



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

PEDRO FERREIRA DE OLIVEIRA NETO

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE BIOFUNGICIDAS NO CONTROLE DA
BRUSONE (*Pyricularia oryzae*) EM ARROZ (*Oryza sativa* L.) IRRIGADO**

Lagoa da Confusão-TO

2025

PEDRO FERREIRA DE OLIVEIRA NETO

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE BIOFUNGICIDAS NO CONTROLE DA
BRUSONE (*Pyricularia oryzae*) EM ARROZ (*Oryza sativa* L.) IRRIGADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Agrônômica da
Unidade Campus Lagoa da Confusão do
Instituto Federal do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Magalhães
Barbosa

Lagoa da Confusão-TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

F383t Ferreira de Oliveira Neto, Pedro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica da Unidade Campus Lagoa da Confusão do Instituto Federal do Tocantins, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica. / Pedro Ferreira de Oliveira Neto. – Lagoa da Confusão, TO, 2025.

24 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão, TO, 2025.

Orientador: Dr. Juliano Magalhães Barbosa

1. *Pyricularia oryzae*. 2. *Bacillus subtilis*. 3. *trichoderma*. I. Magalhães Barbosa, Juliano. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Reitoria
Campus Lagoa da Confusão
Coordenação do Curso Superior em Engenharia Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE BIOFUNGICIDAS NO CONTROLE DA BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO"

AUTOR (A): **Pedro Ferreira de Oliveira Neto**
ORIENTADOR (A): **Juliano Magalhães Barbosa**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Lagoa da Confusão*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em 27 de junho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Juliano Magalhães Barbosa
Orientador
IFTO/Campus Lagoa da Confusão

Prof. Dr. Reinaldo Ferreira Medeiros
Membro
IFTO/Campus Lagoa da Confusão

Prof. Dr. Jardel Barbosa dos Santos
Membro
IFTO/Campus Lagoa Da Confusão



Documento assinado eletronicamente por **Juliano Magalhães Barbosa, Servidor**, em 07/07/2025, às 00:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Reinaldo Ferreira Medeiros, Servidor**, em 07/07/2025, às 13:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jardel Barbosa dos Santos, Servidor**, em 07/08/2025, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2818163** e o código CRC **7EA3B3D2**.

Rua 02, Quadra 05A, Lote 01, Setor Lagoa da Ilha — CEP 77.493-000 — Lagoa da Confusão/TO
portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Dedico,
este trabalho a minha família que
sempre me apoiaram, me incentivaram e
sonharam esse momento junto comigo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela vida, pelas bênçãos que tem me dado em todos estes anos e pelos momentos inesquecíveis que passei durante a minha graduação, gostaria de aproveitar esta página para expressar meus sinceros agradecimentos àqueles que desempenharam um papel relevante para minha formação acadêmica. A minha mãe, Leonilda Ferreira Costa, agradeço por estar sempre ao meu lado, apoiando-me incondicionalmente. Suas palavras de incentivo, apoio emocional e visão crítica foram essenciais para meu crescimento e desenvolvimento acadêmico. Agradeço também a minha companheira, Ana Paula e aos meus filhos e irmãos e ao meu pai. Agradeço imensamente ao meu orientador, Professor Juliano Magalhães Barbosa, pelo seu valioso suporte e orientação ao longo de toda minha graduação.

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de arroz do mundo, o estado do Tocantins tem despontado na região norte do país. No entanto a presença do fungo *Pyricularia oryzae*, agente causal da brusone do arroz tem causado grandes prejuízos para os produtores, sendo a principal doença a se controlar na lavoura. O uso de fungicidas sintéticos é o principal método de controle adotado para os cultivos de arroz, no entanto o uso constante, indiscriminados desses produtos promove a seleção de raças cada vez mais resistentes as moléculas de fungicida, exigindo cada vez mais doses maiores e maior número de aplicações. Uma das alternativas que tem sido pesquisada é o uso de fungicidas biológicos não nocivos ao homem e não prejudicial ao meio ambiente. Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a eficácia de fungicidas a base de microrganismos quando comparado aos fungicidas sintéticos. O delineamento empregado será o delineamento de blocos casualizados – DBC, com 20 repetições, onde cada parcela de cada tratamento terá 2 x 5 m, com espaçamento entre parcelas de 1 m. Os tratamentos utilizados serão constituídos por quatro fungicidas, sendo um sintético e três biológicos e a testemunha, que não receberá nenhum tipo de aplicação totalizando cinco tratamentos: T1-(Triciclazol+tebuconazol); T2-(*Bacillus subtilis*); T3-(*Trichoderma*); T4-(*Bacillus thuringiensis*) T5-(Testemunha). Será avaliado a incidência de brusone no campo, que será feita no estágio R8 (grão farináceo duro), utilizando escala de notas padronizadas internacionalmente pelo International Rice Research Institute e será determinado o rendimento de grãos. Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância realizada por meio do teste F e quando significativa será aplicado teste de médias através do teste de Tukey utilizando o programa computacional SISVAR, sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Espera-se que com os dados obtidos nesta pesquisa possa se determinar qual produto mais eficaz para o controle do brusone.

