

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
CURSO DE AGRONOMIA**

**Promoção de crescimento e supressão da brusone em
arroz irrigado pela utilização de bactérias**

Carlos Antônio da Silva Filho

Goiânia
(2023)

Carlos Antônio da Silva Filho

Promoção de crescimento e supressão da brusone em arroz irrigado pela utilização de bactérias

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

Orientador: Prof. Dr. Felipe Corrêa Veloso Dos Santos

Goiânia
(2023

Carlos Antônio da Silva Filho

**Promoção de crescimento e supressão da brusone em arroz
irrigado pela utilização de bactérias**

BANCA EXAMINADORA

Presidente (Felipe Corrêa Veloso dos Santos)
PUC-GO

Membro I (Roberta Paula de Jesus)
PUC-GO

Membro II (Fábio José Gonçalves)

Aprovada em ____/____/____.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. OBJETIVO.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1 Promoção de crescimento de plantas da cultivar BRS Catiana, de arroz irrigado, pelo tratamento de sementes	11
4.2 Antagonismo <i>in vitro</i> de bactérias contra <i>Magnaporthe oryzae</i>	13
4.3 Supressão da brusone em arroz pelo tratamento com bactérias	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1. Promoção de crescimento	16
5.2 Antagonismo <i>in vitro</i> de bactérias contra <i>Magnaporthe oryzae</i>	19
5.3 Supressão da brusone em arroz pelo tratamento com bactérias	20
6. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS	24

Promoção de crescimento e supressão da brusone em arroz irrigado pela utilização de bactérias

Promotion of growth and suppression of brusone in irrigated rice by the use of bacterium

Carlos Antônio da Silva Filho
Instituição, PUC-GO, Goiânia, Goiás-GO, Brasil

RESUMO: Em um experimento realizado em ambiente controlado de laboratório foram inoculadas 25 bactérias, em cultivar de BRS Catiana. As 25 bactérias foram testadas em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições de dez plantas por copo, em areia autoclavada. Foram utilizadas as seguintes bactérias: AGL 1, AGL 2, AGL 3, AGL 4, AGL 5, AGL 6, AGL 7, AGL 8, AGL 9, AGL 10, AGL 11, AGL 12, AGL 13, AGL14, AGL15, AGL16, AGL 17, AGL 18, AGL 19, AGL 20, AGL 21, AGL 22, AGL 23, AGL 24, AGL 25. As sementes foram submersas em suspensão de bactérias e plantadas. Após 14 dias do plantio foi realizado uma aplicação rica em bactérias juntamente com uma adubação. Em placas de Petri contendo meio BDA, foi colocado o patógeno no centro da placa e, as bactérias foram riscadas à uma distância de 2,5 cm do disco fúngico as placas foram incubadas em câmara BOD por sete dias. Foram testadas 25 bactérias, controle consistiu de placas de BDA contendo apenas o disco de micélio do fungo fitopatogênico, as bactérias também foram testadas em plantas para supressão da brusone.

Palavras-chave: Patógeno, BRS Catiana, *Magnaporthe oryzae*, supressão

ABSTRACT: In an experiment conducted in a controlled laboratory environment, 25 bacteria were inoculated into the BRS Catiana cultivar. The 25 bacteria were tested in a completely randomized design with five replications of ten plants per cup in autoclaved sand. The following bacteria were used: AGL 1, AGL 2, AGL 3, AGL 4, AGL 5, AGL 6, AGL 7, AGL 8, AGL 9, AGL 10, AGL 11, AGL 12, AGL 13, AGL14, AGL15, AGL16, AGL 17, AGL 18, AGL 19, AGL 20, AGL 21, AGL 22, AGL 23, AGL 24, AGL 25. Autoclaved water was used as a control. The seeds were submerged in a bacterial suspension and planted. After 14 days of planting, a bacteria-rich application was performed along with fertilization. In Petri dishes containing BDA medium, the pathogen was placed in the center of the plate, and the bacteria were streaked at a distance of 2.5 cm from the fungal disc. The plates were incubated in a BOD chamber for seven days. Twenty-five bacteria were tested, and the control consisted of BDA plates containing only the mycelial disc of the phytopathogenic fungus.

