

DESEMPENHO DA SOJA NO MUNICÍPIO DE DOURADOS-MS EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE *TRICHODERMA*

Raquel Andrade Sá¹, Antonio Carlos Torres da Costa^{2*}, Odair José Kuhn², José Barbosa Duarte Júnior², Carla Deisiane de Oliveira Costa do Val³, Leandro Paiola Albrecht⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da soja no município de Dourados-MS em função da aplicação de *Trichoderma*. O experimento foi conduzido a campo. A cultivar utilizada foi a TMG 7062 IPRO. Os tratamentos utilizados foram: testemunha absoluta, testemunha positiva (produto comercial a base de três espécies de *Trichoderma*: *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. koningiopsis*) e *T. endophyticum* e *T. koningiopsis*, ambas na concentração de 1×10^9 UFC/g, com quatro doses: 50; 100; 150 e 200 g ha⁻¹, aplicados via tratamento de sementes e aplicação aérea, nos estádios V6 e R1. A produtividade de grãos, no tratamento com *T. endophyticum* foi 3% superior em relação a testemunha absoluta, enquanto que o tratamento com *T. koningiopsis* foi superior em 5%. O *Trichoderma* apresenta um efeito benéfico, contribuindo para o aumento da produtividade da cultura da soja.

Palavras-chaves: *Glycine max* L., *Trichoderma endophyticum*, *Trichoderma koningiopsis*.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the performance of soybeans in the municipality of Dourados-MS due to the application of *Trichoderma*. The experiment was conducted in the field. The cultivar used was TMG 7062 IPRO. The treatments used were absolute control, positive control (commercial product based on three species of *Trichoderma*: *T. harzianum*, *T. asperellum* and *T. koningiopsis*) and two species of *Trichoderma*, *T. endophyticum* and *T. koningiopsis*, both at concentration 1×10^9 UFC/g, with four doses: 50; 100; 150 and 200 g ha⁻¹, applied via seed treatment and aerial application, at the V6 and R1 stages. Grain productivity in the treatment with *T. endophyticum* was 3% higher than in the absolute control, while the treatment with *T. koningiopsis* was 5% higher. *Trichoderma* has a beneficial effect, contributing to increasing the productivity of soybean crops.

Key-words: *Glycine max* L., *Trichoderma endophyticum*, *Trichoderma koningiopsis*.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem se destacado no aumento da área e produção de grãos no Brasil. Neste contexto, para a safra 2023/24, levantamentos da Conab (2023) indicam um crescimento da área cultivada no último ano estimado em 2,8 %, atingindo mais de 45,2 milhões de hectares, com produção de 162,4

milhões de toneladas, ganho de 5,1% em relação à safra 2022/23.

No que diz respeito ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável, muitas pesquisas vêm sendo realizadas utilizando microrganismos como promotores de crescimento, pois esta apresenta-se como uma alternativa viável. Entre os microrganismos com ação na promoção de crescimento das plantas, o fungo do gênero

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR. Doutora em Agronomia.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, PR. Professor Associado. Doutor em Agronomia

³ Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. Maracajú, MS. Professor Colaborador. Pós-Doc em Produção Vegetal

⁴ Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. Professor. Doutor em Agronomia.

*e-mail para correspondência: antonio.unioeste@hotmail.com

Trichoderma está entre os principais, influenciando positivamente na germinação de sementes, melhoria na nutrição e no desenvolvimento e rendimento nas culturas, tendo grande importância econômica para a agricultura (SILVA et al., 2012).

Além da ação na promoção de crescimento, o *Trichoderma* atua como agente no controle de doenças e como indutor de resistência em várias plantas cultivadas (CONTRERAS-CORNEJO et al., 2009; SILVA et al., 2012; ASUMING-BREMPPONG, 2013).

A comercialização de produtos formulados de fungo *Trichoderma* visa sua ação como agente de biocontrole e na promoção de crescimento, fatores que contribui para o aumento de pesquisas sobre este microrganismo, devido aos seus diversos mecanismos de ação para proteger as plantas contra microrganismos prejudiciais ou melhorar a absorção e disponibilização de nutrientes importantes para o desenvolvimento vegetal (MACHADO et al., 2012).

Na ação sobre os elementos minerais presentes no solo, o *Trichoderma* solubiliza os nutrientes tornam-se disponíveis para a absorção pelas raízes, desta forma, reduzindo a necessidade de adubação, fenômeno que desperta o interesse para ampliar as pesquisas com estes fungos (SANTOS, 2008).