Palavras-chave: *Pyricularia oryzae*, *Bacillus subtilis*, *trichoderma*.

ABSTRACT

Brazil is one of the largest rice-producing countries in the world, and the state of Tocantins has emerged as a significant production area in the northern region. However, the occurrence of the fungus *Pyricularia oryzae*, the causal agent of rice blast, has posed serious challenges to producers and remains the most important disease affecting this crop. The use of synthetic fungicides is currently the primary method for managing the disease. Nevertheless, the continuous and indiscriminate application of these chemicals has led to the selection of fungal strains with increasing resistance to fungicide molecules, thus requiring higher dosages and more frequent applications. One of the alternative strategies under investigation involves the use of biological fungicides that are non-toxic to humans and the environment. In this context, the present study aims to evaluate the efficacy of microorganism-based fungicides in comparison to conventional synthetic fungicides. The experimental design will follow a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Each treatment plot will measure 2 × 5 meters, with a 1-meter spacing between plots. Four treatments will be evaluated: T1 – synthetic fungicide (tricyclazole + tebuconazole); T2 – biological fungicide (*Bacillus subtilis*); T3 – biological fungicide (*Trichoderma*); and T4 – biological fungicide (*Bacillus thuringiensis*); T5-untreated control. Disease incidence will be assessed at the R8 growth stage (hard dough grain) using the internationally standardized rating scale proposed by the International Rice Research Institute (IRRI). In addition, grain yield will be determined at harvest. The data will be subjected to analysis of variance (ANOVA) using the F-test, and when significant, treatment means will be compared using Tukey's test, performed with the SISVAR statistical software, a tool developed for the analysis of agronomic experiments. It is expected that the results of this study will identify the most effective product for the control of rice blast under field conditions.

Keywords: *Pyricularia oryzae*, *Bacillus subtilis*, trichoderma.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. JUSTIFICATIVA.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivos Gerais.....	11
3.2 Objetivos Especifico.....	11
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4.1 A Cultura do Arroz.....	12
4.2 Brusone do Arroz.....	12
4.3 Controle Quimico.....	12
4.4 Controle Biológico.....	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
5.1 Local do Experimento.....	13
6. EXPERIMENTO.....	13
6.1 Delineamento empregado.....	13
6.2 Preparo do solo e adubação.....	13
6.3 Avaliação da incidência da doença e rendimento de grãos.....	13
6.4 Análise estatística.....	13
7. ORÇAMENTO.....	14
8. CRONOGRAMA.....	15
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
10.RESULTADOS ESPERADOS.....	17
REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de arroz (*Oryza sativa* L.), o estado do Tocantins possui aproximadamente 133 mil ha plantados, com um rendimento médio de aproximadamente 5600 Kg. ha⁻¹. Nos últimos anos a área plantada no estado vem diminuindo, em 2009 a área plantada era de aproximadamente 138 mil ha (CONAB, 2025). Uma das razões podem estar relacionadas a incidência da doença brusone *Pyricularia oryzae*.

Entre as doenças da cultura do arroz a brusone é a que tem maior impacto no rendimento de grãos, se tornando a doença mais importante da cultura tanto no cenário nacional como mundial, esta doença provoca perdas significativas no rendimento das cultivares suscetíveis, principalmente quando encontra condições favoráveis. As perdas ocasionadas por essa doença dependem de vários fatores, entre eles o grau de resistência de cultivar, estágio em que a lavoura é afetada e da severidade da doença (Prabhu *et al*, 2002).

