REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

IMPACTO DO MANCOZEB EM MICRORGANISMOS BENÉFICOS DO SOLO

IMPACT OF MANCOZEB ON BENEFICIAL SOIL MICROORGANISMS

IMPACTO DEL MACOZEB EN LOS MICROORGANISMOS BENÉFICOS DEL SUELO

Erich dos Reis Duarte[1]

e727187
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i2.7187

PUBLICADO: 02/2026

RESUMO

O uso de microrganismos fúngicos e bacterianos na produção agrícola tem se expandido significativamente, impulsionado pela crescente demanda por maior produtividade aliada à sustentabilidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência de fungos, bactérias e *bacillus* amplamente utilizados na agricultura, considerando diferentes doses de aplicação do ingrediente ativo de *Manganese ethylenebis (dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt* (MANCOZEB), incluindo aplicações na planta. O ensaio foi conduzido no Biocentro de pesquisa universitário no município de Bandeirantes-PR, sob condições controladas em casa de vegetação, utilizando vasos com capacidade de 2,5 L e dimensões de 19 × 14 cm. Os tratamentos foram organizados em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 46 tratamentos e três repetições, totalizando 138 unidades experimentais (vasos). Cada vaso foi semeado com quatro sementes da cultivar experimental de soja DM 66I68. Os fungos, bactérias e *bacillus* utilizados nos tratamentos foram aplicados quando a cultura atingiu o estádio de desenvolvimento V4. Os microrganismos foram submetidos a três diferentes condições experimentais: (SM) sem aplicação de Mancozeb, (MP3) aplicação de Mancozeb na planta a 3kg ha^{-1} e (MP6) aplicação de Mancozeb na planta a 6 kg ha^{-1}, realizada cinco dias após a inoculação dos microrganismos. Após cinco dias da aplicação do Mancozeb, foram coletadas amostras de solo de aproximadamente 200 g, que foram encaminhadas ao laboratório para a quantificação da concentração de microrganismos no solo. A determinação foi realizada por meio da contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), expressa em UFC g^{-1} de solo. Conclui-se que a aplicação do fungicida Mancozeb, nas doses de 3 kg ha^{-1} e 6 kg ha^{-1}, não ocasionou impactos negativos relacionados à esterilização ou à redução abrupta dos microrganismos avaliados. Dessa forma, as cepas analisadas no experimento não apresentaram prejuízos significativos sob as condições estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Biológicos. Sobrevivência. Soja. Fungicida.

ABSTRACT

The use of fungal and bacterial microorganisms in agricultural production has expanded significantly, driven by growing demand for higher productivity combined with sustainability. The objective of this study was to evaluate the survival of fungi, bacteria, and bacillus widely used in agriculture, considering different application doses of the active ingredient Manganese ethylenebis(dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt (MANCOZEBE), including applications on plants. The trial was conducted at the University Research Biocenter in the municipality of Bandeirantes-PR, under controlled conditions in a greenhouse, using pots with a capacity of 2.5 L and dimensions of 19 × 14 cm. The treatments were organized in a completely randomized design (CRD), with 46 treatments and three replicates, totaling 138 experimental units (pots). Each pot was sown with four seeds of the experimental soybean cultivar DM 66I68. The fungi, bacteria, and bacillus used in the treatments were applied when the crop reached the V4 stage of development. The microorganisms were subjected to three different experimental

[1] Graduação em Administração e Graduação em Direito. Pós-Graduação em Direito Ambiental. Mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Professor titular (Full) na Universidade do Norte do Paraná atuando em pesquisa e docência na área agrícola.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

conditions: (SM) no application of Mancozeb, (MP3) application of Mancozeb to the plant at 3 kg ha^{-1}, and (MP6) application of Mancozeb to the plant at 6 kg ha^{-1}, performed five days after inoculation of the microorganisms. Five days after applying Mancozeb, soil samples weighing approximately 200 g were collected and sent to the laboratory to quantify the concentration of microorganisms in the soil. The determination was performed by counting colony-forming units (CFU), expressed in CFU g^{-1} of soil. It is concluded that the application of the fungicide Mancozeb, at doses of 3 kg ha^{-1} and 6 kg ha^{-1}, did not cause negative impacts related to sterilization or abrupt reduction of the microorganisms evaluated. Thus, the strains analyzed in the experiment did not show significant damage under the conditions studied.

