

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROREITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**Eficiência do tratamento com fungicida químico e biológico no
controle de *Rhizoctonia solani* em sementes de soja**

Igor Ribeiro Martins

Goiânia
(2022)

IGOR RIBEIRO MARTINS

Eficiência do tratamento com fungicida químico e biológico no controle de *Rhizoctonia solani* em sementes de soja

Artigo apresentado como requisito parcial para composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

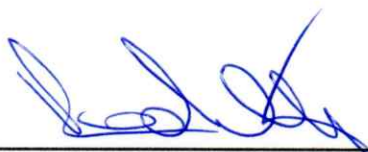
Orientador: Prof. Me. Rodrigo Martinez Castro

Goiânia
(2022)

IGOR RIBEIRO MARTINS

Eficiência do tratamento com fungicida químico e biológico no controle de *Rhizoctonia solani* em sementes de soja

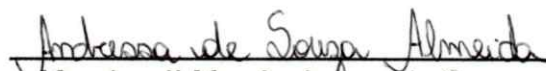
BANCA EXAMINADORA



Presidente - Orientador Me. Rodrigo Martinez Castro
PUC Goiás



Membro I Profa. Dra. Roberta Paula de Jesus
PUC Goiás



Membro II Me. Andressa de Souza Almeida
Doutoranda – UFG

Aprovada em 8/12/2022

Sumário

RESUMO	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. O cultivo de soja em Goiás	4
3.2. Pragas e doenças da soja	5
3.3. Controle fitossanitário na cultura da soja	7
4. MATERIAL E MÉTODOS	8
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
6. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS	17

Eficiência do tratamento fungicida químico e biológico no controle de *Rhizoctonia solani* em sementes de soja

*Efficiency of chemical and biological fungicide treatment on soybean seeds to *Rhizoctonia solani* control*

Igor Ribeiro Martins ¹

1 PUC Goiás, Escola Politécnica, Goiânia, GO, Brasil

RESUMO

O Brasil é um país de grandes dimensões, e a soja representa uma das culturas de maior importância das últimas décadas, exercendo uma função de grande responsabilidade na alimentação do mundo e possibilitando a expansão das áreas agricultáveis do bioma Cerrado. Grandes áreas em monocultura trazem consigo desafios, como o manejo de pragas e doenças. O objetivo deste trabalho foi realizar uma comparação entre fungicidas químico e biológico no tratamento de sementes em duas variedades transgênicas de soja previamente inoculadas. Foi utilizado o método de inoculação por restrição hídrica, consiste em alojar as sementes dentro da placa de Petri colonizada pelo fungo, infectando a semente. As sementes foram plantadas em vasos com solo adubado e corrigido, irrigadas com frequência em ambiente controlado. Foram retiradas medições de crescimento e número de folhas ao longo do desenvolvimento vegetativo da planta. O fungicida químico, Maxim XL, mostrou melhores resultados de desenvolvimento e sanidade vegetal, do que o fungicida biológico, Serenade. A cultivar AS3707 apresentou mais tolerância ao fungo do que AS3680.

Palavras-chave: tratamento de sementes; fungicida biológico; inoculação em soja.

ABSTRACT

Brazil is a great dimensions country, and soybean represents in nearly decades, one of the most important crops playing a role of great importance in the world's food supply, enabling Cerrado biome expansion of agricultural areas. Large areas in monoculture bring challenges with them, such as the management of pests and diseases. Root rot is a disease caused by *Rhizoctonia Solani* fungus. The objective of this work was to carry out a comparison between chemical and biological fungicides in seeds treatment over two previously inoculated transgenic soybean varieties. The inoculation method was by water restriction and after placing the seeds on fungus colonized Petri plate. The seeds were planted in vases with fertilized and pH-controlled soil, irrigated frequently and placed at a controlled environment. Measurements of growth and number of leaves were taken during the vegetative development of the plant, such as fresh matter. The chemical fungicide, Maxim XL, results better plant health and development than the biological fungicide, Serenade. Cultivar AS3707 proved more tolerance to the fungus than AS3680.

Keywords: seed treatment; biological fungicide; soybean inoculation.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de grandes dimensões, o que permite o cultivo em monocultura de várias espécies, dentre elas se destaca a soja, de nome científico *Glycine max*. A soja como é conhecida hoje em dia, é muito diferente da soja originada da Ásia, mais precisamente, da China (EMBRAPA SOJA, 2022). Eram plantas de características mais rasteiras, presentes próximas à lagos e rios. A exportação de *commodities* é considerada de grande importância econômica ao país, fazendo-se necessário o estudo de estratégias para tornar a atividade cada vez mais lucrativa e sustentável.

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2022), o Brasil conta com uma área atual em cultivo de soja de aproximadamente 41,4 milhões de hectares soja, contando com uma produtividade média, na safra 21/22, de 3.029 kg/ha, resultando numa produção total 125 milhões de toneladas do grão. O Estado de Goiás participou na safra 21/22, com uma área total em cultivo de 4,393 milhões de hectares, e produtividade, superior à média nacional, de 3.958 kg/ha, dados que enfatizam a importância da atividade para a região.