Um dos principais métodos de controle usados para brusone é o controle químico. Os tratamentos de sementes e pulverização foliar com triciclazol tem demonstrado ser bastante eficaz para controlar a brusone nas folhas e brusone no pescoço do arroz (Pal; Mandal, 2021). No entanto, o uso constante de defensivos químicos, pode provocar uma seleção de cepas do fungo cada vez mais resistente, induzindo o aumento da dose do produto e até a frequência de aplicação.

Uma das alternativas aos defensivos químicos que vem sendo bastante difundido entre os especialistas é o uso de biocontrole através de produtos à base de microrganismo (HE *et al.*, 2019). O uso de *Bacillus subtilis* tem apresentado efeitos potentes de biocontrole contra a brusone do arroz, esses microrganismos atuam por diferentes mecanismos, as espécies de bacillus podem exibir uma vasta gama de metabólitos secundários além de terem a capacidade de sintetizar várias substâncias antagônica estruturalmente (Lei *et al.*, 2023).

Outro agente biológico com potencial para substituir o controle químico e se consolidar como uma alternativa viável no manejo da brusone em arroz é o fungo do gênero *Trichoderma*, amplamente utilizado como ingrediente ativo em diversos produtos agrícolas comercializados mundialmente (Woo *et al.*, 2014). Silva *et al.* (2019) através de experimentos em casa de vegetação, em condições de laboratório verificaram a produção de metabólitos voláteis e não voláteis através da interação de

Trichoderma asperellum com fungo do brusone *P. oryzae*, esses metabólitos inibiram o crescimento micelial e germinação conidial e formação de apressórios.

2. JUSTIFICATIVA

A brusone do arroz (*Pyricularia oryzae*) é uma doença grave que afeta os campos de arroz e resulta em perda de produtividade entre 10% e 30% da produção global (Lei *et al.*, 2023). A doença resultou em altas perdas no Brasil, especialmente em regiões intensamente desenvolvidas, como Lagoa da Confusão-TO, onde as condições climáticas favorecem seu estabelecimento (Nascimento, 2019). O controle convencional da brusone do arroz depende fortemente de fungicidas químicos, incluindo inibidores externos de quinona (QoI), inibidores da biossíntese de melanina (MBI) e inibidores da desmetilação de esteróis (DMI) (D'ávila *et al.*, 2022). No entanto, a resistência de *Pyricularia oryzae* aos fungicidas tem se intensificado, tornando-se um desafio crescente, especialmente na região Norte do Brasil, onde um número cada vez maior de isolados resistentes à azoxistrobina vem sendo identificado, comprometendo a eficácia do controle químico (D'ávila *et al.*, 2022).

Neste contexto, medidas de controle alternativas ao uso de pesticidas sintéticos, como o controle biológico, têm se tornado cada vez mais populares. Segundo Lei *et al.*, (2023), as bactérias como *Bacillus* são capazes de suprimir o crescimento de *P. oryzae* em até 99%, o que reduz consideravelmente a intensidade da explosão em condições de campo. Além disso, *Trichoderma spp.*, que são amplamente utilizadas na agricultura, exibem atividade antagônica contra o patógeno causador da doença e ajudam a induzir a promoção do crescimento da planta (Meyer *et al.*, 2019).

Pesquisas recentes demonstraram que aplicações com *Bacillus thuringiensis* e *Serratia marcescens* resultaram em uma redução superior a 95% na severidade da brusone foliar, evidenciando o elevado potencial do uso de microrganismos no manejo integrado de doenças (Elias *et al.*, 2021). Além disso, novas formulações de *Trichoderma koningiopsis* provaram ser benéficas para prevenir a explosão do arroz e induzir a resistência da planta contra o estresse (Bezerra *et al.*, 2023).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Gerais

Comparar a eficácia de produtos químicos e biológicos, aplicados contra a brusone do arroz (*Pyricularia oryzae*) em uma lavoura de arroz no município de Lagoa da Confusão-TO.

3.2 Objetivo Específico

Avaliar a incidência e a severidade do brusone do arroz em plantas de arroz tratadas com produtos biológicos e químicos.

Investigar a eficácia de produtos à base de biológicos por microrganismos antagonistas, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma spp.*, na supressão do crescimento de *P. oryzae*.

Comparar a eficácia de tratamentos biológicos e químicos na produtividade do arroz, avaliando o efeito no peso de grãos e rendimento da cultura.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A Cultura do Arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos grãos mais amplamente plantados e consumidos no mundo todo, e serve como a principal fonte de alimento para metade da humanidade (Fao, 2019). Sua origem é tradicionalmente reconhecida como tendo ocorrido no continente asiático, especificamente na China, Índia e regiões do Sudeste Asiático, onde a história do cultivo ultrapassa 10.000 anos (Lei *et al.*, 2023).