Keywords: Pathogen, BRS Catiana, *Magnaporthe oryzae*, suppression

1. INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais consumidos no mundo, tornando as pesquisas sobre seleção de microorganismos para promoção de crescimento na cultura do arroz um tema fundamental para agricultura, uma vez que busca aprimorar a produção de arroz.

O microbioma do solo é composto por uma diversidade de microrganismos, muitos dos quais são reconhecidos por sua capacidade de estimular o crescimento de plantas e são referidos como microrganismos promotores de crescimento vegetal (CRUZ et al., 2023).

O uso de indutores de resistência, sejam eles abióticos ou bióticos, está sendo bastante utilizado como uma alternativa para aumentar a durabilidade da resistência à doença e reduzir uso indiscriminado de produtos químicos.

A utilização de microrganismos que induzem crescimento, bactérias fixadoras de nitrogênio assim como outros microrganismos pode trazer diversos benefícios para a cultura do arroz. Esses microrganismos podem aumentar absorção de nutrientes, aumentar a resistência a patógenos, melhorar a produtividade e também reduzir a necessidade de insumos químicos tornando a produção mais sustentável.

A brusone é uma doença, causada pelo fungo *Magnaporthe oryzae* em plantas de arroz. A brusone pode entrar na lavoura por diversas formas, sendo as mais comuns: através de sementes infectadas, restos culturais infectados ou inóculos trazidos pelo vento entre outros. A planta fica mais vulnerável à doença tanto na fase vegetativa quanto na parte reprodutiva. Sendo na parte vegetativa o período mais crítico entre 20 e 40 dias após o plantio (V₂ e V₅) e, na fase reprodutiva a partir da formação do cacho (R₂ a R₄) até o enchimento dos grãos.

Os fatores que podem favorecer o desenvolvimento do brusone no arroz são: Deposição de orvalho na planta, não realizar preparo correto do solo deixando restos culturais contaminados, alta densidade de plantas e adubação nitrogenada em excesso após o primórdio floral e também a uniformidade genética das cultivares.

A produtividade do arroz pode ser bastante afetada pela brusone, principalmente quando não manejada corretamente, a brusone pode causar

diminuição da área fotossintética, redução da uniformidade na emissão da panícula, aumento de espiguetas chochas e redução da produtividade.

2. OBJETIVO

Avaliar a eficiência de bactérias na promoção de crescimento, controle *in vitro* de *Magnaporthe oryzae* e supressão da brusone na cultivar de BRS Catiana de arroz.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O arroz (*Oryza sativa*) é considerado um cereal de grande relevância em países em desenvolvimento, principalmente na Ásia e Oceania, onde vivem 70% da população mundial subnutrida. A instabilidade climática durante o período de cultivo e a ocorrência de pragas e doenças, atribuem o rótulo de “uma cultura de alto risco” ao arroz, podendo reduzir a produtividade a menos de 2.000kg/ha. As principais doenças do arroz de terras altas que causam prejuízos significativos na produção e na qualidade dos grãos, em ordem decrescente de importância, são: brusone (*Magnaporthe oryzae*), mancha parda (*Bipolaris oryzae*), mancha-de-grãos (*Drechslera oryzae*), *Phoma sorghina*, *Alternaria Padwickii*, *Magnaporthe oryzae*, *Microdochium oryzae*, *Sarocladium oryzae*, além de diferentes espécies de *Curvularia*, *Nigrospora* e *Fusarium* e escaudadura (*Monographella albescens*). A disseminação de doenças pode ocorrer por vários meios, entre eles a dispersão via sementes, que resulta na introdução de patógenos em novas áreas e na redução do potencial germinativo, do vigor e consequentemente da produtividade, tornando necessária uma prévia análise da qualidade fitossanitária das sementes para avaliar o potencial impacto dos

patógenos indicar a destinação do lote de sementes ou opções de controle.

