

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO CIÊNCIAS DA VIDA
CURSO DE AGRONOMIA**

SINVAL PEREIRA CARNEIRO

Trichoderma spp. **E SUA AÇÃO NA BIORREMEDIAÇÃO DE METSULFUROM
METILICO NA CULTURA DA SOJA.**

CAXIAS DO SUL

2021

SINVAL PEREIRA CARNEIRO

Trichoderma spp. **E SUA AÇÃO NA BIORREMEDIAÇÃO DE METSULFUROM
METILICO NA CULTURA DA SOJA.**

Trabalho de Conclusão de Curso II como
requisito para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo da Universidade de
Caxias do Sul. Área do conhecimento:
Fertilidade do Solo
Orientador: Prof. Ms. Elaine Damiani Conte

CAXIAS DO SUL

2021

SINVAL PEREIRA CARNEIRO

Trichoderma spp. **E SUA AÇÃO NA BIORREMEDIAÇÃO DE METSULFUROM
METILICO NA CULTURA DA SOJA.**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito
para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul.
Área do conhecimento:

Fertilidade do Solo

Orientador: Prof. Ms. Elaine Damiani Conte

Banca Examinadora

Prof. Ms. Elaine Damiani Conte – Orientadora
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dra. Lessandra Silva Rodrigues

Ms. Fernanda Benedet de Santo

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais Dorval Alves Carneiro e Iolanda Pereira Carneiro que me incentivaram nos momentos mais difíceis com seu apoio.

A Prof. Ms. Elaine Damiani Conte por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com imensa dedicação e amizade. E aos demais professores pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

A todos os amigos e familiares, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Muito obrigado!

A Deus

Aos meus pais, **Dorval** e **Iolanda**

Aos meus irmãos, **Sandoval** e **Joscelaine** e
ao meu filho **Vicente**.

Dedico esse trabalho!

***Trichoderma* spp. E SUA AÇÃO NA BIORREMEDIAÇÃO DE METSULFUROM METILICO NA CULTURA DA SOJA.**

Sinval Pereira Carneiro¹

Elaine Damiani Conte²

Resumo: Esse trabalho teve por objetivo verificar o efeito da aplicação de *Trichoderma* spp. na biorremediação de metsulfurom metílico na cultura da soja, em diferentes épocas de semeadura após a aplicação. Foi realizado em Latossolo bruno sob sistema de plantio direto consolidado, no município de Vacaria – RS. Delineado em blocos casualizados organizado em parcelas subdivididas com quatro repetições por tratamento. Foi conduzido em fatorial 2x2x3, sendo 2 (com e sem *Trichoderma* spp.) x 2 (com e sem herbicida) x 3 (aplicação aos 45, 30 e 15 dias antes da semeadura da soja). Foram avaliados neste experimento: a população estabelecida, população final, incidência de plantas daninhas, teor de clorofila nas folhas, diâmetro e comprimento de raiz, estatura de plantas, inserção do primeiro nó e os componentes de rendimento da cultura da soja: número de legumes por planta, número de grãos por legume, massa de 1000 grãos e a produtividade de grãos. A estatura de plantas avaliada no estágio V5 foi influenciada positivamente pela aplicação de *Trichoderma* spp. e a população final de plantas negativamente pela aplicação de metsulfurom metílico. Os demais parâmetros avaliados neste experimento não foram influenciados significativamente pela aplicação de *Trichoderma* spp. e metsulfuron metílico nas três épocas de aplicação em relação a semeadura. A cultivar Brasmax Veloz[®] não é influenciada no seu rendimento e desenvolvimento final pela aplicação de metsulfuron metílico 15, 30 e 45 dias antes da semeadura, em Latossolo bruno. A aplicação de *Trichoderma* spp. influencia a estatura de plantas apenas na fase inicial da cultura nas condições e solo testado.

Palavras-chave: ALS. Degradação. Herbicidas. Microorganismos. Sistema plantio direto.

***Trichoderma* spp. AND ITS ACTION IN THE BIORREMEDICATION OF METSULFURON METHYLATE IN SOYBEAN CULTIVATION.**

Abstract: This work aimed to verify the effect of the application of *Trichoderma* spp. on bioremediation of metsulfuron methyl in soybean culture, at different sowing times after application. It was carried out in Latosol bruno under a consolidated no-tillage system, in the municipality of Vacaria – RS - Brazil. Designed in randomized blocks organized in split plots with four replications per treatment. It was carried out in a 2x2x3 factorial, being 2 (with and without *Trichoderma* spp.) x 2 (with and without herbicide) x 3 (application at 45, 30 and 15 days before soybean sowing). The following were evaluated in this experiment: established population, final population, weed incidence, leaf chlorophyll content, root diameter and

¹ Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul: E-mail: sinvalpc@hotmail.com

² Professor Dr. Orientador da Disciplina de TCC II da Universidade de Caxias do Sul, localizada na Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130- Bairro Petrópolis: CEP 95070-560. E-mail: edconte@ucs.br

length, plant height and soybean crop yield components: number of pods per plant, number of grains per vegetable, mass of 1000 grains and grain yield. The height of plants evaluated at stage V5 was positively influenced by the application of *Trichoderma* spp. and the final plant population negatively by the application of methyl metsulfuron. The other parameters evaluated in this experiment were not significantly influenced by the application of *Trichoderma* spp. and metsulfuron methyl in the three times of application in relation to sowing. Cultivar Brasmax Veloz® is not influenced in its yield and final development by the application of metsulfuron methyl 15, 30 and 45 days before sowing, in an Latossolo bruno. The application of *Trichoderma* spp. influences the height of plants only in the initial phase of the culture under the conditions and soil tested.