O arroz é o alimento básico da segurança alimentar global, especialmente em países em desenvolvimento na Ásia, África e América Latina. Estima-se que cerca de 70% da população mundial subnutrida viva em regiões onde o arroz contribui com a maior parte da energia e nutrientes (Pal; Mandal, 2021). A produção no Brasil chega a cerca de 11,2 milhões de toneladas anualmente, o que é suficiente para o consumo doméstico (Scheuermann; Nesi, 2021).

O cultivo de arroz no estado do Tocantins, contribui significativamente para o cenário agrícola do país, sendo o terceiro maior produtor de arroz do país, depois do

Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Araújo, 2024). Segundo dados da Conab (2025) o estado do Tocantins teve uma área plantada de 133 mil há de arroz com uma produtividade média de 5800 kg/ha, registrando assim um aumento de 2% na área plantada na última safra.

Além de seu conteúdo nutricional, o cultivo de arroz tem um grande papel econômico, pois gera empregos e estimula linhas de produção, incluindo, desde insumos na fazenda até a indústria alimentícia. Contudo desafios enfrentados como, mudanças climáticas, pragas e doenças de plantas afetam a qualidade e o rendimento de grãos (Lei et al., 2023; Pal; Mandal, 2021).

4.2 Brusone do Arroz

A brusone do arroz é causada pelo fungo filamentoso *Pyricularia oryzae*, o qual possui a capacidade de penetrar a cutícula foliar e colonizar os tecidos vivos da planta hospedeira. Esse patógeno pode infectar diversas espécies de gramíneas, provocando doenças significativas em várias culturas, como a brusone do trigo (*Triticum aestivum*) (Zhang et al., 2016).

A brusone é transmitida por sementes infectadas, resíduos de culturas ou inóculos que são levados pelo vento. A cultura é vulnerável no estágio vegetativo e também no estágio reprodutivo, com o estágio mais suscetível entre 20 a 40 dias após o plantio (V2 a V5). No estágio reprodutivo, o risco aumenta do estágio de formação dos cachos (R2 a R4) até o enchimento dos grãos (Silva Filho, 2023).

Em hospedeiros que são suscetíveis e sob condições favoráveis, a brusone passa por uma série de ciclos durante todo desenvolvimento da planta que vai da fase de muda até a colheita. O seu controle é por resistência genética, controle cultural e manejo químico (Sousa et al., 2021).

O fungo da brusone do arroz sofre uma série de alterações morfológicas durante a infecção do arroz e forma apressórios na superfície da folha para infectar a planta. Inicialmente, ele aparece como um organismo biotrófico, suprimindo a imunidade do hospedeiro, antes de se tornar necrotrófico por natureza, o que leva à morte celular nas plantas. Isso abre caminho para a liberação de nutrientes propícios ao desenvolvimento do fungo e à produção de esporos nas lesões necróticas. *P.oryzae*, portanto, utiliza os estágios biotrófico e necrotrófico para sua sobrevivência e propagação (Yan, et al., 2023).

4.3 Controle Químico

O controle químico é um dos principais métodos usados para controlar a brusone do arroz. A eficácia do controle químico depende do tempo de aplicação, da tecnologia usada e dos fungicidas usados. Os fungicidas para arroz são na sua maioria sítios-específicos pertencendo aos principais grupos químicos de triazóis, estrobilurinas e benzotiazóis. Misturas de triazol-estrobilurina são comumente usadas (Scheuermann; Nesi, 2021).

Fungicidas com modo de ação sítio-específico são reconhecidamente associados ao risco de seleção de populações resistentes dos patógenos-alvo. No Brasil, já foram relatados casos de resistência de *Pyricularia oryzae* a fungicidas como a azoxistrobina, pertencente ao grupo dos inibidores do sítio Qo do citocromo b (FRAC Grupo 11). Para mitigar o risco de desenvolvimento de resistência, o Comitê de Ação à Resistência a Fungicidas (FRAC) recomenda a adoção de estratégias como a rotação ou a aplicação de misturas de fungicidas com diferentes modos de ação. Além de reduzir a pressão seletiva sobre o patógeno, tais combinações podem ampliar o espectro de controle, resultando em maior eficácia quando comparadas ao uso isolado dos princípios ativos (Frac, 2010).