A ação de *Trichoderma*, como estimulador do crescimento, Segundo Baugh e Escobar (2007), é complexa, realizada por

interações de fatores bioquímicos e produção de diversas enzimas e compostos benéficos, incluindo: processamento de nutrientes essenciais para a planta, como nitrogênio, fósforo, cálcio, cobre, molibdênio, magnésio, zinco, ferro, de maneira que são absorvíveis pelas raízes das plantas e móveis dentro do sistema da planta; ajuda a equilibrar a absorção de água; concorre com organismos patogênicos para água e nutrientes, a biorremediação de produtos químicos orgânicos tóxicos, como hidrocarbonetos, fungicidas e pesticidas.

As linhagens de *Trichoderma* eficientes na promoção de crescimento de plantas hospedeiras são capazes de estabelecer interações duradouras com a planta, como as rizosfera-competentes e endofíticas, pois os efeitos benéficos perduram por todo ou grande parte do ciclo de vida da planta (HARMAN, 2000).

Feitas essas considerações, este trabalho teve como objetivo avaliar desempenho da soja no município de Dourados-MS em função da utilização de *Trichoderma*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido à campo, no município de Dourados-MS, o qual está situado sob as coordenadas geográficas 22°5'22.94" latitude Sul e 55°8'21.20" latitude Oeste, com altitude de 455 metros acima do nível do mar.

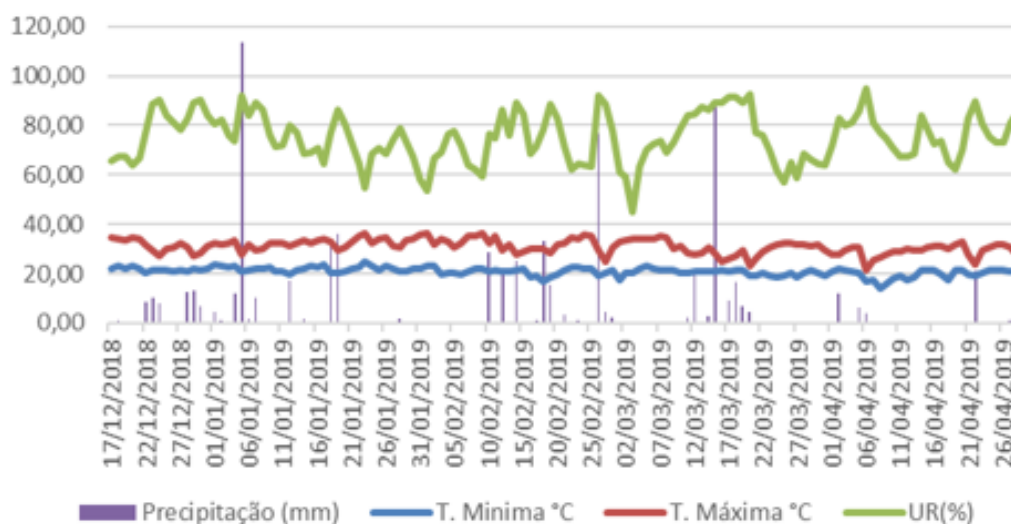
O clima é classificado como clima de monção (Am, de acordo com a classificação de Köppen), com temperatura média de 22,7°C e pluviosidade média anual de 1428 mm. Na Figura 1 encontram-se os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima e umidade relativa durante a condução dos ensaios

Para caracterização química do solo, amostras de solo foram retiradas antes da

instalação do experimento, na profundidade de 0-20 cm.

Os resultados foram: pH em água: 6,4; P: 40,2 mg.dm⁻³; MO: 10,3 g.dm⁻³; H+AL, Al, Ca, Mg, K, SB e CTC, respectivamente, 29,5; 0,0; 84,3; 16,9; 7,4; 108,6 e 138,1 mmol.c.dm⁻³ e saturação de bases de 78,6%.

Figura 1. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima (°C) e mínima (°C) e umidade relativa (%) durante o período de condução do experimento no município de Dourados/MS.



O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e dez tratamentos, totalizando 40 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída de seis linhas de 0,50 m de espaçamento com 8,0 m de comprimento e 3,0 m de largura, totalizando 24 m².