KEYWORDS: *Biological. Survival. Soy. Fungicide*

RESUMEN

El uso de microorganismos fúngicos y bacterianos en la producción agrícola se ha expandido significativamente, impulsado por la creciente demanda de mayor productividad y sostenibilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la supervivencia de hongos, bacterias y Bacillus ampliamente utilizados en la agricultura, considerando diferentes dosis de aplicación del ingrediente activo complejo polimérico de etilenbis(ditiocarbamato) de manganeso con sal de zinc (MANCOZEB), incluyendo aplicaciones a la planta. El experimento se llevó a cabo en el Biocentro de investigación universitaria del municipio de Bandeirantes, PR, en condiciones controladas en un invernadero, utilizando macetas con capacidad de 2,5 L y dimensiones de 19 × 14 cm. Los tratamientos se organizaron en un diseño completamente aleatorizado (DCA), con 46 tratamientos y tres réplicas, totalizando 138 unidades experimentales (macetas). Cada maceta se sembró con cuatro semillas del cultivar experimental de soja DM 66I68. Los hongos, bacterias y Bacillus utilizados en los tratamientos se aplicaron cuando el cultivo alcanzó la etapa de desarrollo V4. Los microorganismos se sometieron a tres condiciones experimentales diferentes: (SM) sin aplicación de Mancozeb, (MP3) con aplicación de Mancozeb a la planta a una dosis de 3 kg ha^{-1}, y (MP6) con aplicación de Mancozeb a la planta a una dosis de 6 kg ha^{-1}, realizadas cinco días después de la inoculación del microorganismo. Cinco días después de la aplicación de Mancozeb, se recolectaron muestras de suelo de aproximadamente 200 g y se enviaron al laboratorio para cuantificar la concentración de microorganismos. La determinación se realizó mediante el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC), expresadas en UFC g^{-1} de suelo. Se concluye que la aplicación del fungicida Mancozeb, en dosis de 3 kg ha^{-1} y 6 kg ha^{-1}, no causó impactos negativos relacionados con la esterilización o la reducción abrupta de los microorganismos evaluados. De este modo, las cepas analizadas en el experimento no presentaron daños significativos en las condiciones estudiadas.

PALABRAS CLAVE*: Biológicos. Supervivencia. Soja. Fungicida.*

1. INTRODUÇÃO

O solo não é apenas um substrato físico para a fixação de plantas, mas um ecossistema dinâmico e complexo, onde a sobrevivência e a atividade de microrganismos determinam a produtividade agrícola e a estabilidade ambiental. A sobrevivência desses microrganismos no perfil edáfico é condicionada por uma interação multifatorial entre propriedades físico-químicas (pH, umidade, teor de matéria orgânica) e pressões bióticas. Nesse cenário, gêneros como *Bacillus spp e Trichodermas spp,* por exemplo, emergem como pilares da saúde do solo, atuando

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

como microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCPs) e agentes de biocontrole essenciais.

As bactérias do gênero *Bacillus* são reconhecidas pela sua excepcional capacidade de sobrevivência sob condições de estresse abiótico, graças à formação de endósporos. Essas estruturas permitem a latência em ambientes áridos ou quimicamente hostis, garantindo a permanência de funções vitais como a solubilização de fosfatos e a síntese de fitormônios. Paralelamente, os fungos do gênero *Trichoderma* desempenham um papel crucial na decomposição de matéria orgânica e no micoparasitismo de patógenos radiculares, sendo fundamentais para a supressão natural de doenças transmitidas pelo solo.

Contudo, a degradação biológica do solo, intensificada pelo uso indiscriminado de agroquímicos e práticas de manejo inadequadas, ameaça a densidade populacional desses microrganismos benéficos. A perda hipotética ou a redução crítica das populações de *Bacillus e Trichoderma* acarretaria impactos catastróficos aos agroecossistemas. Sem a presença de *Bacillus spp*, haveria uma queda acentuada na eficiência da absorção de nutrientes e na tolerância das culturas a estresses hídricos e salinos. A ausência de *Trichoderma spp*, por sua vez, deixaria o sistema radicular vulnerável a surtos epidemiológicos de fungos fitopatogênicos, como *Fusarium spp e Rhizoctonia spp*, resultando em uma dependência ainda maior de fungicidas sintéticos e na perda de resiliência do solo.

Diante do exposto, o presente artigo visa discutir os mecanismos de sobrevivência desses táxons no ambiente edáfico e analisar as consequências ecológicas e agronômicas quando aplicado o produto do ativo Mancozeb. A compreensão da manutenção dessas comunidades é, portanto, imperativa para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável baseada na conservação da biodiversidade funcional do solo, tendo como exemplo, a maior área do Brasil, sendo a cultura de soja.