Segundo Bezerra *et al.* (2021) o Triciclazol é um dos fungicidas mais usado no Tocantins para controle do brusone, se mostrando eficiente frente ao potencial agressivo do patógeno. No entanto a grande variabilidade do patógeno permitiu a adaptação a esta molécula e pode aumentar sua agressividade e deve ser considerada para orientar o manejo integrado dessa doença.

Estudos têm avaliado a eficiência de diferentes fungicidas e misturas para o controle da brusone. Por exemplo, a mistura de triciclazol + tebuconazol e o tratamento com triciclazol isoladamente demonstraram menor incidência da doença e maior produtividade em experimentos de campo. O triciclazol possui um longo histórico de uso para o controle da brusone, mas o uso intensivo e contínuo aumenta o risco de seleção de populações resistentes. Alguns fungicidas, como difenoconazol, ciproconazol+picoxistrobina e epoxiconazol+cresoxim-metílico, possuem um intervalo de segurança superior a quarenta dias, o que deve ser considerado em aplicações após o florescimento (Deising; Reimann; Pascholati, 2008).

4.4 Controle Biológico

O controle biológico surge como uma alternativa viável ao manejo de doenças de plantas, como a brusone do arroz. É definido como a regulação de um organismo por outro organismo ou redução da atividade de um patógeno por um ou mais organismos não humanos. O uso de microrganismos benéficos pode resultar em uma agricultura mais sustentável, reduzindo o uso de produtos químicos e seus potenciais efeitos negativos na saúde humana e no meio ambiente (Prabhu, 2002; Meyer *et al.*, 2019).

Entre os agentes de biocontrole, os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* são renomados antagonistas eficientes de certos fitopatógenos, a saber, *P. oryzae*. *Trichoderma spp.* Ele pode infectar o patógeno por meio de vários modos de ação, como competição por espaço do hospedeiro e nutrientes, antibiose (excreção de metabólitos antimicrobianos), micoparasitismo (ataque direto ao patógeno) e resistência induzida pela planta. Também pode induzir o crescimento da planta (Silva *et al.*, 2019).

Em ensaios de plantas de arroz em estufa, a aplicação simultânea ou curativa de isolados de *T. asperellum* (UfraT06, UfraT09, UfraT12 e UfraT52) com *P. oryzae* inibiu a formação de brusone foliar. A severidade da brusone foliar também foi significativamente reduzida por meio da aplicação da suspensão de conídios do isolado UfraT52 e do filtrado do isolado UfraT1221. A otimização da produção de conídios de *Trichoderma koningiopsis* e os altos efeitos de supressão inibitória na brusone do arroz na planta em um sistema de estufa foram estudados, sugerindo um potencial promissor como um futuro bioproduto (Silva *et al.*, 2019; Bezerra *et al.*, 2023).

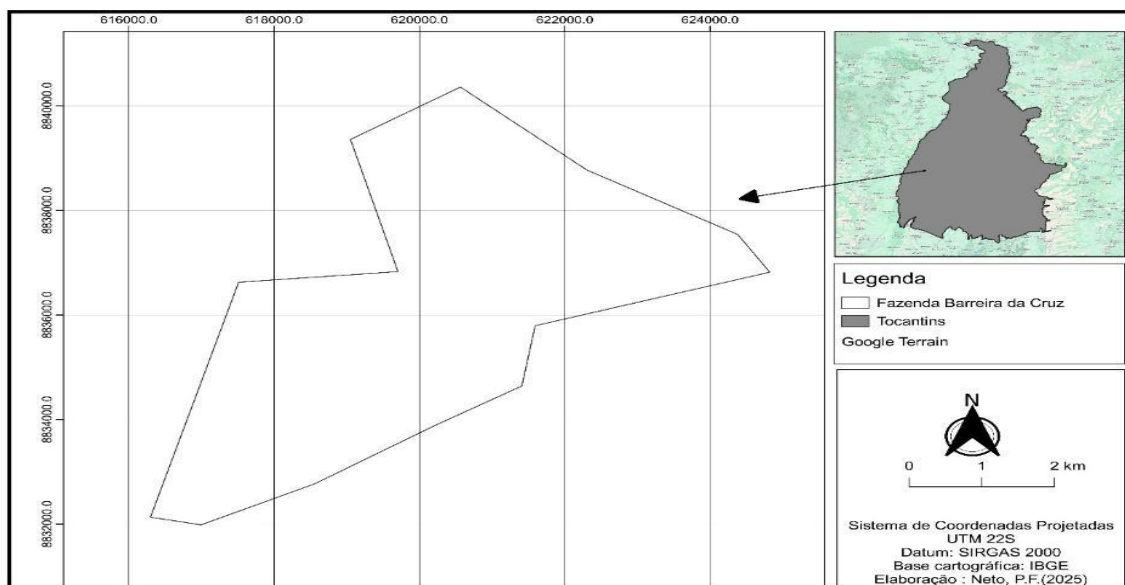
Outros produtos de biocontrole, incluindo rizobactérias, também foram considerados eficazes na prevenção da brusone e no aumento do crescimento do arroz. Um experimento envolvendo extratos de *Bacillus thuringiensis* e *Serratia marcescens* indicou uma diminuição notável na intensidade da brusone foliar em casa de vegetação. Misturas de vários produtos de biocontrole, como *P. fluorescens*, *B. pyrrocinia* e *T. asperellum*, também mostraram uma redução na severidade da brusone em panículas em condições de campo (Elias *et al.*, 2021).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do Experimento