Para a coleta de dados foi utilizada as 2 linhas centrais com 6 m comprimento e 1 m de largura, totalizando 6 m² de área útil.

Para o preparo dos produtos à base de *Trichoderma*, os isolados *T. endophyticum* e *T. koningiopsis*, foram colocados para crescer em placa de petri, separadamente, contendo meio BDA (batata dextrose ágar – Himedia, Índia) e incubados a temperatura de 25 °C ± 2 °C com fotoperíodo de 12 horas, por dez dias, período determinado para o crescimento das colônias de *Trichoderma* spp. (LEITE et al., 2003), em seguida foram preparadas matrizes de cada isolado.

Para o preparo de cada matriz, em frascos de vidro de 500 gramas, foram colocados 150 gramas de arroz e em seguida, adicionou-se 30 mL de água destilada, tampou-se cada frasco com papel alumínio e estes foram autoclavados a 120 °C por 20 minutos, após resfriamento dos frascos foi preparada suspensão de conídios, raspando-se as colônias do fungo com auxílio de espátula para um erlenmeyer contendo água estéril e Tween 20 e injetados 10 mL em cada frasco. Em seguida, os frascos permaneceram em BOD por 14 dias a 28 °C com fotofase de 12 horas. Após os 14 dias de incubação, o arroz foi lavado para separação dos esporos e preparo da suspensão de conídio.

Para produção do produto, sacos de polipropileno contendo 100 gramas de milho triturado e previamente umedecidos, foram autoclavadas à 120°C por 20 minutos. Após o resfriamento do substrato, foi realizado a inoculação de 5 mL de suspensão de conídios de *Trichoderma* em capela de fluxo laminar.

Após a inoculação, as embalagens foram agitadas manualmente para homogeneização do inóculo com os substratos. Em seguida, as embalagens foram acondicionadas à 26 °C com fotofase de 12 horas durante 10 dias. Aos 10 dias, foi realizada a análise de concentração dos conídios em câmara de Neubauer e teste de viabilidade dos conídios.

Foi utilizada no experimento as concentrações mínimas para comercialização do produto, de 1×10^9 UFC por grama.

O experimento foi implantado no mês de dezembro de 2018. O material utilizado foi a cultivar TMG 7062 IPRO. A semeadura foi realizada mecanicamente, visando atingir uma população média de 300.000 plantas ha⁻¹. A cultura antecessora foi o milho.

As sementes de soja não receberam tratamento (fungicidas, inseticidas e inoculante). O manejo fitossanitário foi feito conforme recomendação técnica.

O experimento não foi irrigado, e, portanto, o crescimento e desenvolvimento da planta foi condicionado pela precipitação. A adubação de base foi realizada no momento da semeadura e foi constituída de 300 kg ha⁻¹ do formulado 03-30-20.

Os tratamentos foram constituídos de uma testemunha absoluta (ausência de produto, ou seja, sem inoculação de produto biológico), testemunha positiva (produto comercial a base de três *Trichoderma*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. koningiopsis*, na dosagem de 100 ml ha⁻¹) e duas espécies de *Trichoderma*, *T. endophyticum* e *T. Koningiopsis*, ambas na concentração de 1×10^9 UFC/g, com quatro doses: 50; 100; 150 e 200 g ha⁻¹.

Os tratamentos foram aplicados em três momentos, via tratamento de sementes (utilização como inoculante) e em duas aplicações foliares, no estágio V6 e R1. Foi aplicado nas sementes de soja um volume de calda de 500 mL 100 kg⁻¹, e para as aplicações

foliares foi utilizado volume de calda de 200 L ha⁻¹.

Antes da semeadura, as sementes de soja foram inoculadas, sendo separadas em embalagem contendo um quilo, as aplicações dos produtos com as respectivas dosagens foram realizadas manualmente em sacos plásticos com volume de calda de 5 mL kg⁻¹ semente. Após a aplicação dos tratamentos nas sementes, foi realizada a homogeneização da mistura através da agitação manual dos sacos plásticos.

As aplicações foliares foram realizadas nos estádios V6 (cinco trifólios desenvolvidos, ou seis nós) e R1 (uma flor aberta em qualquer nó da haste principal), utilizando um pulverizador costal com pressão constante por CO₂ pressurizado, munido de uma barra contendo 6 pontas, do tipo leque numeração XR110:02 espaçadas de 0,50 cm entre si, atingindo largura da faixa de aplicação de 3,0 metros. A pressão de trabalho foi de 35 lb.pol⁻², o que resultou em um volume de calda de 200 L ha⁻¹, para todos os tratamentos.