Keywords: ALS. Degradation. Herbicides. Microorganisms. No-till farming system.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, produzindo 135,409 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 38,502 milhões de hectares, com uma produtividade de 3.517 kg/ha. Na safra 2019/2020 a área cultivada de soja no mundo foi de 127,842 milhões de hectares, com uma produção de 362,947 milhões de toneladas (CONAB, 2021). Os EUA são o segundo produtor mundial do grão, com uma produção de 112,549 milhões de toneladas, em uma área plantada de 33,313 milhões de hectares, com uma produtividade de 3.379 kg/ha (EMBRAPA, 2021).

Muitos fatores contribuíram para que a soja se estabelecesse como uma importante cultura no Brasil. Entre eles podemos destacar a semelhança do ecossistema do sul do Brasil com o predominante no sul dos EUA, a calagem e a correção da fertilidade dos solos; incentivos fiscais disponibilizados aos produtores de trigo nos anos 50, 60 e 70 beneficiaram igualmente a cultura da soja: mercado internacional em alta; substituição das gorduras animais (banha e manteiga) por óleos vegetais; facilidades de mecanização total da cultura; surgimento de um sistema cooperativista dinâmico e eficiente; melhorias nos sistemas viário, portuário e de comunicações. Entre 1900 e 1901 o Instituto Agrônomo de Campinas (SP) distribuiu as primeiras sementes de soja para produtores paulistas, nessa mesma data registrou-se o primeiro cultivo de soja no RS (VIDOR et al., 2003).

O controle químico, por meio do uso de herbicidas, é o método mais utilizado para controle de plantas daninhas em cereais de inverno. Culturas como o trigo e aveia tem tolerância a aplicação de herbicidas do grupo ALS, grupo o qual o metsulfurom metílico faz parte (GEORGESON, 1989).

O metsulfurom metílico pertence ao grupo químico das sulfonilureias, que é pouco sorvido e muito lixiviado no solo, dependendo da textura e do teor de matéria orgânica, com persistência no solo que varia de 30 a 120 dias. Sendo muito versátil e com custo baixo, o que faz com que, em muitos casos, seja utilizado de maneira indiscriminada pelos agricultores (VALENTINI et al., 2018). O metsulfurom metílico é persistente no solo e controla novos fluxos de plantas daninhas de folhas largas por até 30 dias após a sua aplicação. Após a emergência do trigo, os herbicidas iodosulfuron-metil e metsulfuron são eficientes no controle da buva e plantas voluntárias de soja (VARGAS et al., 2011).

As injúrias causadas pelos herbicidas inibidores de ALS, geralmente são bordas foliares amareladas, nervuras avermelhadas ou arroxeadas e limbo foliar com manchas amareladas (ROMAN et al., 2005). Cada cultivar possui tolerância variada aos herbicidas inibidores de ALS aplicados em plantas de soja com três folhas trifoliadas, podendo causar supressão do crescimento da soja, e redução de 50% da matéria seca da planta (OLIVEIRA et al., 2011).

Em experimento realizado em vasos com Latossolo vermelho observou-se que a cultura da soja é sensível à aplicação do ingrediente ativo metsulfurom metílico, mesmo em intervalos entre aplicação e semeadura dentro das recomendações de bula. Os resultados mostraram que mesmo nas doses e intervalos entre aplicação e semeadura recomendados, ou seja, intervalo de 60 dias e dose de ingrediente ativo de $3,3 \text{ g/ha}^{-1}$, ocorreram danos significativos, tanto para altura de planta quanto para o acúmulo de massa seca das plantas (VALENTINI et al., 2018).

O herbicida metsulfurom metílico, dependendo do intervalo de aplicação e da dose utilizada, pode ocasionar a inibição da germinação da cultura da soja ou, então, causar perdas no crescimento da planta. Após absorvidos, esses herbicidas são rapidamente translocados para área de crescimento ativo (meristemas, ápices), onde, em plantas suscetíveis, o crescimento é inibido (OLIVEIRA et al., 2011).

Por outro lado, diversos microrganismos são capazes de metabolizar e degradar pesticidas (WOŁEJKO et al., 2020). Segundo Cork e Krueger (1991) microrganismos podem fornecer um meio para eliminar resíduos indesejados do meio ambiente, proteger culturas anteriormente suscetíveis de danos por herbicidas ou pesticidas e fornecer uma fonte de material genético para o desenvolvimento de culturas resistentes a herbicidas ou plantas produtoras de pesticidas.

O fungo *Trichoderma* é conhecido desde a década de 1920 por ser capaz de agir no biocontrole de patógenos e plantas, também serve como indutor de resistência sistêmica

induzida ou localizada, como consequência também ocorre o aumento do crescimento das plantas e a maior absorção de nutrientes (RIBEIRO, 2007).

Fungo habitante de solo que está presente tanto em regiões de clima temperado, quanto tropical, o qual pode colonizar madeira em decomposição, cogumelos e orelhas de pau. Também parasita outros fungos que representam ameaça para diferentes espécies de plantas. Gênero de fungos de característica filamentosa, comumente chamado de mofo ou bolor, com crescimento rápido e que produz colônias de coloração esverdeada. Encontrado em praticamente todos os tipos de solos, embora mais frequentemente em solos de regiões de clima temperado e tropical. Gênero que possui mais de 200 espécies conhecidas e é frequentemente utilizado em indústrias de alimentos, têxtil, papel, farmacêutica, química e, mais recentemente, na produção agrícola, melhorando o crescimento e a produtividade de diversas culturas. Controla as doenças causadas por fungos de solo, que infectam raízes, base de caules e o sistema vascular das plantas, causando podridão e murchas, como *Verticillium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Sclerotinia*, *Fusarium*, entre outros (MEYER et al., 2020).

Além do controle biológico, algumas espécies de *Trichoderma* têm contribuído como promotores do crescimento vegetal, pela capacidade de solubilização de fosfatos e outros minerais, os disponibilizando para as plantas, bem como, também produzindo auxinas, substâncias capazes de induzir a alongação celular nos vegetais superiores (CHAGAS, 2017).

