 (*B. pumilus*) e 9 (Tiofanato metílico + fluazinam), os quais não diferenciaram estatisticamente entre si.

Tabela 5. Massa seca da raiz e parte aérea de plantas de soja, cultivar Vanguarda, inoculadas com *Rhizoctonia solani*, em função dos tratamentos realizados.

Tratamentos	Composição	Massa seca raiz (g)		Massa seca parte aérea (g)	
		1ª ensaio	2ª ensaio	1ª ensaio	2ª ensaio
1 Testemunha sem inoculação	-	3.4 ab*	1.4 a	7.3 ab	4.0 a
2 Testemunha com inoculação	<i>R. solani</i>	0.3 d	0.3 c	0.6 e	0.7 g
3 Quality	<i>T. asperellum</i>	2.1 c	0.9 b	3.9 d	2.3 cde
4 Trichodermil	<i>T. harzianum</i>	2.0 c	0.8 bc	5.2 cd	2.0 def
5 Ecotrich	<i>T.harzianum</i>	0.6 d	0.9 b	1.5 e	1.9 ef
6 Coniothyrium	<i>C. minitans</i>	0.4 d	0.6 bc	0.8 e	1.2 fg
7 Serenade	<i>B. subtilis</i>	3.7 ab	1.5 a	6.9 abc	3.0 bcd
8 Sonata	<i>B. pumilus</i>	2.9 b	1.9 a	5.8 bc	3.8 ab
9 Certeza	Tiofanato metílico + fluazinam	3.9 a	1.6 a	7.0 ab	3.3 abc
10 Maxim	Fludioxonil + Metalaxil-M	3.9 a	1.8 a	8.2 a	4.2 a
CV(%)		14.6	17.8	15.8	15.5

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; C.V.= coeficiente de variação.

Em um experimento realizado por Yan et al. (2011), o isolado *Bacillus subtilis* SL-13 promoveu o crescimento de mudas de tomate. O peso fresco e seco das mudas de tomate aumentaram 42,86% e 18,75%, respectivamente. A redução de danos causados por *Rhizoctonia* foram de 20,65% e 35,23% em casa de vegetação e campo, respectivamente. A principal proteína antifúngica detectada pelos pesquisadores foi a quitinase, que está envolvidas na lise da parede celular de fungos.

Huang et al. (2012) observaram redução na incidência de *R. solani* em plantas de pepino tratadas com *B. subtilis* (N43) em condições de casa de vegetação. O isolado suprimiu a doença e as plantas tratadas apresentaram maiores pesos e comprimentos secos.

Para Gardener et al. (2009) e Correa e Soria (2010) os agentes biológicos que propiciaram o maior controle de rizoctoniose em plantas, foram os pertencentes ao gênero *Bacillus*, evidenciando o grande potencial dessa bactéria como agente de biocontrole em plantas. Possivelmente, isso poderia explicar o porquê da maior massa seca ter sido obtida pelos tratamentos que continham *Bacillus*. O tratamento com o menor valor de massa seca da parte aérea foi a testemunha com inoculação (Tratamento 2) que não diferiu significativamente do tratamento 6 (*C. minitans*).

Algumas substâncias secretadas por *B. subtilis* já foram reportadas por estarem envolvidas no controle biológico de *R. solani*: fengicina (Guo et al., 2014); quitinase (Yan et al., 2011); iturina e

surfactina bioativa (Yuliar et. al, 2013); proteases, bacteriocina e zwittermicina (Basurto-Cadena, 2012).

Para Kumar et al. (2012) isolados de *Bacillus* spp. foram capazes de controlar a rhizoctoniose em plantas de batata e aumentar o rendimento da cultura em condições de campo e casa de vegetação, por meio do aumento do comprimento e peso das raízes e da parte aérea. Os autores verificaram que os antagonistas produziram sideróforos e antibióticos que inibiram o crescimento de *R. solani*.