O cultivo de grandes monoculturas traz consigo alguns desafios, como por exemplo, o manejo de pragas e doenças que podem vir a ocorrer em diferentes estágios da condução de uma lavoura. A podridão-radicular é uma doença causada pelo fungo *Rhizoctonia Solani*, segundo Henning *et al.* (2005), o fungo causa o tombamento da planta na fase de plântulas e também morte em reboleiras, na fase adulta. É uma doença de solo, pode atacar a semente, a colonizando com seus micélios, uma vez que não produz esporos.

O uso do tratamento de sementes de soja é uma atividade comum entre os produtores, seja ela feita em propriedade ou industrialmente, visando entre outras, a função de tratar quimicamente as sementes. Ainda de acordo com Henning *et al.* (2005), a soja é uma cultura que pode ser afetada por vários patógenos, dentre eles, fungos, bactérias e vírus. Os patógenos conseguem utilizar as sementes como meio de sobrevivência, se disseminando irrefreavelmente pelas áreas agricultáveis. Destaca-se então a importância de um bom tratamento de sementes, de modo a evitar a proliferação de doenças como a causada por *R. solani*. Pode-se fazer o uso de fungicidas de contato para

proteger as sementes de fungos de solo, já os fungicidas sistêmicos têm como função, fornecer controle aos fitopatógenos que podem já estar na semente.

O uso de agroquímicos é elevado, não só devido às grandes áreas presentes no país, mas também devido à alta pressão de pragas e doenças. De acordo com Ghini e Kimati (2000), o uso sistemático de fungicidas pode resultar na seleção de fungos patogênicos resistentes às moléculas utilizadas comercialmente, trazendo ineficiência no seu uso e consequente aumento do custo para os produtores. Uma alternativa que está sendo bastante procurada por produtores rurais e recomendada por especialistas, é a integralização no uso de insumos biológicos para complementar o manejo no campo, evitando a obsolescência precoce das moléculas químicas.

O mercado mostra um crescimento de produtos biológicos a base de microrganismos benéficos, são produtos seletivos, que possuem baixa quantidade de resíduos, alto desempenho, menos efeitos tóxicos ao homem e ao meio ambiente, quando se comparado aos defensivos químicos. Ainda não há relatos de que esses produtos causam resistência nos patógenos. É uma tendência que está ganhando grande espaço na indústria global de pesticidas. (MNIF; GHRIBI, 2015).

A busca por métodos mais sustentáveis de agricultura é tendência e também necessária. uma vez que cresce a demanda por alimentos saudáveis, e com o menor impacto possível à natureza. O controle biológico deve atuar diminuindo os impactos causados pela não racionalização de agroquímicos e seus excessos, atendendo às exigências de uma população que seleciona seus alimentos, e também rastreia seus processos de produção (MORANDI e BETTIOL, 2009).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi realizar comparação com o uso de um fungicida químico e de um fungicida biológico no tratamento de sementes de soja, utilizando-se duas variedades transgênicas de soja previamente inoculadas

com o fungo *Rhizoctonia solani*, comparando ainda o crescimento e desenvolvimento inicial das plantas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O cultivo de soja em Goiás

O predomínio do bioma Cerrado, era tido até então como totalmente improdutivo para a agricultura, pois suas características de solo, como a acidez, e a ausência de chuva por grandes períodos, foram alvo de políticas públicas que valorizassem o investimento no desenvolvimento tecnológico dessas regiões, permitindo que os territórios que abrandam o bioma, obtivessem novas fontes produtivas, aumentando significativamente o impacto econômico dessas atividades, principalmente no aumento de produção e produtividade das *commodities* agrícolas (MELLO, 2021).

A soja é representada como uma das culturas de maior importância das últimas décadas, exercendo uma função de grande responsabilidade na alimentação do mundo e possibilitando a expansão das áreas agricultáveis do bioma, já que a planta consegue fornecer grandes quantidades de proteína por área cultivada, mais do que qualquer outro tipo de cultivo, e, nos últimos 50 anos sua produção aumentou de 27 para 269 milhões de toneladas. Grandes áreas foram transformadas para uso agrícola, ajudando a alimentar a população mundial com todo seu ciclo industrial, trazendo benefícios econômicos aos países que fazem parte da produção e comércio da cultura. Entre os anos de 2000 a 2014, as áreas agrícolas do Cerrado brasileiro expandiram em 87%, sendo esse número, fortemente impactado pelo cultivo da soja, que aumentou 108% no período (CARNEIRO E COSTA, 2016).