Por outro lado, os possíveis efeitos do *Trichoderma* spp. na degradação de herbicidas, no sentido de melhorar a qualidade de solos contaminados são escassos. Bernat et al. (2018) revelou que a aplicação de *T. harzianum* melhorou o crescimento do trigo estressado com o herbicida 2,4-D e aliviou seus efeitos tóxicos. Colla et al. (2008) observaram baixa toxicidade das triazinas aos isolados de *Trichoderma* spp. e potencial para biorremediação de solos contaminados com triazinas. Os microrganismos do solo usam os pesticidas como fonte de energia e nutrientes nos diferentes estágios de sua transformação. Tripathi et al. (2015) relatam que o *Trichoderma* spp. torna-se dominantes na região do solo contaminado com metais pesados e herbicidas e contribuiu na promoção do crescimento das plantas. *Trichoderma viride* foi relatado como mais eficiente entre os fungos testados na degradação de clorpirifós e fotodieldrina (TABET; LICHTENSTEIN, 1976; MUKHERJEE; GOPAL 1996). Katayama e Matsumura (1993), concluem que o *T. harzianum* tem excelente potencial de degradação de pesticidas, pois constataram sua capacidade de degradar agrotóxicos como DDT, dieldrina, endossulfan, pentacloronitrobenzeno, e pentaclorofenol, mas não hexaclorociclohexano.

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aplicação de *Trichoderma* spp. na fitorremediação do herbicida metsulfurom metílico na cultura da soja, em diferentes épocas de semeadura após a aplicação do herbicida.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na safra 2020/21, na área experimental do Curso de Agronomia UCS em Vacaria - RS. O solo dominante nesta região é classificado como Latossolo Bruno Distrófico. O solo foi amostrado para caracterização química de solo na camada de 0-20 cm de profundidade. e apresentava, antes da instalação do experimento, a seguinte caracterização química, de acordo com metodologia de Tedesco et al. (1995): 68% argila; pH 6,8; índice SMP 6,7; Matéria orgânica (MO) 6,3%; Ca 16,4 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; Mg 6,8 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; Al 0,03 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; H+Al 2,0 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; CTC pH 7,0 25,8 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; saturação base 92,4%; P 1,8 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$; S 4,1 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$; K 250,5 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$; Zn 6,4 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$; Cu 6,1 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$; Mn 1,8 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$ e B 0,5 $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$.

O experimento foi conduzido em blocos casualizado organizado em parcelas subdivididas, contendo dois blocos. Cada bloco foi dividido em 2 repetições totalizando 4 repetições por tratamento contendo as dimensões de 2x5m, ou seja, 10 m². Foi conduzido em fatorial 2 (com e sem *Trichoderma* spp.) x 2 (com e sem herbicida) x 3 (aplicação aos 45, 30 e 15 dias antes da semeadura).

O herbicida utilizado foi o metsulfurom metílico produto comercial Ally[®] nos dias 4/11/2020, 19/11/2020 e 4/12/2020 com pulverizador costal pressurizado com CO₂, com reservatório com capacidade de 2 litros de calda. A aplicação do *Trichoderma* spp. foi realizada sempre 3 dias após a aplicação do herbicida sendo 07/11/2020, 22/11/2020 e 07/12/2020, respectivamente. O produto comercial utilizado foi o Blindage[®], na dose de 100 ml ha⁻¹, sendo aplicado superficialmente no solo com pulverizador costal, ao final da tarde e após foi realizada uma irrigação de aproximadamente 10 mm. O produto apresenta concentração de 10¹¹ UFC mL⁻¹ (Unidade Formadora de Colônias), consistindo um bioformulado da seleção de três espécies de *Trichoderma* spp. (*T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. koningiopsis*) e oito cepas de fungos.

Sobre os tratamentos foi semeada a cultura da soja no dia 19/12/2020, variedade BRASMAX VELOZ RR (foi feito tratamento de sementes com os produtos Cruiser/Standak Top/Cobalto/Molibdênio), na hora do plantio a semente foi inoculada e foi utilizado 300 kg

por hectare do adubo 05-30-15 para o plantio, foi semeada utilizando o espaçamento de 50 cm entre linhas, e 15 sementes/m linear, dentro do período recomendado pelo zoneamento agrícola de Vacaria (início do mês de outubro até fim do mês de dezembro).

Os tratos fitossanitários foram realizados de acordo com o monitoramento de pragas, doenças e plantas daninhas: 23/01/2021 foi aplicado herbicidas/inseticidas/adubo foliar; 08/02/2021 foi aplicado fungicidas/inseticidas; 26/02/2021 foi aplicado fungicida/inseticida; 15/03/2021 foi aplicado fungicida/inseticida; 24/03/2021 foi aplicado fungicida/inseticida.

Foram avaliados neste experimento: incidência de plantas daninhas (foi medido 2 metros em cada parcela e feita a contagem e identificação de cada planta daninha), a população de plantas estabelecidas (25 dias após o plantio foi medido 2 metros em cada parcela e contado as plantas nascidas em 2 linhas de cada uma das parcelas), teor de clorofila nas folhas (foi medido no estádio V5 e R5 o teor de clorofila em 10 plantas de cada parcela), altura de plantas e inserção do primeiro nó (ambos os quesitos foram avaliados no estádio V5), população final (foram medidos 2 metros e feito a colheita de duas filas de cada parcela, assim chegando a média de plantas na colheita), e os componentes de rendimento da cultura da soja (todos foram avaliados na colheita da soja).

Na semeadura e pré-colheita da cultura da soja foi realizada a avaliação de plantas daninhas através da contagem das plantas emergidas em 1 metro linear na entre linha central de cada parcela em dois locais por parcela. A densidade de plantas daninhas foi determinada identificando e contando o número de espécies de plantas daninhas por parcela e dividida pela área total amostrada (CASTRO et al., 2011).