A soja (*Glycine max* L. [Merril]) ocupa posição de destaque no cenário agrícola brasileiro, sendo um dos principais produtos de exportação e peça-chave para a balança comercial do país. O Brasil consolidou-se como líder mundial na produção da oleaginosa, contribuindo significativamente para os mercados globais de grãos e óleos vegetais. Nesse contexto, o ciclo produtivo 2024/2025 apresenta particular importância, pois ocorre em um ambiente marcado por desafios climáticos, avanços tecnológicos e tensões fitossanitárias (Conab, 2024).

Para o ciclo 2024/2025, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) reportou uma safra recorde estimada em 171,47 milhões de toneladas, refletindo um aumento de cerca de 13,3 % em relação ao ciclo anterior. A antecipação dessa produção recorde se sustenta também nas previsões de expansão da demanda externa e no incremento das exportações, com a estimativa de embarques de 106,65 milhões de toneladas de soja para mercados internacionais. Esse volume elevado reflete não apenas uma maior área cultivada, mas também um cenário de

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

rendimento médio satisfatório, apesar de condições adversas em algumas regiões do país. Por exemplo, no estado de Mato Grosso do Sul, foi registrada produtividade média ponderada de 51,79 sacas por hectare para a soja no ciclo 2024/2025, com área cultivada superior a 4,5 milhões de hectares.

No plano fitossanitário, o ciclo atual também demanda atenção especial. Os diversos patógenos que acometem a cultura da soja constituem uma das principais ameaças à sua produção, exigindo estratégias robustas de manejo, bem como regulamentações atualizadas para o controle de doenças. Dentre as diversas enfermidades, a ferrugem asiática destaca-se pela elevada capacidade de causar danos à cultura. A normativa do Ministério da Agricultura introduziu, em 2024, novos dispositivos para o controle da ferrugem e reforçou as obrigações de registro e fiscalização, com o objetivo de mitigar o impacto da enfermidade no território nacional, evidenciando a importância do uso de fungicidas químicos associados a produtos biológicos no manejo da cultura (BRASIL, 2024).

Diante da crescente demanda por maiores níveis de produção, torna-se necessária a adoção de estratégias de manejo de patógenos que sejam simultaneamente sustentáveis, eficientes e economicamente viáveis, visando à mitigação dos danos causados à cultura e à manutenção da produtividade ao longo dos ciclos agrícolas.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a sobrevivência de 15 diferentes microrganismos com o uso do Fungicida Mancozeb 750,0 g/kg (75,00% m/m) em diferentes doses e se ocorre impactos com o seu uso.

2. MÉTODOS

2.1. Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no Biocentro de Pesquisa da Universidade Anhanguera, localizado no município de Bandeirantes-PR (latitude: -23.105, longitude: -50.3603, altitude de 440 m), sob condições controladas em casa de vegetação. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 46 tratamentos e 3 repetições, totalizando 138 unidades experimentais (vasos). A implantação do experimento teve início em 20 de junho de 2025, com a semeadura da cultivar_precoce de soja DM66i68, e foi finalizado em 30 de setembro de 2025, com a coleta das amostras de solo de cada unidade experimental que foram enviadas ao laboratório para análise da quantidade de microrganismos presentes no solo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 1: Semeadura da cultivar de soja distribuição dos vasos na casa de vegetação



Fonte: do autor, 2025.

Os microrganismos foram aplicados com um volume de calda de 1L por unidade experimental (vaso), espalhada pela superfície dos vasos, considerando suas dimensões. A aplicação foi realizada quando as plantas atingiram o estádio de desenvolvimento V4. Os microrganismos foram submetidos a três condições experimentais distintas: (SM) sem aplicação de Mancozeb WP, (MP3) aplicação de Mancozeb WP na planta com 3 kg ha^{-1}, e (MP6) aplicação de Mancozeb WP na planta a 6 kg ha^{-1}, sendo realizada cinco dias após a inoculação dos microrganismos. O Mancozeb WP utilizado no experimento foi formulado a partir *Manganese ethylenebis (dithiocarbamate) (polymeric) complex with zinc salt* (MANCOZEBE WP) 750,0 g/kg (75,00% m/m), com concentração de 750 g kg^{-1} (75,00% m/m), e ingredientes inertes correspondentes a 750 g kg^{-1} (75,0% m/m).