O experimento será conduzido na Fazenda Barreira da Cruz no município de Lagoa da Confusão - TO, Coordenadas geográficas Lat: 10°56'20" Long: 49°26'35" (Figura 1) nos períodos correspondentes as safras 2025/2026.

Figura 1. Localização da área experimental, Lagoa da Confusão – TO



Fonte: Do próprio autor, (2025)

6. EXPERIMENTO

6.1 Delineamento empregado

O delineamento empregado será o delineamento de blocos casualizados – DBC, com 20 repetições, onde cada parcela de cada tratamento terá 2 x 5 m, com espaçamento entre parcelas de 1 m. Os tratamentos utilizados serão constituídos por quatro fungicidas, sendo um sintético e três biológicos e a testemunha, que não receberá nenhum tipo de aplicação, totalizando cinco tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos fungicidas e biológicos para controle de brusone na cultura do arroz irrigado. Lagoa da Confusão-TO, safra 2025/2026.

Ingrediente ativo	Unid	Dose p.c. ha ⁻¹
T1-(Triciclazol +tebuconazol)	m l	250g + 750 ml
T2- (<i>Bacillus subtilis</i>)	ml	1000 ml
T3- (<i>Trichoderma</i>)	ml	Kg 0,259
T4- (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	ml	1000ml
T5-(Testemunha)	-	-

A área onde o experimento será implantado será conduzido no sistema de semeadura direta, a cultivar utilizada será BRS pampeira a densidade de semeadura será de 80 kg ha⁻¹. Os tratamentos (fungicidas químicos e biológicos) serão aplicados no estágio R2 (embrachamento) e R4 (pleno florescimento) (Scheuermann; Nesi, 2021), utilizando-se pulverizador costal propelido com CO₂, equipado com pontas de pulverização Micron 110DB02. Os bicos serão acoplados em uma barra de 2 m, com espaçamento de 0,5m entre bicos, de modo a se obter uma vazão de 200L ha⁻¹.

6.2 Preparo do solo e adubação

O preparo do solo será o convencional com gradagem e aração dois meses antes da semeadura. A adubação de semeadura recomendada será a mesma já adotada na fazenda sendo 140 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 10-28-20). 20 dias após a semeadura será aplicado 100 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura, 50 dias após a semeadura início do período de formação dos cachos será feita mais uma adubação nitrogenada com a dose de 50 kg ha⁻¹.

6.3 Avaliação da incidência da doença e rendimento de grãos

As avaliações da incidência de brusone no campo, serão realizadas no estágio R8 (grão farináceo duro), utilizando escala de notas padronizadas internacionalmente pelo International Rice Research Institute (IRRI, 2002). Dentro da amplitude de cada nota, será considerado o valor médio de panículas sintomáticas para a determinação da incidência de panículas com brusone em cada parcela.

Quando o arroz estiver em ponto de colheita, será colhida uma área de 2,5 x 2,5 m de cada parcela, considerada a área útil da parcela, a partir da qual será feita a contagem do número de panículas com brusone e a esterilidade de grãos. serão consideradas panículas doentes, aquelas com sintomas cobrindo o primeiro ou segundo nó basal (Scheuermann; Nesi, 2021).