Durante o desenvolvimento da cultura foram avaliadas as seguintes variáveis: estande de plantas, vigor das plantas, massa seca da parte aérea e raiz, contagem de número de nódulos e produtividade

O estande de plantas, contagem do número de plantas emergidas em 3 linhas centrais de 3 metros em cada parcela, foi avaliado no momento da emergência, aos 7 e 10 dias após a emergência (7 e 10 DAE).

O vigor das plantas emergidas foi analisado considerando-se todas as plantas emergidas na parcela aos 10 DAE, fazendo um comparativo entre a testemunha absoluta, classificando-as através de notas visuais subjetivas em uma escala de 1 a 7 onde: Nota 1: vigor muito inferior ao da testemunha; Nota 2: vigor inferior ao da testemunha; Nota 3: vigor pouco inferior ao da testemunha; Nota 4: vigor próximo ao da testemunha; Nota 5: vigor da testemunha; Nota 6: vigor superior ao da testemunha; e Nota 7: vigor muito superior ao da testemunha

A avaliação da produção de massa seca da parte aérea e das raízes, contagem do número de nódulos e massa seca dos nódulos, foi realizada, em cinco plantas por parcela, selecionadas ao acaso (evitando áreas estabelecidas para a colheita de grãos).

As plantas foram coletadas com o cuidado de manter o sistema radicular, lavadas em água corrente, e realizaram-se a contagem do número de nódulos por planta, expressos em números de nódulos por planta.

Posteriormente foram separadas em parte aérea, raízes e nódulos e colocadas em estufa de secagem e esterilização, Modelo: SL-100/1080, Marca: Solab, a uma temperatura de 65°C, até atingirem o peso constante e aferiram-se suas massas, e expressos em gramas por planta (g planta⁻¹) para massa seca de raiz e parte aérea e miligrama por planta (mg planta⁻¹) para massa seca dos nódulos.

A produtividade foi avaliada através da colheita das plantas centrais das parcelas experimentais, totalizando 6 m² por parcela.

Os grãos foram limpos e pesados, com os valores corrigidos a 13% de umidade e transformados em quilo por hectare (kg ha⁻¹). No momento da colheita também foi avaliado a massa de mil grãos (MMG).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância (ANAVA) e, quando significativas a 5%, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância, através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao vigor e ao número de plantas emergidas, aos 7 e 10 dias após a emergência, não observou diferenças estatística (Tabela 1).

Para o número de plantas emergidas aos 7 e 14 dias, em média, os tratamentos com *Trichoderma* foram 7% superiores em relação a testemunha absoluta. Estes resultados podem estar correlacionados com a capacidade de isolados de *Trichoderma* em promover significativos aumentos na porcentagem e velocidade de germinação.

Apesar de promover o desenvolvimento de plantas durante seu ciclo, estudos apontam que os efeitos do *Trichoderma* sobre o processo de emergência podem não ser significativos.

Martini et al. (2014), observaram que aplicação de diferentes isolados de *Trichoderma* não influenciou a germinação das sementes de arroz. O mesmo também foi observado por Ethur et al. (2008) na cultura do tomateiro.

Tabela 1 – Número de plantas emergidas (NPE) por metro linear em avaliação realizada na emergência, 7 e 10 dias após a emergência (DAE) da cultura da soja, e vigor de plantas de soja, cultivar TMG 7062 IPRO. Dourados – MS. Safra 2018/2019.

TRATAMENTOS	NPE	07DAE	10DAE	Vigor
Testemunha absoluta	10,83 ^{ns}	14,00 ^{ns}	14,08 ^{ns}	5,00
Testemunha positiva	11,17	14,42	14,42	5,00
<i>Trichoderma endophyticum</i> (50g)	10,92	14,25	14,25	5,00
<i>Trichoderma endophyticum</i> (100g)	11,08	14,67	14,67	5,25
<i>Trichoderma endophyticum</i> (150g)	11,00	14,50	14,58	5,00
<i>Trichoderma endophyticum</i> (200g)	10,75	13,92	14,17	5,25
<i>Trichoderma koningiopsis</i> (50g)	11,33	14,75	14,83	5,00
<i>Trichoderma koningiopsis</i> (100g)	11,42	14,67	14,75	5,00
<i>Trichoderma koningiopsis</i> (150g)	11,50	15,00	15,00	5,25
<i>Trichoderma koningiopsis</i> (200g)	10,58	14,42	14,42	5,25
CV (%)	5,56	3,05	2,76	-

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F. Fonte: os autores.