A população de plantas estabelecidas foi determinada pela contagem do número de plantas em 2 metros lineares de cada parcela na fase vegetativa V6 (planta com 5 trifólios).

Para a avaliação dos índices de clorofila A, clorofila B e clorofila total contidas na folha foram realizadas 10 avaliações por repetição (40 por tratamento) através de um clorofilômetro (Falker®), em 2 estádios da planta: V5 e R5. No estágio Vn (estádio anterior ao surgimento de flores e entrada no período reprodutivo), também foi medida a altura de planta e de inserção do primeiro nó em 10 plantas por parcela (40 plantas por tratamento).

Na maturação fisiológica da cultura da soja foi avaliado população final de plantas, altura de planta, comprimento e diâmetro de raízes, também foram avaliados os componentes de rendimento: número de legumes por planta, número de grãos por legume, massa de 1000 grãos e a produtividade. Para determinação da população final, altura, comprimento e espessura de raiz, número de grãos por vagem e número de vagens foram coletas todas as plantas presentes em 2 metros lineares de cada parcela. A população final de plantas foi

obtida pela contagem das plantas nos dois metros e transformados em população final por hectare. A altura de planta foi determinada medindo-se da base de inserção no solo até o ápice da planta. O comprimento de raízes foi obtido pela medição da raiz principal com régua graduada e o diâmetro através de um paquímetro na altura aproximadamente 2 cm abaixo do solo. O número de legumes e número de grãos por legume foi realizado pela contagem em todas as plantas coletadas em 2 metros lineares de cada parcela. Para avaliar a produtividade foi realizada a pesagem dos grãos produzidos, na área útil de cada parcela (4m²), onde a umidade foi transformada considerando 13% para padronização e os dados foram expressos em kg/ha. A massa de mil grãos foi determinada pela pesagem de dez amostras de cem grãos, segundo as regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. A interação entre o uso de *Trichoderma* spp. x herbicida x épocas de aplicação foi avaliada de acordo com a ANOVA de três fatores. Para as variáveis com distribuição normal, a comparação de médias foi realizada utilizando o Teste t ($p \leq 0,05$). As variáveis que não apresentaram distribuição normal foram analisadas utilizando o teste Mann-Whitney U ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS 21.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificadas no experimento, por ocasião da semeadura da soja, oito espécies de plantas daninhas sendo elas: *Eleusine indica* (Capim pé de galinha), *Sonchus oleraceus* (Serralha), *Solanum sisymbriifolium* (Juá), *Portulaca oleraceae* (Beldroega), *Echinochloa crus-gavonis* (capim arroz), *Trifolium repens* (trevo branco), *Lotus corniculatus* (cornichão) e *Euphorbia heterophylla* (leiteira). Destas, apenas serralha, beldroega e trevo são controlados pelo herbicida metsulfurom metílico (ADAPAR, 2020). As espécies capim arroz, trevo branco, cornichão e leiteira estavam presentes em apenas uma parcela das 48 parcelas avaliadas. As densidades de plantas daninhas encontradas em mais que uma parcela estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Densidade de plantas daninhas encontradas na semeadura da soja, cv. Brasmax Veloz RR[®], em sistema de plantio direto consolidado em função da aplicação de *Trichoderma* spp. e metsulfurom metílico nas três épocas de aplicação dos tratamentos. Vacaria – RS, 2021.

Época	Tratamentos		<i>Eleusine indica</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	<i>Portulaca olerace</i>
	Herbicida	<i>Trichoderma</i> spp.				
45 dias antes semeadura	Sem	Sem aplicação	2	0	0	0
		Com aplicação	4	1	0	0
	Com	Sem aplicação	1	0	0	0
		Com aplicação	3	0	0	0
	TOTAL		10	1	0	0
	30 dias antes semeadura	Sem	Sem	3	4	0
Com			21	1	0	0
Com		Sem	24	0	0	0
		Com	30	0	0	0
TOTAL		78	5	0	0	
15 dias antes semeadura		Sem aplicação	Sem	1	3	1
	Com		0	1	2	2
	Com aplicação	Sem	0	2	2	0
		Com	0	0	0	6
	TOTAL		1	6	5	9

As sulfoniluréias controlam principalmente plantas daninhas dicotiledôneas, sobretudo algumas moléculas demonstram boa ação contra gramíneas (ROMAN et al., 2005). Neste experimento observou-se um baixo controle de gramíneas, ressaltando a grande presença de capim pé de galinha na área. Destaca-se o controle da serralha que reduziu a densidade de plantas daninhas com o uso de metsulfuron metílico nas três épocas avaliadas independente ou não do uso do *Trichoderma* spp. Estes resultados indicam que a aplicação de *Trichoderma* spp. não interfere na eficiência do metsulfuron metílico no controle de plantas daninhas.

Os parâmetros avaliados na cultura da soja neste experimento não apresentaram interação significativa entre a aplicação de *Trichoderma* spp. x aplicação de metsulfuron metílico x épocas de aplicação. No entanto, houve efeitos significativos para o uso de *Trichoderma* spp., independente do uso de herbicida e da época avaliada e de metsulfuron metílico influenciou independente do uso de *Trichoderma* spp. e da época avaliada. Portanto, serão apresentados os efeitos isolados de *Trichoderma* spp. e de metsulfuron metílico média das três épocas de aplicação para todos os parâmetros.

Os índices de clorofila A, B e total nas folhas de soja não foram influenciados significativamente pela aplicação de *Trichoderma* spp. e metsulfuron metílico nas duas épocas avaliadas: 5 folhas e no enchimento de grão (Tabela 2).