A produtividade é uma variável importante no manejo da cultura da soja, uma vez que, em um cenário, onde os insumos agrícolas representam cada vez uma maior parte dos custos de uma lavoura, é importante que se consiga, produzir mais, com menos insumos, de forma mais sustentável. Esse aumento de produtividade é associado aos avanços das tecnologias disponíveis para o

agronegócio juntamente com pesquisas voltadas para a área, e ao aumento de demandas e necessidades de produtos - a soja é a principal fonte de proteína vegetal, importante na fórmula de ração animal, além do notável aumento do uso de produtos à base de soja na alimentação humana (JUHÁSZ *et al.*, 2013).

Para compreender o cultivo da soja nas diferentes regiões do país, faz-se necessária a análise das propriedades do solo em cada uma delas. Segundo Black (2000), o cultivo de soja no Brasil teve início no século XIX, mais precisamente em 1882, na Bahia. Bonetti (1981) afirma que no fim daquele século a cultura de soja foi introduzida no estado de São Paulo por imigrantes japoneses e, em seguida, chegando ao Rio Grande do Sul em 1914.

No cerrado, por exemplo, o solo sob as vegetações é tido como de baixa fertilidade natural, devido à disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento de plantas para altas produtividades (KLINK e MACHADO, 2006). Contudo, ao longo dos anos foram desenvolvidas várias técnicas de correção da fertilidade do solo, o que reduz drasticamente os obstáculos para o cultivo de soja nesse bioma.

Um dos primeiros desafios enfrentados pela expansão da produção de soja no Brasil foi a substituição das cultivares importadas dos Estados Unidos da América – que se desenvolviam razoavelmente na região Sul – por cultivares nacionais direcionadas a condições tropicais e subtropicais de outras áreas do país (GAZZONI, 2018). O autor cita que diversas tecnologias foram desenvolvidas para tornar a soja mais resistente a pragas e estresses de diversas ordens, mais frequentes em climas tropicais. Duas das mais importantes inovações foram a manipulação genética das cultivares e os sistemas de manejo de plantas invasoras, que enfrentam a necessidade de constante atualização e adaptações a desafios atuais como pressão econômica e questões ambientais.

3.2. Pragas e doenças da soja

A perda da qualidade fisiológica das sementes de soja, reduzindo sua germinação, é causada por ataque de patógenos. Dentre esses patógenos transmitidos pela semente, os fungos são considerados os mais importantes, pois geram prejuízos não só no rendimento, mas também na qualidade das

sementes (MERTZ *et al.*, 2019). Analisando-se a quantidade de doenças que podem atingir a cultura, tomar medidas para um manejo correto é essencial para o sucesso da produção, diminuindo o número de perdas, dentre essas se destacam a utilização de sementes tratadas, cultivares resistentes, defensivos químicos e biológicos, traz uma segurança maior para a obtenção de plantas saudáveis e mais produtivas.

Como é comum nas culturas implantadas em massa, as oleaginosas se deparam com problemas fitossanitários, que podem vir a impactar negativamente a produtividade e também se obter sementes de baixa qualidade após a colheita, impactando o processo produtivo e o industrial. Além disso, deve-se avaliar também se as sementes estavam devidamente armazenadas, uma vez que sua qualidade fisiológica e sanitária são fatores limitantes quando não estão em níveis ideais (JUHÁSZ *et al.*, 2013).

Existem no mundo mais de 100 doenças que atacam a soja, sendo que em torno de 40 já foram identificadas e catalogadas no Brasil. Entre as patologias, destacam-se a ferrugem asiática, podridão negra da raiz, mancha alva, oídio, antracnose e mofo branco. Na atualidade, a ferrugem asiática é a mais importante, devido aos grandes prejuízos que ela causa ao cultivo de soja (HENNING, 2009).

Além da ferrugem asiática, outra patologia de notável importância é a causada pelo fungo *Rhizoctonia solani*. Entre os sintomas, pode-se destacar o tombamento, podridão de raízes e mela ou requeima da soja. Anderson (1982) afirma que o fungo causador dessa patologia apresenta grande diversidade, o que torna necessária a caracterização de grupos de anastomose (AG) e intraespecíficos (ISG).

O tombamento das plântulas de soja devido à presença do *Rhizoctonia solani* ocorre entre 30 e 35 dias após a emergência, em condições de umidade elevada e altas temperaturas. Também é comum o estrangulamento na região da haste, podendo haver emissão de raízes adventícias acima da zona afetada, e essas ocorrências se dão antes da floração (ALMEIDA *et al.*, 1998).

3.3. Controle fitossanitário na cultura da soja

Assim como qualquer cultura, a soja está sujeita a problemas fitossanitários de diversas ordens, como as doenças anteriormente mencionadas. Devido aos grandes impactos negativos que elas causam na produtividade e na qualidade do produto final, cada vez mais são discutidas maneiras e implementadas tecnologias que envolvem a defesa vegetal (EMBRAPA, 2011). A técnica de tratamento de sementes tem a finalidade de permitir que sementes que estejam infectadas possam germinar e controlar os patógenos que são transmitidos pela semente e as proteger de fungos que estão presentes no solo (HENNING *et al.*, 1994).