Em relação à nodulação nas plantas de soja (número de nódulos e massa seca de nódulos), não observou diferenças estatística (Tabela 2). Este fato pode ser atribuído a não realização da inoculação no momento da semeadura com a bactéria do gênero *Bradyrhizobium*, que através de um processo de simbiose com a planta, na qual se forma nódulos no sistema radicular, transforma o nitrogênio atmosférico na forma assimilável pela planta (HUNGRIA et al., 2007).

Sendo assim, a formação de nódulos observada no experimento se deu através das bactérias que estavam presente na área, de inoculação anteriores. Porém mesmo não aplicando bactérias que promovem a fixação biológica de nutrientes, os resultados demonstram que ficou acima aos valores indicativos de uma boa nodulação para a cultura,

que variam de 15 a 30 nódulos, segundo Hungria et al. (2007), e neste estudo, apresentou acima de 20 nódulos por planta.

Resultados de pesquisas mostram que a utilização de *Trichoderma* sp. e *Bradyrhizobium* sp. de forma associada proporcionam melhor desenvolvimento e rendimento na cultura e que o fungo não interfere no processo de nodulação (CADORE, 2018).

Este comportamento pode ser observado neste experimento, pois às sementes que receberam tratamento com *Trichoderma*, mesmo na ausência da inoculação com a rizóbio, produziram maior número de nódulos e também tiveram maior massa seca de nódulos, ou seja, o tratamento pode ter contribuído para o desenvolvimento das bactérias fixadoras de nitrogênio já presentes no solo.

Tabela 2 – Número de nódulos por planta (NNP), massa seca de nódulos por planta (MSN), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) avaliadas no final do ciclo da cultura da soja, cultivar TMG 7062 IPRO. Safra 2018/2019.

Tratamentos	NNP	MSN (mg)	MSR (g)	MSPA (g)	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Testemunha absoluta	21,50 ^{ns}	186 ^{ns}	3,75 ^{ns}	7,85 ^{ns}	246,40 ^{ns}	2908 ^{ns}
Testemunha positiva	20,90	202	4,15	8,15	251,33	3072
<i>T. endophyticum</i> (50g)	22,75	190	4,10	7,60	244,95	2883
<i>T. endophyticum</i> (100g)	22,50	209	3,80	8,25	258,03	3048
<i>T. endophyticum</i> (150g)	22,75	198	4,20	8,65	252,45	2994
<i>T. endophyticum</i> (200g)	23,35	192	4,05	8,30	257,60	3087
<i>T. koningiopsis</i> (50g)	26,30	224	4,45	8,30	242,85	2944
<i>T. koningiopsis</i> (100g)	24,85	216	4,55	8,20	248,43	3070
<i>T. koningiopsis</i> (150g)	26,55	242	3,90	8,60	249,70	3130
<i>T. koningiopsis</i> (200g)	24,50	216	4,10	8,25	248,13	3112
CV (%)	26,67	13,44	11,43	9,16	3,98	9,74

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F. Fonte: os autores.

Apesar de não ter sido observada diferença estatística significativa, em média, os tratamentos com *T. endophyticum* foi 6% superior em relação a testemunha absoluta, enquanto os tratamentos com *T. koningiopsis* foi superior em 18%. Já em relação a massa seca dos nódulos, em média, os tratamentos com *T. endophyticum* foi 6% superior em relação a testemunha absoluta, enquanto que os tratamentos com *T. koningiopsis* foi superior em 21% (Tabela 2).

Não foram observadas diferenças significativas para a massa seca de raiz e parte aérea das plantas (Tabela 2). No entanto, para a massa seca de raiz, em média, o tratamento com *T. endophyticum* foi 8% superior em relação a testemunha absoluta, enquanto o tratamento com *T. koningiopsis* foi superior em 14%. Já em relação a massa seca da parte aérea, em média, o tratamento com *T. endophyticum* foi 4% superior em relação a testemunha absoluta, enquanto que o tratamento com *T. koningiopsis* foi superior em 7% (Tabela 2).