As rizobactérias são conhecidas por suprimir doenças de plantas causadas por patógenos fúngicos e promover o crescimento das plantas. A aplicação de rizobactérias em solos agrícolas traz benefícios diretos e indiretos à produção agrícola, permitindo o uso criterioso de insumos agrícolas (Lavie e Stotzky, 1986). Além de melhorar o crescimento das plantas, as rizobactérias estão diretamente envolvidas na síntese de fitohormônios, na solubilização de minerais como o fósforo e na produção de sideróforos e quelatos de ferro (GLICK et al., 1995), (BOWEN et al., 1999). Além da mineralização, as rizobactérias podem controlar patógenos de plantas e microrganismos prejudiciais por meio da produção de antibióticos e degradação da parede celular por diferentes enzimas (ANTOUN et al., 2001).

A redução da gravidade da doença em plantas por rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR) pode ocorrer por diferentes mecanismos de supressão, como competição por nutrientes, antibiose através da produção de metabólitos antimicrobianos (RAMAMOORTHY et al., 2001) e indução de resistência sistêmica (ISR) (VAN LOON et al., 2006). O processo de indução de resistência sistêmica aumenta a atividade enzimática de peroxidase (PO) e fenol oxidase (PPO), responsáveis pela catalisação da formação de lignina, e fenilalanina amônia liase (PAL), que está envolvida na biossíntese de fitoalexinas e fenóis. A indução de ISR também aumenta os lipossacarídeos, um constituinte das membranas da parede celular (LPS) (RADJACOMMARE et al., 2004). As proteínas relacionadas à patogênese (PRPs) β -1,3-glucanase e quitinase, enzimas que pertencem às famílias PR-2 e PR-3, respectivamente (VAN LOON et al., 2006), têm sido mais frequentemente relacionadas à resistência adquirida sistêmica (SAR) e, às vezes, à ISR. Todas essas enzimas têm demonstrado estar envolvidas na defesa das plantas contra patógenos em diversos patossistemas (Kini et al., 2000).

(Lucas et al. 2009) estudaram o uso de duas cepas de PGPR no manejo integrado do blast no arroz no sul da Espanha e observaram que existe uma relação direta entre a inoculação de sementes com rizobactérias e o controle da doença, melhoria no rendimento de grãos e rendimento da espiga.

A maneira tradicional de definir controle biológico de doenças de plantas é considerá-lo como o controle de um microrganismo através de outro microrganismo. Entretanto, segundo (COOK et al., 1985), definições abrangentes são atualmente aceitas pelos fitopatologistas.

(BAKER et al., 1974) definem controle biológico como a "redução da densidade de inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno ou parasita nos seus estados de atividade ou dormência, por um ou mais organismos, realizado naturalmente ou através da manipulação do ambiente, hospedeiro ou antagonista, ou pela introdução em massa de um ou mais antagonistas". Esta definição foi encurtada por (COOK et al., 1983) para: "controle biológico é a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença provocada por um patógeno, realizada por ou através de um ou mais organismos que não o homem". E os autores explicam que atividades determinantes de doenças envolvem crescimento, infectividade, virulência, agressividade e outras qualidades do patógeno, ou processos que determinam infecção, desenvolvimento de sintomas e reprodução.