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, se alimentando de matéria orgânica viva (OGOSHI, 1987). A planta hospedeira se infecta por meio de ferimentos na cutícula que permitam a conseqüente penetração pela epiderme. Se torna um patógeno ainda mais agressivo quando em temperaturas de 15 e 18°C e em solos úmidos. (GUERRERO-GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

Coloração marrom-avermelhada na raiz principal e na base do hipocótilo em plantas jovens, são sintomas das lesões causadas pelo fungo. Quanto mais severa a infecção, mais comprometido será o desenvolvimento da planta ou até mesmo levá-la a morte. Quando infectadas em fase de emergência, há a presença de cancrios profundos nas plântulas, levando-as ao estrangulamento, causando o “damping off” de pré e pós emergência. Estes sintomas causam diminuição de estande, vigor e produtividade. (TÔLEDO-SOUZA *et al.*, 2009).

Dado esses fatores, uma das técnicas de controle mais relevante está associada ao manejo das sementes de soja. Sabe-se que o tratamento das sementes, nesse caso com fungicidas, deve ser realizado antes da semeadura, visto que se realizado antes ou durante o período de armazenamento. Um elemento que deve ser levado em consideração é o custo do tratamento de sementes de soja com fungicidas, que representa aproximadamente 0,6 % do custo total de produção para 1ha de lavoura (GOULART, 2005).

Uma característica do tratamento de sementes reside na diversidade de produtos disponíveis, entre bioprotetores e fungicidas químicos. O tratamento com esses últimos é essencial para o controle de patógenos na fase de semeadura (HENNING *et al.*, 2009). A combinação de agentes de controle biológico e produtos químicos é uma maneira eficaz de controlar a proliferação de fungos e evitar o uso de pesticidas (PANDOLFO, 2007).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas dependências da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – GO (PUC-GO) Campus 2, localizada na Av. Engler, s/n - Jardim Mariliza, Goiânia - GO, 16°44'14.58" S, 49°12'54.48", a uma altitude de 780 metros em relação ao nível do mar, notadamente na estrutura laboratorial da escola Politécnica (Figura 1), no Bloco G, além das estruturas de casa de vegetação do ITS – Instituto do Trópico Subúmido da mesma Universidade.

O clima predominante em Goiânia é o tropical típico (sub úmido), com temperatura anual média de 23°C. As chuvas concentram-se nos meses de verão e prolongam-se de outubro a abril, ao passo que o período seco vai de maio a setembro. As temperaturas mais baixas são normalmente registradas entre maio e agosto. A temperatura média é 23.4 °C. 1270 mm é o valor da pluviosidade média anual.

O experimento foi implantado entre os meses de Outubro a Novembro do ano de 2022, em uma área coberta com tela de sombreamento (50%), em vasos de no mínimo 01 litro de capacidade volumétrica (Figura 1), que foram preenchidos com terra do próprio local (solo areno argiloso). O solo foi adubado com um formulado na composição de 5-25-30, utilizando a dosagem de 3.000 kg/ha. A correção de pH foi realizada com calcário, recebendo o equivalente à 2.000 kg/ha. O experimento recebeu irrigação diária via bicos aspersores instalados na estrutura, com vazão média equivalente a 3mm/dia.

Figura 1 – Vasos utilizados e a estrutura da área experimental – ITS
PUC GO.



Foram utilizados dois materiais de ciclo superprecoce, ambas da empresa Agroeste, sendo as variedades escolhidas AS3680 e AS3707. As sementes possuem rótulos de garantia de germinação e vigor superiores à 80%. A variedade AS3680 conta com ciclo superprecoce, de 104 dias em média para o Estado de Goiás, possui hábito de crescimento indeterminado, arquitetura ereta, moderadamente resistente às doenças de final de ciclo. A AS3707 possui características semelhantes, porém conta também com resistência ao “herbicida dicamba (ácido 3,6-dicloro-2-motóxibenzoico)” e possui maior índice de maturação.

A semeadura do experimento foi realizada com as sementes já infectadas em laboratório, utilizando o método de inoculação de semente com restrição hídrica (SOUSA *et al.*, 2002). Inicialmente as sementes de soja foram submetidas à assepsia, utilizando-se de um recipiente que foi preenchido com álcool 70%, onde as sementes passaram 01 minuto submersas, e, na sequência, foram colocadas em outra solução de hipoclorito 0,5%, por mais 01 minuto. Ao final usou-se água filtrada, imergindo também as sementes por 01 minuto, que após foram secas em papel toalha.

Os isolados de *Rhizoctonia solani* estavam em “placas de Petri” contendo BDA (batata dextrose ágar) com manitol, mesmo local onde foram inseridas as sementes estéreis (Figura 2) para permanecerem em contato com o tecido micelial do fungo e obtenção da consequente contaminação, cujo tempo de exposição durou 72 horas em ambiente com baixa iluminação natural.