Esse incremento pode estar relacionado principalmente com a produção de metabólitos promotores de crescimento e/ou indução da produção destes compostos nas plantas, pelos quais *Trichoderma* promove o crescimento. É bem conhecido que o IAA é a auxina mais amplamente encontrada em plantas vasculares, e tem grande importância durante iniciação e emergência das raízes laterais e adventícias, e em acelerar o desenvolvimento. De fato, o IAA

nos tecidos das plantas provoca uma infinidade de efeitos, incluindo respostas eletrofisiológicas e transcricionais, e mudanças na divisão celular, expansão e diferenciação (HEDDEN; THOMAS, 2006).

Os aumentos observados na massa seca da raiz podem promover o incremento da sanidade das plantas e da capacidade de absorção de água e nutrientes. Plantas com associação deste microrganismo nas suas raízes ou rizosfera, tem a capacidade, em condições adversas, de se desenvolver e de absorver nutrientes, resultando em maior produtividade quando comparada aquelas que não possuem associação nas raízes com o *Trichoderma* (VERMA et al., 2007; MACHADO et al., 2012). Pesquisas demonstram estes resultados quando se utiliza fungos do gênero *Trichoderma* spp., sendo que algumas linhagens desse fungo podem apresentar a capacidade para o controle biológico (MACHADO et al., 2012).

Ensaio conduzido em plantas de maracujá, Santos et al. (2010) observaram que o uso de *Trichoderma* spp. proporcionou resultados positivos no incremento de massa fresca e seca. O mesmo comportamento também foi observado por Carvalho et al. (2011) em avaliação da inoculação de isolados *Trichoderma* na promoção do crescimento inicial de feijoeiro comum. Efeito positivo foi observado por Jesus et al. (2011) na produção de mudas de café, aumentando a biomassa da raiz, parte aérea e total, bem como o aumento da

eficiência da absorção de fósforo, quando utilizado o *T. asperellum* como condicionador de substrato. Resultados observados por Silva et al. (2012) com a utilização de isolados de *Trichoderma*, como promotores de crescimento, obtidos de solos da Amazônia aumentaram a biomassa de plantas de arroz em casa de vegetação.

A quantificação da massa seca é uma importante ferramenta para entender o comportamento de crescimento das culturas, considerando que vários processos fisiológicos estão relacionados com esta variável, porém nem sempre as plantas com a maior massa seca serão as mais produtivas (BENICASA, 2003), resultado encontrado por Teodoro et al. (2015), onde as maiores produtividade não estavam inerentes ao maior acúmulo de matéria seca, e por Perini et al., (2012), comparando os componentes da produção e o tipo de crescimento, concluindo que o índice de colheita não foi associado ao tipo de crescimento e nem com a massa seca da planta.

Harman e Shoren (2007) citam que além de possuírem os mecanismos de parasitar, competir, inibir fungos patogênicos e induzir a resistência de plantas, estudos têm demonstrado a capacidade do *Trichoderma* em promover o crescimento vegetal. Os autores relacionam o crescimento vegetal ao aumento do crescimento das raízes que, por consequência, pode influenciar a produtividade da planta. Em muitos casos, essas respostas são resultados dos efeitos

diretos sobre plantas, como a diminuição da atividade deletéria da microflora e a inativação de compostos tóxicos na zona de raiz. Também os fungos benéficos aumentam a absorção de nutrientes e a eficiência do uso de nitrogênio, e podem solubilizar nutrientes no solo (fosfato de rocha, Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{4+} e Zn). Mesmo na ausência de patógenos, as plantas frequentemente têm raízes maiores e elevados níveis de produtividade na presença de *Trichoderma*. Também sabe-se que o *Trichoderma* pode ter contribuído para a eficiência na germinação de sementes predominantemente, devido ao controle de patógenos menores (em solo natural).

Não foram observadas diferenças significativas para a massa de mil grãos e a produtividade de grãos (Tabela 2). No entanto, para a massa de mil grãos, em média, o tratamento com *T. endophyticum* foi 3% superior em relação a testemunha absoluta. Já em relação a produtividade de grãos, em média, o tratamento com *T. endophyticum* foi 3% superior em relação a testemunha absoluta, enquanto que o tratamento com *T. koningiopsis* foi superior em 5% (Tabela 2). Em termos absolutos, comparando a maior média alcançada que foi com aplicação de *T. koningiopsis* na dosagem de 150 g ha^{-1} a produtividade foi de 3130 kg.ha^{-1} , com a testemunha absoluta, foi observado um aumento de 222 kg.ha^{-1} . Segundo Federação da Agricultura e Pecuária do Mato Grosso do Sul (2019), a produtividade da região

foi de 2.700,99 kg.ha⁻¹. Neste experimento todos os tratamentos, apresentaram média superior ao da região.