Tabela 2 - Clorofila A, B e total de soja, cv. Brasmax Veloz RR[®], em sistema de plantio direto consolidado em função da aplicação de *Trichoderma* spp. e Metsulfurom metílico. Vacaria – RS, 2021.

Tratamentos	Estádio V6			Estádio R5		
	A	B	Total	A	B	Total
<i>Trichoderma</i> spp.						
Sem aplicação	40,79 ^{ns}	10,60 ^{ns}	51,39 ^{ns}	43,51 ^{ns}	13,63 ^{ns}	57,02 ^{ns}
Com aplicação	40,72	10,27	50,99	43,28	13,37	56,77
Metsulfurom metílico.....						
Sem aplicação	40,50 ^{ns}	10,44 ^{ns}	50,92 ^{ns}	43,52 ^{ns}	13,51 ^{ns}	57,15 ^{ns}
Com aplicação	41,01	10,42	51,46	43,27	13,48	56,64
CV(%):	3,79	10,58	4,93	2,06	4,39	2,29

^{ns} = não significativo pelo teste U- Mann- Whitney (p<0,05) para clorofila b e total no estágio V5 e pelo teste t(p<0,05) para as demais variáveis. Média de três épocas de aplicação.

A leitura da clorofila permite avaliar o nível de N em cereais (ARGENTA et al., 2001) e identificar fitotoxicidade a herbicidas e sua possível interferência no processo fotossintético (MESCHEDE et al., 2011). Dos Santos et al. (1999) mostraram que o herbicida butachlor diminuiu o teor de clorofila b, o glyphosate, o teor de clorofila a, enquanto o propanil diminuiu os teores de clorofila a, b na planta aquática *Spirodela punctata*. A aplicação de sulfometuron-methyl não interferiu nos teores de clorofila em cana de açúcar (MESCHEDE et al., 2011). Portanto, as avaliações de clorofila realizadas demonstram que a aplicação de metsulfuron metílico, independente da época de aplicação, parece não ter causado fitotoxicidade nas plantas de soja, cv Brasmax Veloz RR, nas épocas avaliadas.

Corroborando com o presente trabalho, Bubanz et al. (2019) não observaram diferenças significativas no índice de clorofila do morangueiro, no tratamento contendo *Trichoderma asperellum*, nas avaliações realizadas 30 dias após o transplante das mudas.

Foi utilizado sementes com vigor e germinação de 85% e não foi feita compensação de sementes na semeadura. A população inicial e final de plantas de soja não apresentaram diferenças significativas em relação aplicação de *Trichoderma* spp. independente das épocas de aplicação e da aplicação do herbicida. Já onde foi aplicado metsulfurom metílico observou-se redução significativa na população final de plantas (Tabela 3).

Tabela 3 – População inicial e final de soja, cv. Brasmax Veloz RR[®], em sistema de plantio direto consolidado em função da aplicação de *Trichoderma* spp. e Metsulfurom metílico, média de três épocas de aplicação. Vacaria – RS, 2021.

Tratamentos	População inicial		População final	
	Plantas/há			
<i>Trichoderma</i> spp.				
Sem aplicação	269.792 ^{ns}		252.500 ^{ns}	
Com aplicação	277.708		242.083	
<i>Metsulfuron-methyl</i>				
Sem aplicação	276.458 ^{ns}		256.667a	
Com aplicação	271.041		237.916b	
CV(%):	51,27		18,06	

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste U- Mann- Whitney ($p \leq 0,05$) ^{ns} = não significativo pelo teste U- Mann- Whitney ($p < 0,05$).

Para utilização do herbicida metsulfurom metílico em manejo de dessecação deve-se respeitar um intervalo de segurança entre a aplicação e a semeadura da cultura subsequente. No caso do cultivo de soja, recomenda-se um intervalo de 60 dias (SILVA, 2020). Entretanto, esse período pode variar em função da interação de diversos fatores, os quais regulam a atividade residual de um herbicida. Tais interações são afetadas pelas: características do solo, potencial degradador dos microorganismos, umidade, textura, estrutura, porosidade, teor de carbono orgânico e pH; condições ambientais (temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica) e características físico-químicas do herbicida utilizado (coeficiente de partição octanolágua, coeficiente de sorção-dessorção, tempo de meia-vida, constante de ionização, potencial de dissociação ácida, pressão de vapor e solubilidade, além da sensibilidade da cultura em sucessão (ROMAN et al., 2005). A cultura da soja tem se mostrado sensível ao ingrediente ativo metsulfurom metílico, mesmo respeitando os intervalos entre aplicação e semeadura (VALENTINI et al., 2018).

A inserção do primeiro nó e a estatura de plantas avaliadas no estágio fenológico V6 e a estatura final, comprimento e diâmetro de raiz não foram influenciadas significativamente pela aplicação de metsulfurom metílico. No entanto, a estatura de plantas avaliadas no estágio V6 aumentou significativamente com a aplicação de *Trichoderma* spp. no solo independente da época de aplicação (Tabela 4).

Tabela 4– Desenvolvimento de soja, cv. Brasmax Veloz RR[®], em sistema de plantio direto consolidado em função da aplicação de *Trichoderma* spp. e Metsulfuron- methyl, média de três épocas de aplicação. Vacaria – RS, 2021.

Tratamentos	Estádio V6		Estádio R8		
	Inserção primeiro nó	Estatura de planta	Estatura de planta	Comprimento raiz	Diâmetro raiz
	-----cm-----				g
<i>Trichoderma</i> spp.					
Sem aplicação	2,37 ^{ns}	46,70b	81,22 ^{ns}	10,58 ^{ns}	7,30 ^{ns}
Com aplicação	2,37	47,66a	81,92	10,63	7,32
Metsulfuron-methyl.....					
Sem aplicação	2,40 ^{ns}	47,13 ^{ns}	81,11 ^{ns}	10,61 ^{ns}	7,26 ^{ns}
Com aplicação	2,34	47,23	82,03	10,61	7,36
CV(%):	51,27	6,92	5,07	1,71	7,61

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste U- Mann- Whitney ($p \leq 0,05$) ^{ns} = não significativo pelo teste U- Mann- Whitney ($p < 0,05$).