Figura 2 – Placas com crescimento do fungo (esquerda) e sementes sendo expostas ao inóculo.



Após o tempo de contato, as sementes foram retiradas das placas e então semeadas nos vasos, de acordo com quatro diferentes tratamentos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Relação de tratamentos, variedades e doses utilizados.

Identificação	Variedades	Tratamento	Repetições	Dosagem
T0	AS3680/AS3707	sem RS	03	0
T1	AS3680/AS3707	com RS	03	0
T2	AS3680/AS3707	RS + Fung. Qui	03	100mL/100Kg sem.
T3	AS3680/AS3707	RS + Fung. Bio	03	6 litros/ha de sulco

RS - Inoculação com o fungo *Rhizoctonia solani*. Fung. Qui. - Fungicida químico. Fung. Bio – Fungicida biológico.

Cada tratamento foi semeado em seis diferentes vasos, três para cada cultivar, contendo três sementes em cada vaso. Após a germinação das plantas, foi realizado um desbaste, deixando apenas uma planta viável e vigorosa por vaso, dessa forma resultando cada tratamento (T0, T1, T2 e T3) em três vasos com uma planta germinada e em crescimento.

No tratamento T2, foi utilizado o fungicida químico Maxim XL (Metalaxil-m 1%; Fludioxonil 2,5%), na dose recomendada de acordo com o fabricante para o controle de RS (*Rhizoctonia solani*), equivalente à 100mL para cada 100kg de semente. Já o tratamento T3, recebeu o fungicida biológico Serenade, à base da bactéria *Bacillus subtilis*, linhagem QST 713, com garantia mínima de 1×10^9 UFC/g de ativo, cuja dose seguida também foi a recomendada em bula, de 6litros/hectare no sulco – essa dosagem foi convertida para o volume dos vasos

e aplicada diretamente nas sementes. Foi colocado 1,9mL de uma solução de Serenade diluída 100 vezes em água, por vaso.

A semeadura foi realizada em 10/10/2022 e foram feitas duas verificações da taxa de germinação das sementes, a primeira em 5DAS (dias após a semeadura) e a segunda aos 15DAS. Foram efetuadas medições de crescimento e número de folhas ao longo do desenvolvimento vegetativo da planta, com cinco leituras no intervalo de 18 dias, feitas, portanto, a cada três dias. Também foram efetuadas as medições de massa verde da parte aérea e massa verde das raízes das plantas, no dia do encerramento do ensaio de campo, na data de 22 de novembro de 2022, aos 43 DAS. Os dados foram anotados em aplicativo MS Excel para análise futura.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontram-se expostos os dados da germinação das duas cultivares estudadas, de acordo com a qual é possível observar que a variedade AS3707 obteve melhor desempenho de germinação nos diferentes tratamentos, quando comparada com a variedade AS3680, isso pode se explicar por uma possível maior resistência à doença de início de ciclo inoculada (*R. solani*), ou à uma possível falha no controle de qualidade do lote de sementes utilizado, resultando em um menor vigor e/ou taxa de germinação.

Tabela 2 – Percentual de germinação das variedades testadas.

Tratamentos	Variedade	Germinação 5 DAS	Germinação 15 DAS
T0	AS3680	33%	66%
	AS3707	100%	100%
T1	AS3680	0%	0%
	AS3707	0%	33%
T2	AS3680	0%	100%
	AS3707	100%	100%
T3	AS3680	0%	0%
	AS3707	33%	66%

Ainda de acordo com a Tabela 2, já para as leituras realizadas aos 15 dias após semeadura (DAS), pode-se notar que todas plantas que possuíam potencial para germinação já haviam emergido. Em T0, a variedade AS3707

germinou 100% das unidades experimentais, enquanto que a variedade AS3680, somente 66%. Ambas variedades mostraram baixo desempenho contra o fungo patogênico no teste realizado sem tratamento de sementes (T1), mas a variedade AS3707 se mostrou 33% superior em germinação quando comparada com a variedade AS3680 (Tabela 2).

No tratamento químico aos 15 DAS ambas variedades testadas germinaram 100%, corroborando com os resultados obtidos por Ferreira *et al.* (2016), o qual observou que o tratamento químico via tratamento de sementes melhora o desempenho do vigor das sementes por atuar como um bioativador, incrementando assim a germinação e emergência das variedades (Tabela 2).

Ao se comparar T2 com T3, nota-se que o defensivo químico foi mais eficiente que o biológico, visto que o T2 obteve 100% das sementes emergidas contra 66% de T3 na variedade AS3707, diferença esta que foi ainda maior em relação à variedade AS3680, em que no tratamento biológico, nenhuma semente foi capaz de germinar. (Tabela 2).

Tabela 3 – Altura de plantas (cm) e número de folhas (unidade) da variedade AS3680.