A baixa quantidade de chuva atrasou a semeadura nesta região, além disso, ocorreram dois grandes períodos de estresse hídrico (dezembro de 2018 e janeiro de 2019), além de chuvas muito esparsas em fevereiro de 2019. Para obtenção de rendimento satisfatórios de grãos, a soja requer, para cada quilograma de matéria orgânica produzida pela fotossíntese, entre 580 e 646 kg de água (MAJOR et al., 1975).

Após o início do florescimento da soja, a deficiência hídrica prolongada reduz drasticamente a produção. Nessa fase, é importante que a disponibilidade de água seja de 7 a 8 mm/dia (FARIAS et al., 2007), principalmente sobre as cultivares com arquitetura mais eficiente na captação de luz, em decorrência de maiores taxas de fotossíntese e transpiração (CASAROLI et al., 2007).

Na fase de enchimento dos grãos na soja o estresse hídrico pode causar redução no tamanho e peso dos grãos além da retenção da cor verde, pois a falta de água prejudica a atividade das enzimas responsáveis pela degradação da clorofila, o que resulta em alto teor de grãos verdes (BORRMANN, 2009).

Atrelada à falta de chuvas, as temperaturas máxima e mínima foram elevadas, onde foram registradas temperaturas acima de 35°C (Figura 1). Temperaturas muito altas no

início da fase vegetativa da planta aceleram a respiração e prejudicam tanto a síntese, quanto a translocação de carboidratos para os meristemas e a multiplicação celular, comprometendo o crescimento. Com o estresse hídrico e as temperaturas elevadas ocorreram muitos danos no desenvolvimento da cultura, afetando as fases consideradas críticas, como frutificação e enchimento de grãos, causando também redução de porte das plantas (OLIVEIRA, 2010).

Com estas condições, aliada a um solo sem cobertura de palhada, a ação do *Trichoderma* também pode ter sido afetada, já que a temperatura e a radiação ultravioleta (UV) podem limitar o seu crescimento, podendo ser até letal. Segundo Bomfim et al. (2010) a temperatura ótima de crescimento deste fungo está em torno de 25 a 30°C, porém em alguns casos o fungo tem pleno desenvolvimento nas temperaturas acima de 40°C, entretanto há necessidade que o solo esteja em umidade ideal para o seu desenvolvimento (ALVES e CAMPOS, 2003).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de *Trichoderma* via inoculação de sementes na cultura da soja e em forma de aplicação foliar, são práticas de fundamental importância visto que apresenta grande potencial de aumento na nutrição das plantas e o crescimento dessa leguminosa, ao mesmo tempo em que reduz o uso de fertilizantes químicos e promove uma mudança

de paradigmas visando o desenvolvimento de uma agricultura sustentável e menos agressiva ao meio ambiente.

Para o número de plantas emergidas aos 7 e 14 dias, os tratamentos com *Trichoderma* foram 7% superiores em relação a testemunha absoluta.

Para o número de nódulos e a massa seca dos nódulos, os tratamentos com *T. endophyticum* foram 6% superiores em relação a testemunha absoluta, enquanto os tratamentos com *T. koningiopsis* foram superiores em 18 e 21%, respectivamente.

Para a massa seca de raiz, os tratamentos com *T. endophyticum* foram 8% superiores em relação a testemunha absoluta, enquanto os tratamentos com *T. koningiopsis* foram superiores em 14%.

Para a massa seca da parte aérea, os tratamentos com *T. endophyticum* foram 4% superiores em relação a testemunha absoluta, enquanto os tratamentos com *T. koningiopsis* foram superiores em 7%.

Para a massa de mil grãos, os tratamentos com *T. endophyticum* foram 3% superiores em relação a testemunha absoluta.