Yadav et al. (2016) observaram redução da severidade de rhizoctoniose em plantas de soja, utilizando controle biológico com os fungos *T. harzianum*, *T. viride* e a bactéria *B. subtilis*. Para Medeiros et al. (2011), quando inocularam *R. solani* e trataram as sementes de soja com *B. subtilis* (UFLA285), resultou em menores incidências em relação ao controle com água.

4 CONCLUSÕES

Os tratamentos biológicos a base de *B. subtilis* e *B. pumilus* foram efetivos para o controle de rhizoctoniose em plantas de soja, diminuindo a incidência e severidade de *R. solani* e, como consequência, proporcionaram um bom estabelecimento de plântulas e aumentaram alguns parâmetros fisiológicos como como comprimento da raiz, da parte aérea e de massa seca da raiz e da parte aérea.

Os tratamentos com *C. minitans* e *T.harzianum* foram ineficientes nas condições em que foram testados e, em alguns casos, foram prejudiciais às sementes quando comparados com a testemunha com inoculação.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. *Plant Pathology*. Elsevier: Academic Press, 2005. 952 p.
- AKLADIOUS, S. A.; GOMAA, E. Z.; EL-MAHDY, O.M. Efficiency of bacterial biosurfactant for biocontrol of *Rhizoctonia solani* (AG-4) causing root rot in faba bean (*Vicia faba*) plants. *European Journal Plant Pathology*, v. 153, p.1237–1257, 2019. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-018-01639-1>
- ALWATHNANI, H. A.; PERVEEN, K.; TAHMAZ, R.; ALHAQBANI, S. Evaluation of biological control potential of locally isolated antagonista fungi against *Fusarium oxysporum* under in vitro and pot conditions. *African Journal of Microbiology Research*, v. 6, n. 2, p. 312-319, 2012. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13102818.2016.1147334>
- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A. A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 21, n.8, p-1639 -1645, 2005. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11274-005-3621-x>
- ARCOS, J.; ZÚÑIGA, D. Efecto de rizobacterias en el control de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa. *Ecología Aplicada*, v.14, n.2, p. 95-101, 2015. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162015000200002
- ASAKA, O.; SHODA, M. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 62, n.1, p.4081–4085, 1996. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1388978/>
- BASURTO-CADENA, M. G. L.; VAZQUEZ-ARISTA, M.; GARCIA-JIMENEZ, J.; SALCEDO-HERNANDEZ, R.; BIDESHI, D. K.; BARBOZA-CORONA, J. E. Isolation of a new mexican strain of *Bacillus subtilis* with antifungal and antibacterial activities. *Scientific World Journal*, v. 2012, p. 1-7, 2012. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22593682>
- CANTERI, M. G.; RÔMULO, A. A.; FILHO, J. S. V.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C.V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, v.1, n. 1, p.18-24, 2001. http://agrocomputacao.deinfo.uepg.br/dezembro_2001/Arquivos/RBAC_Artigo_03.pdf
- CARDOSO, J. E.; ECHANDI, E. Biological control of *Rhizoctonia* root rot of snap bean with binucleate *Rhizoctonia*-like fungi. *Plant Disease*, v. 71, n. 2, p. 167-170, 1987. https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1987Articles/PlantDisease71n02_167.PDF
- CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v. 6 - Safra 2018/19, n. 7 – Sétimo Levantamento*, Brasília, p. 15-20, abr. 2019. Disponível em: ><https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos><. Acesso em: 29 abr. 2019.

CORREA, O. S.; SORIA, M. A. *Potential of bacillus for biocontrol and its exploitation in sustainable agriculture*. In: MAHESHWARI, D. K. (Ed.). *Plant Growth and Health Promoting Bacteria*. Berlin: Springer-Verlag, 2010. p.10-12.