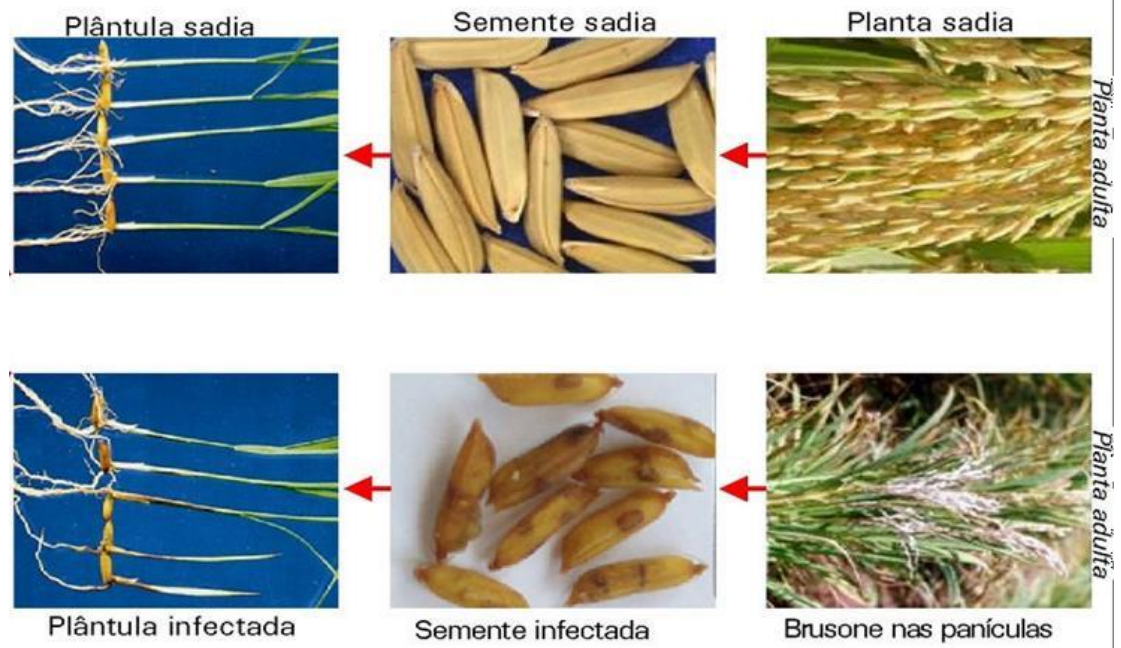
Os organismos incluem indivíduos ou populações avirulentas ou hipovirulentas dentro das espécies patogênicas; a planta hospedeira manipulada geneticamente ou por práticas culturais, ou microrganismos, para maior ou mais efetiva resistência contra o patógeno; e antagonistas dos patógenos definidos como microrganismos, que interferem na sobrevivência ou atividades determinantes de doenças causadas por patógenos. Assim, segundo (COOK et al., 1983), o controle biológico pode ser acompanhado por: práticas culturais para criar um ambiente favorável aos antagonistas e à resistência da planta hospedeira ou ambas; melhoramento da planta para aumentar resistência ao patógeno ou adequar o hospedeiro para as atividades dos antagonistas; introdução em massa de antagonistas, linhagens não patogênicas ou outros organismos ou agentes benéficos.

A ocorrência de problemas fitossanitários tem contribuído para uma menor produtividade e redução na qualidade dos grãos colhidos. Entre as principais doenças que acometem a cultura do arroz estão a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia oryzae* Cav. (Tel. *Magnaporthe oryzae* (Herb.) Couch & Kohn) e mancha parda, causada por *Bipolaris oryzae* (Haan) Shoemaker. A brusone é a doença mais severa da cultura, podendo ocorrer desde a fase de plântula até

a maturação, sendo responsável por cerca de 30% das perdas de produção de grãos de arroz em todo o mundo (Deising, H. B.; Reimann, S.; Pascholati, S. F.).

A brusone afeta a planta de arroz desde o estágio de plântula até a maturação de grãos exemplo (figura 1), e ocorre em todos os estados do Brasil aonde o cereal é plantado, do Norte, sob condições tropicais e alta pressão da doença, ao Sul, sob condições subtropicais e pouca pressão de doença. Entretanto, a incidência, isto é, o número de plantas com sintomas típicos em uma população é variável, dependendo do sistema de cultivo, das práticas agrônômicas e das condições climáticas. A temperatura ideal para o rápido desenvolvimento da brusone varia entre 20oC a 25oC, e o período mínimo de duração do orvalho (molhamento foliar) de seis a oito horas. A temperatura da superfície do globo aumentou em 0,5 oC no século XX e, de acordo com as estimativas, projeta-se um aumento de 1,5oC a 4,5oC para este século. No século passado, as temperaturas médias noturnas elevaram-se mais que as temperaturas máximas diárias e, no Rio Grande do Sul, estado que detém a maior área plantada com arroz irrigado, o aumento de temperaturas máximas e mínimas proporcionará as condições climáticas necessárias para que a brusone torne-se mais destrutiva, elegendo-se como o principal fator limitante de produção (PRABHU et al.,2008).

Figura1. Diferenças entre material não contaminado e material com a brusone.