Para a produtividade de grãos, os tratamentos com *T. endophyticum* foram 3% superiores em relação a testemunha absoluta, enquanto os tratamentos com *T. koningiopsis* foram superiores em 5%

Portanto, o *Trichoderma* apresenta um efeito benéfico, contribuindo para o aumento da produtividade da cultura da soja.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F.R.; CAMPOS, V.P. Efeitos da temperatura sobre a atividade de fungos no controle biológico de *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 91-97, 2003.

ASUMING-BREMPONG, S. Phosphate solubilizing microorganisms and their ability to influence yield of rice. **Agricultural Science Research Journal**, v. 3, n. 12, p. 379-386, 2013.

BAUGH, C. L.; ESCOBAR, B. The genus *Bacillus* and genus *Trichoderma* for agricultural bio-augmentation. **Rice Farm Magazine**, v.1, n. 4, p. 1-4, 2007.

BENICASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BOMFIM, M. P.; JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALMEIDA, S. S.; SOUZA, I. V. B.; DIAS, N. O. Avaliação antagonista *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 1, p. 61-67, 2010

BORRMANN, D. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabolitos incolores**. 2009. 107p. Tese (Doutorado em Ciência dos

Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2009.

CADORE, L. S. *Trichoderma e Bradyrhizobium no desenvolvimento e produtividade da soja*. 2018. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JUNIOR, M.; GERALDINE, A. M. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma endophyticum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 822-828, 2011.

CASAROLI, D. et al. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja – uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, n.2, p. 102-120. 2007.

CONAB, Companhia Brasileira de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, DF, v. 11. Safra 2023/2024 n. 2 – Segundo levantamento. novembro. 2023, 111p.

CONTRERAS-CORNEJO, H.A.; MACÍAS-RODRÍGUES, L.; CORTÉS-PENAGOS, C.; LÓPEZ-BICIO, J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, v. 149, n. 3, p. 1579–1592, 2009.

ETHUR, L. Z.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; NICOLINI, C.; MILANESI, P.; OLIVEIRA, F. Presença dos gêneros *Trichoderma* e *Fusarium* em solo rizosférico e não rizosférico cultivado com tomateiro e pepineiro, em horta e estufa. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 19-26, 2008

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9 p. (Circular técnica, n. 48).

HARMAN, G. E.; SHOREN, M. The mechanisms and applications of opportunistic plant symbionts. In: VURRO, M.; GRESSEL, J. (Ed.). **Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management**. Amsterdã: Springer, v.10, 2007, p. 131-153.

HARMAN, G.E. Myths and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, v. 84, n. 4, p. 377-393, 2000.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados, 2007. 80p. (Documentos, 283).

JESUS, E. P.; SOUZA, C. H. E.; POMELLA, A. W. V.; COSTA, R. L.; SEIXAS, L.; SILVA, R. B. Avaliação do potencial de *Trichoderma asperellum* como condicionador de substrato para a produção de mudas de café. **Cerrado Agrociência**, v. 2, n.2, p. 7-19, 2011.

LEITE, L.G.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. **Produção de fungos entomopatogênicos**. Ribeirão Preto: A.S. Pinto. 2003. 92p.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p. 274-288, 2012.

MAJOR, D. J. D.; JOHNRCN, J. W. Effects of day length and temperature on soybean development. **Crop Science**, v. 15, n. 17, 1975.

MARTINI, B. L.; ETHUR, L. Z.; DORNELES, K. R. Influência de metabólitos secundários de *Trichoderma spp.* no desenvolvimento de fungos veiculados pelas sementes e na germinação de sementes de arroz. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p. 86-91, 2014

OLIVEIRA, A. B. **Fenologia, desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja em função de épocas de semeadura e densidade de plantas.** 2010. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2010.

SANTOS, H. A. **Trichoderma spp. como promotores de crescimento em plantas e como antagonista a *Fusarium oxysporum*.** 2008. 89 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília. 2008.

SANTOS, H. A.; MELLO, S. C. M.; PEIXOTO, J. R. Associação de isolados de *Trichoderma* spp. e ácido indol-3- butírico (AIB) na promoção de enraizamento de estacas e crescimento de maracujazeiro. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, p. 966-972, 2010.

SILVA, J. C.; TORRES, D. B.; LUSTOSA, D. C.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.

VERMA, M.; BRAR, S. K.; TYAGI, R. D.; SURAMPALLI, R. Y.; VALÉRO, J. R. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. **Biochemical Engineering Journal**, v. 37, n. 1, p. 1-20, 2007.