A aplicação de metsulfurom metílico prejudicou o desenvolvimento inicial da cultivar de M 6410 IPRO (não-STs) pela aplicação em pré-emergência (PAGENOTTO et al., 2018). Diferente dos resultados obtidos neste experimento para a cultivar Brasmax Veloz RR[®], que não apresentou redução em nenhum dos parâmetros de desenvolvimento. Destaca-se, que as avaliações foram realizadas aos 69 e 139 dias após a terceira época de aplicação do metsulfurom metílico e os efeitos prejudiciais possam ter ocorrido antes. Entretanto, as plantas demonstraram adaptação e/ou tolerância da cultivar ao herbicida.

Segundo Lucon (2008), algumas linhagens de *Trichoderma* promovem o crescimento de plantas pelo aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de hormônios de crescimento. Borges Chagas et al. (2017) demonstraram a capacidade do inoculante *Trichoderma asperellum*, em promover o crescimento inicial de soja, feijão caupi, arroz e milho em casa de vegetação.

Os componentes de rendimento da cultura da soja avaliados neste trabalho não foram influenciados significativamente pela aplicação de *Trichoderma* spp. e/ou Metsulfuron metílico (Tabela 5)

Tabela 5 - Componentes de rendimento de soja, cv. Brasmax Veloz RR[®], em sistema de plantio direto consolidado em função da aplicação de *Trichoderma* spp. e Metsulfuron-methyl, média de três épocas de aplicação. Vacaria – RS, 2021.

Tratamentos	Legumes por planta	Grãos por legume	PMG	Produtividade
	-----Número-----		g	Kg ha ⁻¹
<i>Trichoderma</i> spp.				

Sem aplicação	40,49 ^{ns}	2,07 ^{ns}	148 ^{ns}	2.862 ^{ns}
Com aplicação	39,17	2,07	149	2.884
<hr/>				
Metsulfuron-methyl.....				
Sem aplicação	39,06 ^{ns}	2,07 ^{ns}	148 ^{ns}	2.845 ^{ns}
Com aplicação	40,61	2,07	150	2.901
<hr/>				
CV(%):	24,66	2,79	2,49	6,17

^{ns} = não significativo pelo teste t (p<0,05) para PMG e Produtividade e pelo teste U- Mann- Whitney (p<0,05) para as demais variáveis.

Os efeitos observados na população de plantas final com a aplicação de Metsulfurom metílico não refletiram na produtividade da cultura da soja e seus componentes de rendimento . Isso pode ser atribuído à capacidade da cultivar Brasmax Veloz RR em engalhar e ocupar os espaços, compensando o efeito na redução da população, essa variedade de soja é capaz de suportar grandes reduções de população uma ampla, alterando sua morfologia sem perdas significativas na produtividade (GAUDÊNCIO et al., 1990; VAZQUEZ et al., 2008).

Guerra et al. (2020) avaliou o intervalo de segurança para determinar a quantidade de dias para a semeadura da soja, cultivares NS 5959 IPRO e NA5909 RG, após a aplicação de metsulfurom metílico, observaram variações de 17 dias a 40 dias, conforme o local avaliado. Os autores atribuíram essa diferença ao volume de precipitação, pH do solo e matéria orgânica, podendo influenciar na produtividade da cultura da soja. Em suma, parece que o intervalo seguro entre a aplicação do metsulfuron-metil e a semeadura da soja varia com as condições de solo e clima.

Além disso, as características do solo como teor de argila e matéria orgânica podem interferir na disponibilidade do metsulfurom metílico, Sondhia (2008), estudando a persistência de metsulfurom metílico em solo com 35,47% de argila, 8,00 g.dm⁻³ de carbono orgânico e pH 7,2, constatou que a concentração do herbicida 30 dias após a aplicação de 3, 4, 5 e 8 g ha⁻¹ foi 0,009, 0,018, 0,012 e 0,024 µg g⁻¹ de solo, respectivamente. Porém, 60 dias após a aplicação, não foi encontrado resíduo de metsulfurom metílico, estando abaixo do limite de detecção (<0,001 µg g⁻¹) para doses entre 3 a 5 g ha⁻¹.

Além disso, segundo Pagenotto et al. (2019), em cultivares não-STS (não tolerantes a sulfoniluréias) não é possível à diminuição dos dias entre a aplicação e semeadura (60 dias), diminuindo-se massa seca total e média das plantas de soja nascidas. Os materiais STS (tolerantes a sulfoniluréias) apresentam-se tolerantes para aplicação em pré-semeadura do herbicida metsulfurom metílico, com a semeadura podendo ser realizada imediatamente após a aplicação, sem ter nenhum prejuízo para a cultura. A cultivar de soja Brasmax Veloz RR[®] apesar de não ser descrita como STS[®] apresentou neste experimento uma provável tolerância ao metsulfurom metílico.

O efeito do *Trichoderma* spp. na altura de plantas na fase V6 não proporcionou diferenças significativas nos componentes de rendimento da cultura da soja. Cabe salientar que a precipitação ocorrida durante o ciclo da cultura (2020/2021) foi de 702.02 mm (MEYER et al., 2020) o que pode ter influenciado no estabelecimento e eficiência do *Trichoderma* spp. aplicado na superfície do solo. Entretanto, os seus efeitos na fitorremediação não foram possíveis de serem observados devido à cultura não ter sido influenciada significativamente pela aplicação do herbicida metsulfurom metílico.