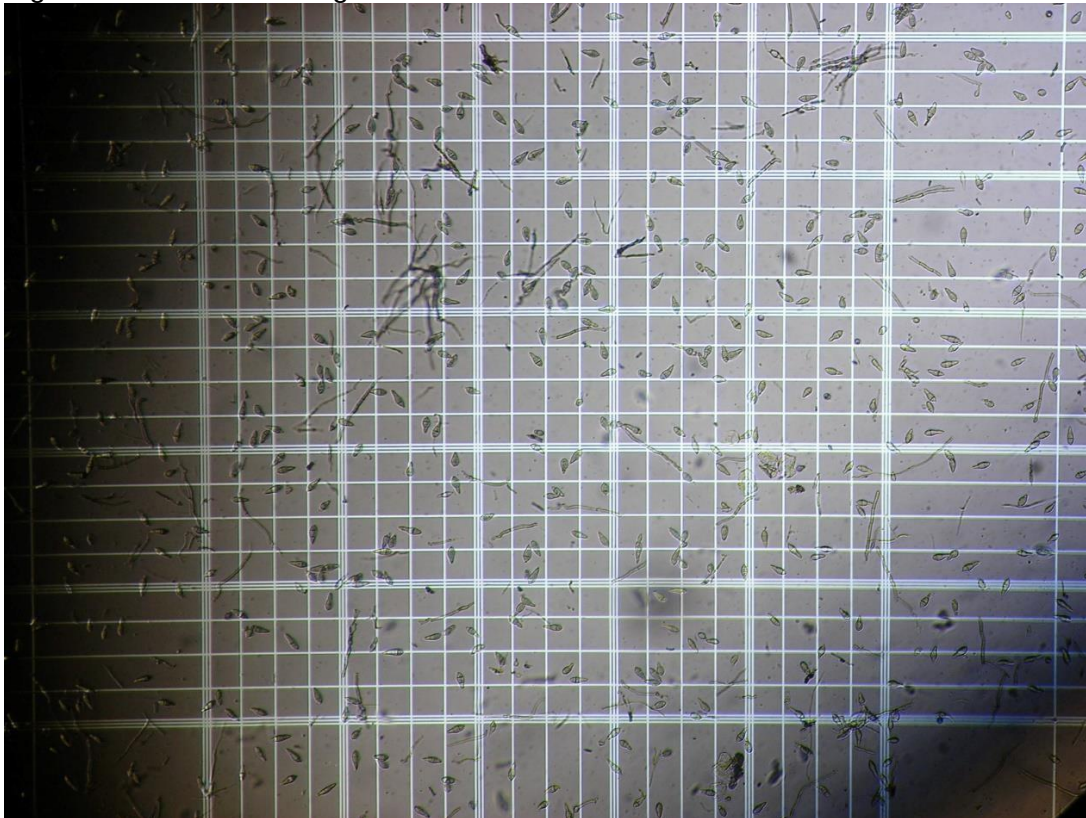


Fonte: Embrapa Arroz e feijão (2015)

Figura2. Sintoma da Bruzone na folha de arroz



Figura 3. Conídios do fungo causador da Brusone.



4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições controladas de laboratório, onde as plantas receberam mesma quantidade de água, fertilizantes e solução de bactérias ajustadas. O experimento foi conduzido em três etapas: 1) Promoção de crescimento de plantas da cultivar BRS Catiana, de arroz irrigado, pelo tratamento de sementes. 2) Antagonismo in vitro de bactérias contra *Magnaporthe oryzae*. 3) Supressão do brusone em arroz pelo tratamento com bactérias.

4.1 Promoção de crescimento de plantas da cultivar BRS Catiana, de arroz irrigado, pelo tratamento de sementes

Em placas de Petri contendo meio de cultura Agar Nutriente (AN), 25 isolados bacterianos (Tabela 01) foram colocados, individualmente, para crescimento. As placas foram incubadas a 25 ± 1 °C em câmara BOD por três dias. Decorrido este período, as placas foram lavadas com água destilada e as suspensões foram lidas em espectrofotômetro a 540 nanômetros e 0,5 de absorbância (Figura 3), padronizadas e ajustadas para concentração de 1×10^8 UFC.mL⁻¹

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos com microrganismos da coleção de microrganismos do laboratório Agrolab - laboratório análises de sementes.