2.2. Análises laboratoriais

As amostras de solo foram coletadas, estabilizadas e transportadas para o laboratório, onde foram armazenadas sob refrigeração (4°C) até a análise. As amostras foram mantidas em caixas de isopor com gelo. Para a quantificação e isolamento dos microrganismos, utilizou-se a técnica de diluição seriada. Inicialmente, preparou-se uma solução salina 0,85% (NaCl 8,5 g/L), esterilizada em autoclave. Dez gramas de solo úmido peneirado foram suspensos em 90 mL de solução salina, obtendo a diluição inicial de 10^{-1}. A partir dessa diluição, alíquotas de 1,0 mL foram

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

transferidas sequencialmente para tubos contendo 9,0 mL de solução salina esterilizada, resultando nas diluições 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} e 10^{-5}.

A partir das diluições 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} e 10^{-5}, alíquotas de 100 µL foram plaqueadas em triplicata em meios de cultura específicos: Thorton Agar para bactérias heterotróficas, Casein-Dextrose Agar para actinomicetos, Martin's Rose Bengal Agar para fungos e Batata-Dextrose-Ágar (BDA) com estreptomicina para fungos filamentosos. O inóculo foi espalhado de maneira asséptica com uma alça de Drigalski previamente esterilizada por flambagem. As placas foram incubadas a 28°C por 5 a 7 dias.

Após o crescimento, lâminas foram preparadas para análise microscópica, utilizando azul de algodão/lactofenol, e observadas em microscópio óptico nas objetivas de 10x, 40x e 100x, sendo esta última com óleo de imersão. Os resultados foram registrados por meio de imagens microscópicas e apresentados em laudos contendo a identificação preliminar dos microrganismos isolados.

2.3. Tratamentos

Foram testados 15 microrganismos distintos, incluindo *Methylobacterium symbioticum*, *Azospirillum brasilense*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Bacillus spp.* (*B. velezensis, B. amyloliquefaciens, B. subtilis, P. aryabhattai, B. pumilus, B. licheniformis* e *P. megaterium), Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma spp. (T. asperellum, T. harzianum* e *T. atroviride*), os quais foram submetidos a três distintas condições experimentais (SM, MP3, MP6).

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos de 15 microrganismos submetidos a três Formas de Aplicação de Mancozeb

	FAG		
Testemunha			
Methylobacterium symbioticums (SB23)	SM	MP3	MP6
Azospirilum brasiliense (Cepa: AbV5)	SM	MP3	MP6
Bradyrhizobium japonicum (Semia 5079 e 5080)	SM	MP3	MP6
Bacillus velezensis (estipe FZB42)	SM	MP3	MP6
Bacillus amyloliquefacies (estipe FZB45)	SM	MP3	MP6
Bacillus subtilis (cct7993)	SM	MP3	MP6
Beauveria bassiana (isolado R444)	SM	MP3	MP6
Bacillus aryabhattai (cct7986)	SM	MP3	MP6
Bacillus pumilus (52907)	SM	MP3	MP6
Metarhizium anisopliae (IBCB425)	SM	MP3	MP6
Bacillus licheniformis (52903)	SM	MP3	MP6

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Bacillus megateriumcct (cct7987)	SM	MP3	MP6
Trichoderma asperellum (estirpe kd)	SM	MP3	MP6
Trichoderma harzianum (cepa 1306)	SM	MP3	MP6
Trichoderma atroviride (estirpe 77B)	SM	MP3	MP6

Fonte: do autor, 2024.

FAG: Formas de Aplicação do Mancozeb. SM – Sem aplicação de Mancozeb; MP3 – Aplicação foliar de Mancozeb a 3 kg ha^{-1}; MP6 – Aplicação de Mancozeb Foliar de Mancozeb a 6kg ha^{-1}.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que na condição sem Mancozeb (SM), o *Methylobacterium symbioticum* apresentou uma contagem de $3x10^6$ UFC g^{-1}, enquanto o *Priestia aryabhattai* obteve resultado semelhante aos demais microrganismos testados, com $3x10^6$ UFC g^{-1}. *Bacillus subtilis* e *Bacillus velezensis* também mostraram contagens expressivas, com $2x10^6$ e $3,5x10^6$ UFC g^{-1}, respectivamente.