DAWAR, S.; WAHAB, S.; TARIQ, M.; ZAKI, J. Application of *Bacillus* species in the control of root rot diseases of crop plants. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, v.43, n. 4, p. 412–418, 2010. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03235400701850870>

GOULART, A. C. P. Efeito do tratamento de sementes de algodoeiro com fungicidas no controle do tombamento de plântulas causado por *Rhizoctonia solani*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 27, n.1, p.399-402, 2002. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582002000400011&lng=en

GUERRERO-GONZÁLEZ, M. L.; RODRÍGUEZ-KESSLER, M.; RODRÍGUEZ-GUERRA, R.; GONZÁLEZ-CHAVIRA, M.; SIMPSON, J.; SANCHEZ, F.; JIMÉNEZ-BREMONT, J. F. Differential expression of *Phaseolus vulgaris* genes induced during the interaction with *Rhizoctonia solani*. *Plant Cell reports*, v. 30, n.8, p.1465 -1473, 2011. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00299-011-1055-5>

GUO, Q.; DONG, W.; LI, S.; LU, X.; WANG, P.; ZHANG, X.; WANG, Y.; MA, P. Fengycin produced by *Bacillus subtilis* NCD-2 plays a major role in biocontrol of cotton seedling damping-off disease. *Microbiological Research*, v.169, n.9, p.533–540, 2014. [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0944-5013\(13\)00194-8](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0944-5013(13)00194-8)

HARRIS, A. R.; SIWEK, K.; WISEMAN, B. M. Interactions between damping-off fungi, antagonists and Capsicum seedlings. *Applied Soil Ecology*, v.6, n.1, p. 251-263, 1997. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139397000176>

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, E. J.; HERNÁNDEZ-RÍOS, I.; ALMARAZ-SUAREZ, J. J.; LÓPEZ-LÓPEZ, A.; TORRES-AQUINO, M.; FLORES, F. J. M. *In vitro* characterization of rhizobacteria and their antagonism with fungi that cause damping off in chili. *Revista Mexicana de Ciências Agrícolas*, v. 9, n. 3, p. 525-537, 2018. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n3/2007-0934-remexca-9-03-525-en.pdf>

HUANG, X.; CHEN, L.; RAN, W.; SHEN, Q.; YANG, X. *Trichoderma harzianum* strain SQR-T37 and its bio-organic fertilizer could control *Rhizoctonia solani* damping-off disease in cucumber seedlings mainly by the mycoparasitism. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 91, n.3, p. 741-755, 2011. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00253-011-3259-6>

HUANG, X.; ZHANG, N.; YONG, X.; YANG, X. Y.; SHEN, Q. R. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off disease in cucumber with *Bacillus pumilus* SQR-N43. *Microbiological Research*, v.67, n.3, p. 135-143, 2012. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501311000553?via%3Dihub>

JAIN, S.; VAISHNAV, A.; KUMARI, S.; VARMA, A.; TUTEJA, N.; CHOUDHARY, D. K. Chitinolytic bacillus-mediated induction of jasmonic acid and defense-related proteins in soybean (*Glycine max* L. Merrill) plant against *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum*. *Journal of Plant*

Growth Regulation, v.36, p.200–214, 2017. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-016-9630-1>

KUMAR, S.; RAO, M. R. K.; KUMAR, D. R.; PANWAR, S.; PRASAD, C. S. Biocontrol by plant growth promoting rhizobacteria against black scurf and stem canker disease of potato caused by *Rhizoctonia solani*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, v. 46, n.4, p.487–502, 2013. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03235408.2012.745054>

MACHADO, JC. *Tratamento de sementes no controle de doenças*. 1. Ed. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000, 138p.

MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, M. G. G. C.; ALVES, MC. Inoculação artificial de soja por fungos utilizando solução de manitol. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 23, n. 2, p. 95-101, 2001. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2001/v23n2/artigo13.pdf>

MCKINNEY, H. H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*, v.26, p.195-217. 1923. <https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43967086/PDF>

MEDEIROS, F. H. V.; SOUZA, R. M.; MEDEIROS, F. C. L.; ZHANG, H.; WHEELER, T.; PAYTON, P.; FERRO, H. M.; PARÉ, P. H. Transcriptional profiling in cotton associated with *Bacillus subtilis* (UFLA285) induced biotic-stress tolerance. *Plant and Soil*, v.347, n.1, p. 327-337, 2011. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11104-011-0852-5>

MELO, S. I.; MORETINI, A.; CASSIOLATO, A.; FAULL, J. Development of mutants of *Coniothyrium minitans* with improved efficiency for control of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Plant Protection Research*, v.51, n.2, p.179-183, 2011. <http://www.degruyter.com/view/j/jppr.2011.51.issue-2/v10045-011-0031-y/v10045-011-0031-y.xml>

MNIF, I.; GHRIBI, D. Potential of bacterial derived biopesticides in pest management. *Crop Protection*, v.77, p. 52-64, 2015. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219415300727>

OGOSHI, A. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annual Review of Phytopathology*, v. 25, n. 1, p. 125-143, 1987. <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.py.25.090187.001013>

OMARA, A. E.; EL-DIN, M. N.; HAUKA, F.; HAFEZ, A.; EL-NAHRAWY, S.; GHAZI, A.; TELSAKHAWY, T.; FUSCO, V. Suppression of *Rhizoctonia solani* damping-off in soybean (*Glycine max* L.) by plant growth promoting rhizobacteria strains. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, v.2, p.39 – 49, 2018. https://jenvbs.journals.ekb.eg/article_8045_73ca805a6703ce8d1fc5f0545ac88bd9.pdf

SINGH, B. N.; SINGH, A.; SINGH, B. R.; SINGH, H. B. *Trichoderma harzianum* elicits induced resistance in sunflower challenged by *Rhizoctonia solani*. *Journal of Applied Microbiology*, v.116, n.1, p. 654-666, 2014. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jam.12387>

SUCIATMIH, Y.; SUPRIYATI, D.; RAHMANSYAH, M. Biodiversity of endophytic bacteria and their antagonistic activity to *Rhizoctonia solani* and *Fusarium oxysporum*. *Global Journal of Biology, Agriculture and Health Sciences*, v.2, n.4, p.111-118, 2013. <https://www.longdom.org/articles/biodiversity-of-endophytic-bacteria-and-their-antagonistic-activity-to-rhizoctonia-solaniand-fusarium-oxysporium.pdf>

TOLÊDO-SOUZA, E. L.; JÚNIOR, M. L.; SILVEIRA, P. M.; FILHO, A. C. C. Interações entre *Fusarium solanif. sp. phaseoli* e *Rhizoctonia solani* na severidade da podridão radicular do feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, n. 1, p. 13-17, 2009. <https://www.revistas.ufg.br/index.php?journal=pat&page=article&op=view&path%5B%5D=3507>

WAHYUDI, A. T.; ASTUTI, R. P.; WIDYAWATI, A.; MERYANDINI, A.; NAWANGSIH, A. A. Characterization of *Bacillus* sp. strains isolated from rhizosphere of soybean plants for their use as potential plant growth for promoting Rhizobacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, v. 3, n.2, p. 34-40, 2011. https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/54530/_ATW%20JMA%20Feb%202011%20%28Bacillus%20PGPR%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

YADAV, N. K.; CHAND, H.; SAINI, K. Management of soybean [*Glicine max* (L.) Merrill] web blight caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. *Annals of Agri-Bio Research*, v. 21, n. 2, p.153-154, 2016. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2017/20173021686.pdf>

YAN, L.; JING, T.; YUJUN, Y.; BIN, L.; HUI, L.; CHUN L. Biocontrol efficiency of *Bacillus subtilis* SL-13 and characterization of an antifungal chitinase. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, v.19, p. 128-134, 2011. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1004954109601889>