São necessários novos trabalhos visando esclarecer o efeito residual do herbicida em Latossolo bruno com altos teores de argila e matéria orgânica, com diferentes cultivares e condições hídricas. Bem como, experimentos referentes ao estabelecimento e eficiência do *Trichoderma* spp. nestes solos, para que se possa esclarecer os possíveis efeitos do *Trichoderma* spp. na fitorremediação do herbicida metsulfurom metílico.

4 CONCLUSÕES

Nas condições edafoclimáticas testadas, pode-se concluir que:

A cultivar Brasmax Veloz RR não é influenciada no seu rendimento e desenvolvimento final pela aplicação de metsulfurom metílico 15, 30 e 45 dias antes da semeadura, em Latossolo bruno.

O uso do *Trichoderma* spp. influencia a estatura de plantas apenas na fase inicial da cultura.

Assim, não foi possível avaliar biorremediação do herbicida metsulfurom metílico por *Trichoderma* spp.

REFERÊNCIAS

ADAPAR. **Metsuram 600wg.** 2020. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-11/metsuram_600_wg_1120.pdf. Acesso em: 16 jun. 2021.

ARGENTA, Gilber; DA SILVA, Paulo R. Ferreira; GIANI, Clayton Bortolini. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Fitotecnia, Cienc. Rural** **31**, Ago. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/cPY98cpCgJvLg5MSJ93Qwhn/?lang=pt>. Acesso em: 12 jun. 2021.

BERNAT, P. et al. *Trichoderma harzianum* diminuiu o estresse oxidativo causado por 2,4 ácido diclorofenofenoxicético (2,4-D) no trigo, com insights da lipidómia. **Centro nacional de informações de biotecnologia**. EUA. v. 229, p 158-163, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30096586/>. Acesso em: 01 nov. 2020.

BORGES, L.F. CHAGAS et al. Evaluation of the phosphate solubilization potential of *Trichoderma* strains (*Trichoplus JCO*) and effects on rice biomass. *J. Soil Sci. Plant Nutr., Temuco* , v. 15, n. 3, p. 794-804, Sept. 2015. 15 Apr. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162015005000054>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BUBANZ, H.C. Soares et al. Crescimento, desenvolvimento e aspectos produtivos do morangueiro submetido a inoculações com *Bacillus amyloliquefaciens*, *Azospirillum brasilense* e *Trichoderma asperellum* com e sem associação ao silício. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 22, n. 1, p. 131-146, 2019. Disponível em: <http://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/572/pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

CASTRO, G. S. A. et al. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta daninha**, v. 29, n. SPE, p. 1001-1010, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000500006>. Acesso em: 10 jun. 2021.

CHAGAS, Lilian F. Borges et al. **TRICHODERMA NA PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETAL**. 2017. Disponível em: <http://200.181.121.137/index.php/agrineo/article/view/1529>. Acesso em: 27 nov. 2020.

COLLA, Luciane Maria et al. Isolamento e seleção de fungos para biorremediação a partir de solo contaminado com herbicidas triazínicos. **Ciênc. agrotec.**, Lavras , v. 32, n. 3, p. 809-813, 2008 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000300016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 01 nov. 2020.

CONAB, **Soja no Brasil (maior produtor mundial de grãos)**, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CORK, D. J., & KRUEGER, J. P. (1991). Microbial transformations of herbicides and pesticides. **Advances in applied microbiology**, 36, 1-66. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0065-2164\(08\)70450-](https://doi.org/10.1016/S0065-2164(08)70450-). Acesso em: 16 jun. 2021.

EMBRAPA. **Agrometeorologia, Vacaria –RS.** 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/vacaria/-/asset_publisher/SL3WxNTudP12/content/2018-agrometeorologia-vacaria-resumo-anu-1/1355300?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.embrapa.br%2Fuva-e-vinho%2Fdados-meteorologicos%2Fvacaria%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_SL3WxNTudP12%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D5%26p_p_col_count%3D7. Acesso em: 16 jun. 2021.

EMBRAPA. **Embrapa lança soja RR RESISTENTE A NEMATÓIDES.** 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3212267/embrapa-lanca-soja-rr-resistente-a-nematoides>. Acesso em: 16 jun. 2021.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2020/2021),** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> . Acesso em: 29 out. 2020.

FALKER. **Possibilidades de uso do clorofiLOG.** 2009. Disponível em: file:///C:/Users/ADM/Downloads/NAP_CFL1030_003_A.pdf. Acesso em: 16 jun. 2021.

GAUDÊNCIO, C.A.A.; GAZZIERO, D.L.P.; JASTER, F.; GARCIA, A.; WOBETO, C. População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná. Londrina: Embrapa, CNPSo, 1990. 4p. (**Comunicado Técnico, 47**). Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&busca=autoria:%22GAZZIERO,%20D.L.P.%22&qFacets=autoria:%22GAZZIERO,%20D.L.P.%22&biblioteca=vazio&sort=&paginacao=t&paginaAtual=8&ig=t>. Acesso em: 16 jun. 2021.

GEORGESON. Tolerância de trigo (*Triticum aestivum*) e aveia (*Avena* sp.) a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 1989. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000200012. Acesso em: 27 out. 2020.

GUERRA, N. et al. Interval between the application of metsulfuron-methyl and sowing soybean in different production environments. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/jhS9Gxf8N4RyVKsfGxHs6Sb/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 13 jun. 2021.

KATAYAMA, A.; MATSUMURA, F. Degradation of organochlorine pesticides, particularly endosulfan, by *Trichoderma harzianum*. **Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal**, v. 12, n. 6, p. 1059-1065, 1993. Disponível em: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/etc.5620120612>. Acesso em: 02 nov. 2020.

LUCON, C.M.M. *Trichoderma* no controle de doenças de plantas causadas por patógenos de solo. Instituto Biológico do Governo do Estado de São Paulo. **Comunicado técnico. n.77**. 2008. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/tecnologia_sustentavel/trichoderma.pdf. Acesso em: 16 jun. 2021.