Para a determinação da esterilidade, essas panículas serão debulhadas manualmente e os grãos obtidos submetidos a uma corrente de ar, para separar as espiguetas vazias dos grãos cheios. Para determinação dos componentes de rendimento, será colhida uma área de 5 m² de cada parcela, sendo a umidade dos grãos ajustada para 13%. O rendimento de grãos inteiros, incidência de grãos gessados e percentual de arroz beneficiado a partir do arroz em casca, serão determinados em um classificador, utilizando-se 50g de cada amostra (Marschalek et al., 2017).

6.4 Análise estatística

Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância realizada por meio do teste F e quando significativa será aplicado teste de médias através do teste de Tukey utilizando o programa computacional SISVAR, sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos (Ferreira, 2011).

7. ORÇAMENTO

Itens	Unidade	Quantidade	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Sementes de arroz BRS Pampeira	Saca 40kg	1	220,00	220,00
Preparo do solo	Hora/máquina	1	180,00	180,00
Ureia convencional	kg	30	7,64	229,20
NPK (10-28-20)	Pct (25kg)	2	270,00	540,00
Triciclazol + Tebuconazol	L	1	230,00	230,00
Bacillus subtilis+thuringiensis	L	2	179,00	179,00
Trichoderma	kg	1	172,00	172,00
Pulverizador Costal a CO ₂ com Barra Lateral de Alumínio (6 bicos)		1	3214,00	3214,00
Gastos com combustível	L	100	6,87	687,00
Total previsto	-	-	-	5651,29

8.CRONOGRAMA

Atividades	2025/2026											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Definição do título	x											
Revisão de literatura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Preparo do solo						x	x					
Adubação								x				
Semeadura								x				
Condução do experimento								x	x	x		

Avaliação dos parâmetros										x	x	
Tabulação dos dados											x	
Análise dos resultados											x	
Elaboração do relatório											x	
Envio do relatório final												x

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho terá como objetivo avaliar a eficácia de fungicidas biológicos e químicos no controle da brusone (*Pyricularia oryzae*) em arroz irrigado, buscando alternativas sustentáveis para o manejo desta importante doença. A partir da análise dos dados obtidos, será possível comparar os diferentes tratamentos quanto ao controle da doença e seus impactos na produtividade da cultura. O estudo reforça a importância da busca por métodos de controle que minimizem os impactos ambientais e reduzam a dependência de defensivos químicos, considerando o crescente problema da resistência de patógenos aos fungicidas sintéticos. Os biofungicidas à base de *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma* spp. apresentaram potencial promissor e poderão se consolidar como ferramentas viáveis no manejo integrado da brusone, contribuindo para a construção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e Além disso, os resultados obtidos neste trabalho poderão subsidiar futuras pesquisas, bem como orientar produtores e profissionais da área agrícola quanto à adoção de práticas mais seguras e eficientes no controle de doenças. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de continuidade dos estudos em diferentes condições edafoclimáticas e em outras safras, a fim de validar e ampliar as recomendações. Dessa forma, conclui-se que o uso de fungicidas biológicos pode ser uma alternativa viável e eficaz para o controle da brusone no arroz irrigado, representando um avanço importante no contexto da agricultura sustentável.

10.RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que os fungicidas biológicos à base de *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* e *Trichoderma spp.* apresentem eficácia significativa no controle da brusone, reduzindo a incidência e severidade da doença em comparação ao tratamento químico convencional e à testemunha sem aplicação. A expectativa é que os tratamentos biológicos promovam não apenas a supressão do patógeno *Pyricularia oryzae*, mas também contribuam para a melhoria do desempenho produtivo da cultura, refletido no aumento do rendimento de grãos e na redução de grãos gessados e espiguetas vazias. A comparação estatística entre os tratamentos deverá indicar se há diferenças significativas na eficácia entre os produtos avaliados. Espera-se que, ao menos um dos biofungicidas testados, apresente desempenho equivalente ou superior ao fungicida sintético tradicional, demonstrando-se como uma alternativa viável para o manejo da doença.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. Zarc aponta 80% de chance de sucesso para plantio de arroz irrigado em grande parte do Tocantins. Revista Cultivar, 15 jul. 2024. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/zarc-aponta-80-de-chance-de-sucesso-para-plantio-de-arroz-irrigado-em-grande-parte-do-tocantins>. Acesso em: 8 maio 2025.
- BEZERRA, G. de A. et al. Evidence of *Pyricularia oryzae* adaptability to tricyclazole. Journal of Environmental Science and Health, Part B, v. 56, n. 10, p. 869-876, 2021.
- BEZERRA, S. F.; CONCEIÇÃO, E. C.; OLIVEIRA, M. I. S.; FILIPPI, M. C. C. Otimização da produção de conídios para formulação de produto seco com *Trichoderma koningiopsis* para controle biológico do brusone em arroz. In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, 2023.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Boletim da safra de grãos: safra 2024/25 – 7º levantamento. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <https://antigo.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 8 maio 2025.
- D'ÁVILA, L. S.; FILIPPI, M. C. C.; CAFÉ-FILHO, A. C. Fungicide resistance in *Pyricularia oryzae* populations from southern and northern Brazil and evidence of fitness costs for QoI-resistant isolates. Crop Protection, v. 153, p. 105887, 2022.
- DEISING, H. B.; REIMANN, S.; PASCHOLATI, S. F. Mechanisms and significance of fungicide resistance. Brazilian Journal of Microbiology, v. 39, n. 2, p. 286–295, 2008.