Trat.	Leituras	L1	L2	L3	L4	L5	Média	D. PAD	CV%
T0	AP	12,66	15,00	16,16	17,50	18,33	15,93	1,99	12,50
	NF	4,33	4,33	5,33	6,33	6,33	5,33	0,89	16,78
T1	AP	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF	-	-	-	-	-	-	-	-
T2	AP	19,26	24,50	26,83	25,83	30,00	25,28	3,52	13,91
	NF	5,00	8,00	9,00	10,00	11,00	8,60	2,06	23,94
T3	AP	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF	-	-	-	-	-	-	-	-

L1 a L5 – Leituras efetuadas durante o experimento. D.PAD – desvio padrão. C.V- coeficiente de variação (%).

Na Tabela 3 mostram-se os dados obtidos nas características de altura de planta (AP) em centímetros e o número de folhas (NF) em unidades. O tratamento químico (T2), foi eficiente em proteger as sementes, do fungo, e garantir seu desenvolvimento inicial, mesmo na situação causada pelo experimento, pois T2 obteve média de altura de plantas de 25,28cm contra 15,93cm de T0, comprovando o efeito bioativador do tratamento químico com Maxim XL.

Já o tratamento biológico não foi eficiente em proteger a planta contra a colonização e interferência do fungo *R. solani*, o qual provocou a morte das plantas da variedade AS3680, e segundo Sedyama *et al.*, 2015 pode estar associado a infecção de *R. solani* na fase de emergência ou plântula atacando a raiz principal e o hipocótilo causando o “damping-off” e posteriormente morte (Tabela 3 e 4).

O tratamento T1 não obteve germinação provavelmente ao apodrecimento da semente causada pela colonização de *R. solani* ou a infecção no hipocótilo da plântula. (Tabela 3 e Figura 3).

Figura 3 – podridão de sementes na variedade AS3680.



No caso das sementes não tratadas com o fungicida protetor e sem inoculação do fungo (T0), o desempenho foi inferior ao do tratamento T2, fato que pode ser explicado por algum fator externo, conforme Cunha *et al.*, 2015, o tratamento de sementes com Maxim XL pode causar efeitos benéficos em diversas fases do crescimento inicial e no desenvolvimento da cultura, popularmente chamado de “efeito boost”.(Tabela 3).

Na Tabela 4, observa-se os dados iniciais de altura de plantas da variedade AS3707, nota-se que T0 e T2 apresentaram desempenho semelhante, ou seja, o fungicida químico foi capaz de proteger as sementes e garantir sua germinação e desenvolvimento inicial, muito semelhante com o que aconteceu com a variedade AS3680, no tratamento sem infecção fúngica (T0).

É possível notar que o tratamento com fungicida biológico (T3) foi mais eficiente que T1 e possibilitou a germinação e desenvolvimento de 66% das plantas de variedade AS3707. Segundo Henning (2005), uma função de fungicidas voltados ao tratamento de sementes, é defender a semente contra

fungos de solo, como *R. solani*, dessa forma, é possível afirmar que T2 foi efetivo ao garantir bons resultados de NF e AP às duas cultivares (Tabela 4).

Tabela 4 – Altura de plantas (cm) e número de folhas (unidade) da variedade AS3707.

Trat.	Leituras	L1	L2	L3	L4	L5	Média	D. PAD	CV%
T0	AP	19,20	22,33	23,66	25,66	27,16	23,60	2,75	11,66
	NF	5,00	8,00	8,00	9,00	11,00	8,20	1,94	23,65
T1	AP	3,16	4,33	5,00	5,33	5,50	4,66	0,85	18,27
	NF	1,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,46	0,40	16,26
T2	AP	18,93	24,33	25,16	25,66	27,33	24,28	2,85	11,74
	NF	5,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,40	1,20	16,22
T3	AP	12,16	15,33	17,50	18,66	20,33	16,80	2,83	16,86
	NF	3,33	5,33	5,33	7,33	7,33	5,73	1,50	26,12

L1 a L5 – Leituras efetuadas durante o experimento. D.PAD – desvio padrão. C.V- coeficiente de variação (%).

Na tabela 5, observa-se a massa verde de raiz (em gramas) representando o crescimento radicular das plantas, sendo importante para servir de parâmetro no potencial de absorção de nutrientes. É possível observar, que, a única situação em que a cultivar AS3680 foi superior à AS3707, foi no tratamento químico T2, pois a variedade AS3680 obteve 35,72g em média de raiz contra 20,40g da variedade AS3707 sendo 47% maior, fato esse que mostra que a cultivar AS3680 pode ser mais suscetível ao estímulo “boost” do fungicida, enquanto AS3707 mostra mais resistência à doença.

Tabela 5 – Massa verde de raiz (g) das cultivares estudadas.

Trat.	Variedade	R1	R2	R3	Média	D. PAD	C.V.
		----- (g) -----					
T1	AS3680	-	-	-	-	-	-
	AS3707	0,00	0,08	0,00	0,03	0,04	141,42
T2	AS3680	7,79	3,69	4,06	5,18	1,85	35,72
	AS3707	5,48	4,78	3,27	4,51	0,92	20,40
T3	AS3680	-	-	-	-	-	-
	AS3707	6,90	0,00	4,39	3,76	2,85	75,78

R1 a R3 – repetições. D.PAD – desvio padrão. C.V- coeficiente de variação (%).