Ao introduzir o Mancozeb na planta (MP3), a maioria dos microrganismos apresentou o equilíbrio nas contagens sem impactos estatísticos. O *Methylobacterium symbioticum*, por exemplo, passou de $3x10^6$ UFC g^{-1} para $2,5x10^5$ UFC g^{-1} evidenciando um equilíbrio sem relação à condição SM. No entanto, *Azospirillum brasilense* também obteve um equilíbrio, de $5,0x10^5$ UFC g^{-1} para $2x10^6$ UFC g^{-1}, o que sugere uma segurança ou adaptação dessa bactéria ao Mancozeb aplicado na planta, mesmo sendo uma bactéria. Por outro lado, microrganismos a base de fungos, tais como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* apresentaram uma pequena queda nas contagens, porém, dentro da estatística estabelecida como segura, o que pode indicar uma segurança na aplicação de Mancozeb nas plantas no Manejo de Doenças, sem interferência há microrganismos no solo de forma nativa ou ainda quando aplicado de forma inserida.

Quando o Mancozeb foi aplicado foliar a 6 kg ha^{-1} (MP6), as contagens de microrganismos, em geral, mantiveram a contagem segura em comparação à condição SM. O *Methylobacterium symbioticum*, por exemplo, reduziu sua contagem de $3x10^6$ UFC g^{-1}para $2x10^5$ UFC g^{-1}, e o *Azospirillum brasilense* com a contagem de $5,0x10^5$ UFC g^{-1}, para $6,5x10^5$ UFC g^{-1}. Esse comportamento confirma que o produto Mancozeb, mesmo a 6 kg ha^{-1} não obteve nenhum efeito negativo aos microrganismos, o qual não afetou a atividade metabólica dos microrganismos ou interferiu na sua capacidade de colonizar e proliferar no ambiente edáfico. Especificamente, os fungos benéficos testados ao Mancozeb não foram detectados interferência em suas contagens, o que sugere uma segurança na aplicação do fungicida.

Em relação aos *Bacillus spp*., o *Bacillus velezensis* manteve uma alta contagem em todas as condições ($3x10^6$ UFC g^{-1} em SM, $5x10^6$ UFC g^{-1} em MP3, e $2x10^6$ UFC g^{-1} em MP6), evidenciando uma robustez notável frente ao fungicida Mancozeb. Microrganismos como *Bacillus*

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

subtilis e *Priestia megaterium* também apresentaram boas contagens, com uma pequena redução quando a 6 kg ha^{-1} de Mancozeb, porém, ainda seguro mesmo com o dobro da dose recomendada.

Os fungos *Trichoderma spp.,* (*Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma atroviride)*, mostraram respostas semelhantes. *T. asperellum* apresentou 2,0x10⁶ UFC g^{-1} em SM, e se manteve estável na contagem para 3x10⁵ UFC g^{-1} e 3,5x10⁵ UFC g^{-1} em MP3 e MP6, respectivamente. *T. harzianum* e *T. atroviride* mostraram estabilidades semelhantes nas populações em MP3 e MP6. sugerindo que esses fungos não sofrem nenhum impacto a aplicação de Mancozeb no ambiente.

Esses resultados indicam que o Mancozeb, quando aplicado na planta na dose de 3 e 6 kg ha^{-1} respectivamente, não possui impacto sobre os microrganismos, independentemente da espécie e da dose de aplicação, nesse caso 3 e 6 kg ha^{-1}. O Trabalho apresentou segurança no uso de Mancozeb, quando aplicado na Planta, quando suas gotículas que caem no solo, não ocorrem impactos em microrganismos considerados mais sensíveis como as bactérias, sendo por exemplo, como *Azospirillum brasilense* e várias espécies de *Bacillus*, mostraram boa adaptação e resiliência. Além disso, o efeito do Mancozeb tanto a 3 kg ha^{-1}, quanto a 6 kg ha^{-1} na planta apresentou segurança ao impacto nos microrganismos em comparação ao não uso do Mancozeb (SM), que pode trazer uma tranquilidade nos manejos, obtendo segurança na atividade biológica dos microrganismos do solo. Esses dados ressaltam a importância de considerar a diversidade microbiana e as condições específicas de aplicação ao avaliar os impactos do Mancozeb no ambiente edáfico e suas possíveis consequências para a microbiota do solo.