MEYER et al. Fungo *Trichoderma* é aliado no controle biológico de doenças em culturas agrícolas. **Universidade tecnológica federal do Paraná**, Paraná, 4p. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53541439/fungo-trichoderma-e-aliado-no-controle-biologico-de-doencas-em-culturas-agricolas>. Acesso em: 29 out. 2020.

MESCHEDE, D. K. et al. Alteração fisiológica da cana-de-açúcar pela aplicação de glyphosate e sulfometuron-methyl. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 413-419, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/5773>. Acesso em: 16 jun. 2021.

OLIVEIRA, R. S. J. et al. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba. 362p. 2011. Disponível em: <http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-livro.pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.

OLIVEIRA et al. **Biologia de plantas daninhas**. 36p. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45445/1/Biologia-plantas-daninhas.pdf>. Acesso em 28 out. 2020.

PAGENOTTO, A.C.V.¹; GIRALDELI, A.L.¹; SILVA, A.F.M.¹; SILVA, G.S.¹, MIGLIORINI, L.T.¹; GHIRARDELLO, G.A.¹; MORAES, J.P.¹; ALBRECHT, A.J.P.²;

ALBRECHT, L.P.²; VICTORIA FILHO, R.¹. **Efeito residual de metsulfuron em soja tolerante e não tolerante a sulfoniluréias.** 2019. Disponível em: <https://maissoja.com.br/efeito-residual-de-metsulfuron-em-soja-tolerante-e-nao-tolerante-a-sulfonilureias/>. Acesso em: 13 jun. 2021.

PAGENOTTO, A.C.V.¹; GIRALDELI, A.L.¹; SILVA, A.F.M.¹; SILVA, G.S.¹, MIGLIORINI, L.T.¹; GHIRARDELLO, G.A.¹; MORAES, J.P.¹; ALBRECHT, A.J.P.²; ALBRECHT, L.P.²; VICTORIA FILHO, R.¹. Efeito residual de metsulfuron em soja tolerante e não tolerante a sulfoniluréias. **VIII Congresso Brasileiro de Soja. At: Goiânia, GO.** 2018. Disponível em: Acesso em: 16 jun. 2021.

RIBEIRO, Tanara da Silva. **O Fungo Trichoderma spp. no Controle de Fitopátogenos: Dificuldades e Perspectivas.** 2007. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/22677/000738811.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2020.

RIZZARDI, Mauro Antônio. **Buva em áreas de pastagens.** 2020. Disponível em: <https://upherb.com.br/int/buva-em-areas-de-pastagens>. Acesso em 13 jun. 2021.

ROMAN, E. S.; BECKIE, H.; VARGAS, L.; HALL, L.; RIZZARDI, M. A.; WOLF, T. M. Como funcionam os herbicidas, da biologia a aplicação. **Embrapa.** Passo Fundo, 152p. 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355291/12492345/Como+funcionam+os+herbicidas/954b0416-031d-4764-a703-14d9b28b178e?version=1.0>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SANTOS, Durvalina MM dos; PITELLI, Robinson A.; BANZATTO, David A. Efeitos de herbicidas nos teores de clorofilas de Spirodela punctata. **Planta daninha**, p. 175-182, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0100-83581999000200001>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SILVA J.D.G. Intervalo de segurança da aplicação de Metsulfuron-methyl usado em dessecação e posterior cultivo da soja. **Dissertação (Dissertação de mestrado) – UFFS.** Erechim - RS, p. 59.2020. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3957>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SILVA, Jessica Dias Gomes. **Intervalo de segurança da aplicação de Metsulfuron metílico usado em dessecação e posterior cultivo da soja.** 67p. 2020. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/3957/1/SILVA.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2021.

SONDHIA, S. **Persistence of metsulfuron-methyl in wheat crop and soil.** *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 154, n. 1/3, p. 463-469, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/jhS9Gxf8N4RyVKsfGxHs6Sb/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 16 jun. 2021.

TABET JC, LICHTENSTEIN EP. **Degradation of [14C]photodieldrin by Trichoderma viride as affected by other insecticides.** *Can J Microbiol.* 1976 Sep;22(9):1345–1356. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/987840/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

TRIPATHI, Pratibha et al. **Trichoderma: a potential bioremediator for environmental clean up.** *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 15, n. 4, p. 541-550, 2013. Disponível em: <https://www.springerprofessional.de/en/trichoderma-a-potential-bioremediator-for-environmental-clean-up/5322896>. Acesso em; 16 jun. 2021.

VALENTINI et al. **Efeito do herbicida metsulfurom metílico na germinação da cultura da soja.** 6p. 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/235124367.pdf>. Acesso em: 27 out. 2020.

VALENTINI et al. **Efeito do herbicida metsulfuron-metílico na germinação da cultura da soja.** 2018. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/acbs/article/view/16817>. Acesso em: 16 jun. 2021.

VARGAS, Leandro et al. Manejo e controle de plantas daninhas em trigo. **Embrapa.** 10p. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128290/1/2011-LVtrigonobrasil-cap10.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2020.

VAZQUEZ, G. H., CARVALHO, N. M. D., & Borba, M. M. Z. (2008). Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, 30(2), 1-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000200001>. Acesso em: 16 jun. 2021.

VIDOR et al.. Tecnologias de Produção de Soja - Paraná 2004. **Embrapa.** 224p. 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/468831/1/SistemasdeProducao3.pdf>. Acesso em: 29 out. 2020.

WOŁEJKO, E., JABŁOŃSKA-TRYPUC', A., WYDRO, U., BUTAREWICZ, A., & ŁOZOWICKA, B. Atividade biológica do solo como um indicador de poluição do solo com pesticidas - uma revisão. **Applied Soil Ecology** , 147 , 103356, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.09.006>