Nas condições impostas em T1 e T3, a variedade AS3707 foi mais eficiente em resistir à presença do fungo, mostrando superioridade nas condições de maior estresse. Já ao se analisar os tratamentos, nota-se que o tratamento químico foi mais eficiente no controle do patógeno que o tratamento

biológico, visto que na característica de massa verde de raiz T2 foi 17% superior ao T3 na variedade AS3707 e 100% superior na variedade AS3680, fato ocorrido devido a variedade não germinar no tratamento T3 (Tabela 5).

Na Tabela 6 observa-se os dados obtidos em relação a massa verde de parte aérea, nota-se, que o tratamento químico foi superior em relação aos demais tratamentos, fato observado em todas as características analisadas comprovando assim a eficiência do defensivo químico.

Tabela 6 – Massa verde da parte aérea das cultivares estudadas.

Trat.	Variedade	R1	R2	R3	Média	D. PAD	C.V.
		----- (g) -----					
T1	AS3680	-	-	-	-	-	-
	AS3707	0,00	1,50	0,00	0,50	0,71	141,42
T2	AS3680	6,88	3,84	4,58	5,10	1,29	25,38
	AS3707	4,58	4,61	3,80	4,33	0,37	8,66
T3	AS3680	-	-	-	-	-	-
	AS3707	6,69	0,00	4,63	3,77	2,80	74,14

R1 a R3 – repetições. D.PAD – desvio padrão. C.V- coeficiente de variação (%).

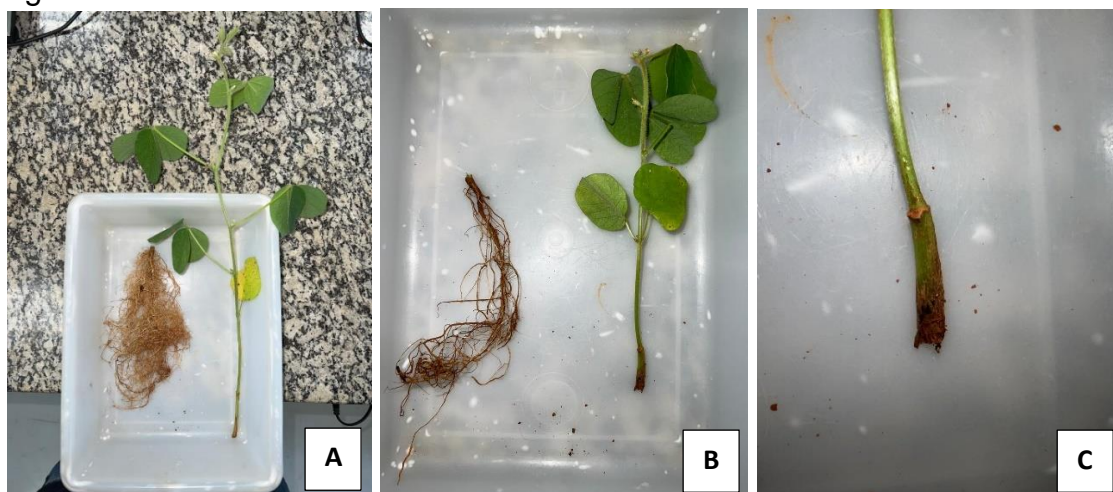
Ao analisar T3 nota-se que o fungicida biológico não foi eficiente no controle do fungo patogênico. Segundo Les *et. al.*(2020), a presença da bactéria benéfica, *Bacillus subtilis*, foi capaz de diminuir a incidência de *R. solani* e proporcionar um bom estabelecimento das plantas jovens, aumentando o comprimento de raiz e massa verde da parte aérea em soja, contradizendo os resultados observados nas Tabelas 5 e 6, na qual foi possível notar que não foram obtidos resultados maior que os tratamentos de comparação, uma vez que o tratamento biológico não conseguiu assegurar a germinação das sementes da variedade AS3680, e assegurou 66% de germinação na variedade AS3707.

Na característica massa verde de parte aérea o tratamento químico T2 foi 13% superior ao tratamento biológico na variedade AS3707, pois T2 apresentou 4,33g em média de parte aérea contra 3,77g de T3 (Tabela 6).

Ao analisar as Tabelas 5 e 6, nota-se aparições de coeficientes de variação (CV%) muito elevados, como em T1 e T3 da variedade AS3707, isso se deve ao efeito das sementes não germinarem em algumas unidades experimentais interferindo assim nos dados estatísticos por causar grande variação nos dados obtidos, por estes motivos já se esperava coeficiente de variação elevado.