Tabela 2. Resultados da Contagem dos Microrganismos nas Amostras

	UFC g^{-1} de solo		
	SM	**MP3**	**MP6**
Testemunha	3x10⁵		
Methylobacterium symbioticums	3x10⁶	2x10⁵	3x10⁵
Azospirilum brasiliense	5x10⁵	2x10⁶	6,5x10⁵
Bradyrhizobium japonicum	3x10⁵	3x10⁵	4x10⁵
Bacillus velezensis	3x10⁶	5x10⁶	3x10⁶
Bacillus amyloliquefacies	3x10⁶	4x10⁵	3,5x10⁵
Bacillus subtilis	2,5x10⁵	3,5x10⁶	5,0x10⁵
Beauveria bassiana	3,0x10⁵	5,0x10⁵	2,0x10⁵
Bacillus aryabhattai	5,0x10⁶	3,5x10⁶	3x10⁶
Bacillus pumilus	3,0x10⁵	5,0x10⁵	6,0x10⁵

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Metarhizium anisopliae	$5x10^5$	$2,0x10^5$	$,5x10^5$
Bacillus licheniformis	$3,5x10^5$	$2,0x10^5$	$5x10^5$
Bacillus megaterium	$3,5x10^6$	$3,0x10^5$	$5,0x10^6$
Trichoderma asperellum	$6,0x10^5$	$3,0x10^5$	$2,5x10^5$
Trichoderma harzianum	$5,0x10^4$	$3,0x10^4$	$2,5x10^5$
Trichoderma atroviride	$5x10^5$	$2,0x10^5$	$3,5x10^5$

Fonte: do autor, 2025.

Formas de Aplicação do Mancozeb. SM – Sem aplicação de Mancozeb; MP3 – Aplicação foliar de Mancozeb a 3 kg ha^{-1}; MP6 – Aplicação de Mancozeb Foliar de Mancozeb a 6kg ha^{-1}.

4. CONSIDERAÇÕES

Conclui-se que a aplicação do fungicida Mancozeb, nas doses de 3 kg ha^{-1} e 6 kg ha^{-1}, não ocasionou impactos negativos relacionados à esterilização ou à redução abrupta dos microrganismos avaliados. Dessa forma, as cepas analisadas no experimento não apresentaram prejuízos significativos sob as condições estudadas.

Ressalta-se que esses resultados estão diretamente associados ao produto específico à base de Mancozeb utilizado, bem como às cepas e estirpes microbianas avaliadas. Assim, a extrapolação desses dados para outros ativos químicos de diferentes formulações do Mancozeb ou outros microrganismos deve ser realizada com cautela, sendo necessária a condução de ensaios científicos específicos para cada combinação de produto e estirpe microbiana.

Portanto, recomenda-se a realização de estudos adicionais envolvendo outras formulações de Mancozeb e diferentes microrganismos, a fim de testar novas hipóteses e ampliar a compreensão dos possíveis impactos desse ativo químico sobre a microbiota. Além disso, sugere-se a continuidade das pesquisas avaliando os efeitos desses mesmos microrganismos quando expostos a outros produtos químicos, contribuindo para uma análise mais abrangente e conclusiva sobre as interações entre defensivos agrícolas e microrganismos do solo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária.
Instrução Normativa MAPA nº 58, de 18 de julho de 2024. Estabelece medidas fitossanitárias para a prevenção e o controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no território nacional. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira grão**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/ultimas/5728ultimolevantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas. Acesso: fev. 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Perspectivas para a agropecuária**: safra 2024/2025. Brasília, DF: CONAB, 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br. Acesso em: 20 dez. 2025.

DALL' AGNOL, A. A soja no Brasil: evolução, causas, impactos e perspectivas. **Mercosoja,** 2011. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/906861/1/amelio.soja.2011.pdf. Acesso em: fev. 2025.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Menos insumos sintéticos, mais economia e maior sustentabilidade**. [S. l.]: Embrapa, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/portfolio/insumos-biologicos. Acesso em: fev. 2025.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja em Números Londrina**: Embrapa Soja. [S. l.]: Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dadoseconomicos. Acesso em: fev. 2025.

FERREIRA, E.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. **Manual de análises de bioinsumos para uso agrícola**: inoculantes. Brasília, DF: Embrapa, 2024. 164 p. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1163171/1/LivroAnalisesBioinsumoscompleto-final.pdf. Acesso em: fev. 2025.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 12, 2011. Disponível em: https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf. Acesso em: fev. 2025.

LIMA, W. S.; OLIVEIRA, S. M.; OLIVEIRA, L. A. Isolamento e identificação de bactérias presentes nos solos de cobertura do cultivo de Agaricus blazei Murril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 123-128, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cagro/a/C7T66mmD6ztGsDdY976tzJg/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: fev. 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.