ELIAS, M. T. A.; ARIEL, G. C. T. F.; BEZERRA, G. A.; SEVERINO, V. G. P.; FILIPPI, M. C. C. Supressão de brusone foliar em plantas de arroz com o uso de extratos de *Bacillus thuringiensis* e *Serratia marcescens*. In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, 2021.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Bases de dados conjunturais de arroz e feijão: série histórica de 1985 a 2018. Santo Antônio de Goiás, 2015. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 18 mar. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Rice and human nutrition. Rome, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/rice2004/en/rice4.htm>. Acesso em: 8 maio 2025.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (FRAC). FRAC recommendations for fungicide mixtures: designed to delay resistance evolution. 2010. Disponível em: <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-recommendations-for-fungicide-mixtures/frac-recommendations-for-fungicide-mixtures---january-2010.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2025.

HE, Y. et al. Biocontrol potential of a *Bacillus subtilis* strain BJ-1 against the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. Canadian Journal of Plant Pathology, v. 41, n. 1, p. 47-59, 2019.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI). Standard evaluation system for rice (SES). Los Baños: IRRI, 2002. 56 p. Disponível em: <http://www.knowledgebank.irri.org/images/docs/rice-standard-evaluation-system.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2025.

LEI, L. Y. et al. Biological control of *Magnaporthe oryzae* using natively isolated *Bacillus subtilis* G5 from *Oryza officinalis* roots. Frontiers in Microbiology, v. 14, p. 1264000, 2023.

MARSCHALEK, R. et al. Image - Rice Grain Scanner: a three-dimensional fully automated assessment of grain size and quality traits. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 17, n. 1, p. 89-97, 2017.

MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. Trichoderma: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa Soja, 2019.

NASCIMENTO, A. B. Silicato e fosfito de potássio no controle de brusone no arroz. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2019.

PAL, R.; MANDAL, D. Fungicidal management of blast disease (*Pyricularia grisea*) of rice. The Pharma Innovation Journal, v. 10, n. 6, p. 786-790, 2021.
PRABHU, A. S.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, G. B. Manejo da brusone no arroz de terras altas. Circular Técnica – Embrapa Arroz e Feijão, n. 52, p. 1-12, 2002.

SCHEUERMANN, K. K.; NESI, C. N. Controle químico de brusone e mancha parda na cultura do arroz irrigado. *Summa Phytopathologica*, v. 47, p. 168-172, 2021.

SILVA FILHO, C. A. da. Promoção de crescimento e supressão da brusone em arroz irrigado pela utilização de bactérias. 2023.

SILVA, G. B. et al. Uso do *Trichoderma* na cultura do arroz. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. (Orgs.). *Trichoderma: uso na agricultura*. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 349-361.

SOUSA, T. P. et al. Molecular identification of *Trichoderma* sp. isolates and biochemical characterization of antagonistic interaction against rice blast. *Archives of Microbiology*, v. 203, p. 3257-3268, 2021.

WOO, S. L. et al. *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *The Open Mycology Journal*, v. 8, p. 71-126, 2014.

YAN, X. et al. The transcriptional landscape of plant infection by the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae* reveals distinct families of temporally co-regulated and structurally conserved effectors. *The Plant Cell*, v. 35, n. 5, p. 1360-1385, 2023.

ZHANG, N. et al. Generic names in *Magnaporthales*. *IMA Fungus*, v. 7, n. 1, p. 155–159, 2016.