Na Figura 4, nota-se uma diferença visual entre as plantas da variedade AS3707, na figura 4A, observa-se sinais de maior vitalidade por possuir sistema radicular bem desenvolvido, enquanto que na figura 4B apresentou sinais de estrangulamento no início do caule e atraso no desenvolvimento, fato ocorrido devido a infecção do fungo patogênico inoculado (*R. solani*).

Figura 4 – Plantas da cultivar AS3707.



O tratamento com fungicida químico mostrou melhores resultados que o com fungicida biológico no crescimento e desenvolvimento inicial das plantas no tratamento de sementes de soja em ambas cultivares experimentadas inoculadas com o fungo patogênico *R. solani*.

6. CONCLUSÃO

O fungicida químico mostrou melhores resultados no tratamento de sementes do que o fungicida biológico, sendo três vezes mais eficiente em germinação, 44% em altura de planta e 29% maior em número de folhas contra o fungo previamente inoculado nas sementes de soja, *Rhizoctonia solani*.

A cultivar AS3680 se mostrou menos tolerante ao fungo do que AS3707, que germinou 66% mais sementes em T3. Levando em conta a média de massa verde aérea e de raízes em T2, a variedade AS3680 conseguiu 15% e 17%, respectivamente, mais massa que a variedade AS3707, mostrando que quando protegida quimicamente possui vantagem, resultado semelhante foi obtido em relação à altura e número de folhas, 4% e 16% melhores na variedade AS3680.

REFERÊNCIAS

- AKIRA, O. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn. **Annu Rev Phytopathol**, v. 25, p. 125-143, 1987.
- ALMEIDA, A.M.R.; ABDELNOOR, R. V. Variabilidade genética de isolados de *Macrophomina phaseolina* (TASSI) Goid, coletados em diferentes regiões do Brasil. 1998.
- AMORIM, L. *et al.* Manual de Fitopatologia volume 2: Doenças das Plantas Cultivadas. **5ª edição**, v. 772, 2016.
- ANDERSON, N.A. The genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. **Annual review of phytopathology**, v. 20, n. 1, p. 329-347, 1982.
- BLACK, R.J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. **Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ**, p. 1-18, 2000.
- BONETTI, L.P. Distribuição da soja no mundo. **A soja no Brasil**, p. 1-16, 1981.
- CARNEIRO FILHO, A.; COSTA, K. A expansão da soja no cerrado. **Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável. São Paulo, Agroicone**, p. p1-30, 2016.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da safra de grãos: Décimo segundo levantamento**, Setembro 2022 – safra 2021/22. : Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2022.
- CUNHA, R.P. *et al.* Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1761-1767, 2015.
- EMBRAPA SOJA. **História da soja**, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em 10 de Outubro de 2022.
- EMBRAPA SOJA. Tecnologias de produção de soja - região Central do Brasil 2012 e 2013. **Londrina: Embrapa Soja/Sistemas de Produção**, 2011. 261p.
- EMBRAPA, Soja. Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil 2014. Londrina: **Embrapa Soja/Sistemas de Produção**, 2013.
- GAZZONI, D.L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 3, p. 16-18, 2018.
- GHINI, R; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000., 2000.
- GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004., 2004.
- GUERRERO-GONZÁLEZ, M. L.; *et al.* Differential expression of *Phaseolus vulgaris* genes induced during the interaction with *Rhizoctonia solani*. **Plant Cell reports**, v. 30, n.8, p.1465 -1473, 2011.
- HENNING, A.A. Manejo de doenças da soja (*Glycine max*). **Informativo ABRATES**, vol. 19, n.3, 2009.

- HENNING, A.A. *et al.* Tratamento e inoculação de sementes de soja. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1994.
- HENNING, A.A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2005.
- JUHÁSZ, A.C.P. *et al.* Desafios fitossanitários para a produção de soja. 2013.
- KIMATI, H. *et al.* Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 1997.
- KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- LES, N. *et al.* Controle de *Rhizoctonia solani* com produtos biológicos no tratamento de sementes na cultura da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 99919-99935, 2020.
- MELCHING, J. S. *et al.* Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, v. 73, n. 2, p. 117-122, 1989.
- MELLO, R.C.M. A influência da produção de soja na região produtora do estado de Goiás: um estudo histórico comparado. 2021.
- MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; ZIMMER, P.D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 39, p. 13-18, 2009.
- MNIF, I.; GHRIBI, D. Potential of bacterial derived biopesticides in pest management. **Crop Protection**, v.77, p. 52-64, 2015.
- MORANDI, M.A.P.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. 2009.
- PANDOLFO, J.D. **Associação de *Trichoderma* sp. e fungicidas no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. phaseoli**. 2007.
- SEDIYAMA, T. *et al.* **Soja do plantio à colheita**. Viçosa, MG. Ed. UFV 2015.
- SOUSA, M. V. *et al.* Metodologia de infecção artificial de sementes de algodão por *Fusarium oxysporum* f. sp. vasinfectum. *In: 7 Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes*. 2002.
- 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.
- YORINORI, J. T. *et al.* Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.