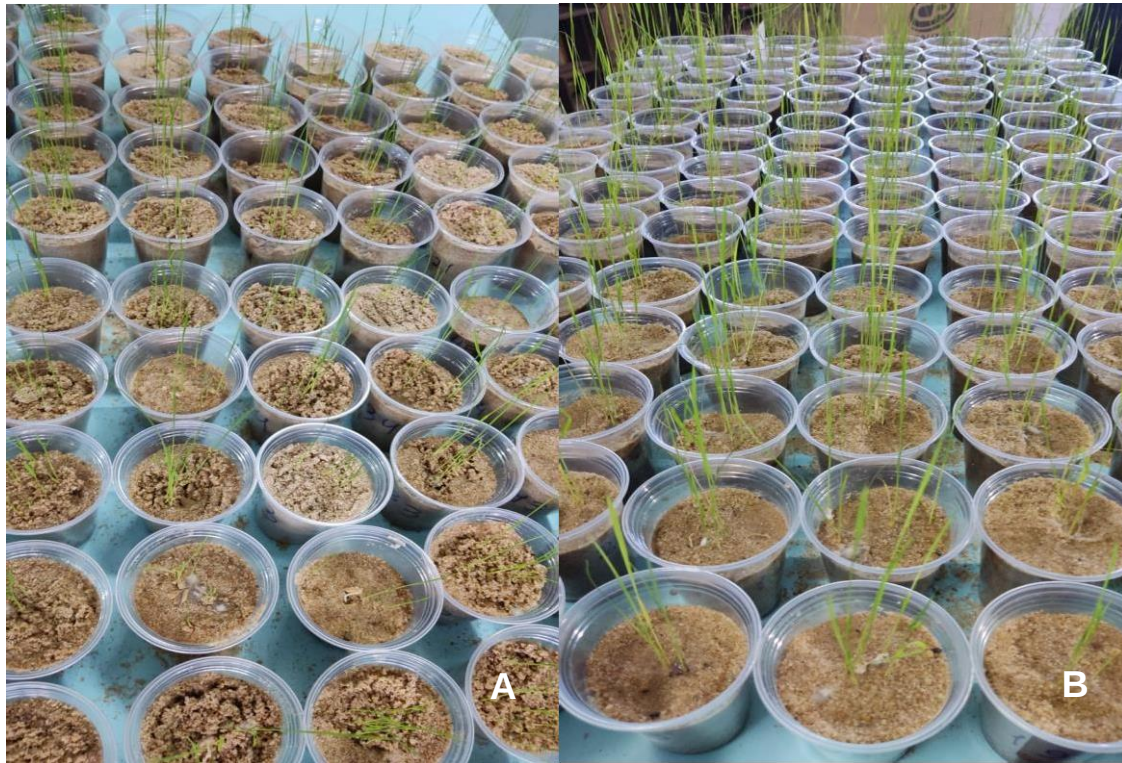
Tratamentos			
Tratamento 1	AGL 1	Tratamento 14	AGL 14
Tratamento 2	AGL 2	Tratamento 15	AGL 15
Tratamento 3	AGL 3	Tratamento 16	AGL 16
Tratamento 4	AGL 4	Tratamento 17	AGL 17
Tratamento 5	AGL 5	Tratamento 18	AGL 18
Tratamento 6	AGL 6	Tratamento 19	AGL 19
Tratamento 7	AGL 7	Tratamento 20	AGL 20
Tratamento 8	AGL 8	Tratamento 21	AGL 21
Tratamento 9	AGL 9	Tratamento 22	AGL 22
Tratamento 10	AGL 10	Tratamento 23	AGL 23
Tratamento 11	AGL 11	Tratamento 24	AGL 24
Tratamento 12	AGL 12	Tratamento 25	AGL 25
Tratamento 13	AGL 13	Tratamento 26	AGUA

Figura 3. Teste de espectrofotometria a 540 nanômetros.



Em copos plásticos de 550 ml contendo areia autoclavada, foi realizado o plantio de dez sementes previamente tratadas com as suspensões bacterianas por copo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizados com 25 tratamentos mais testemunha, tratada apenas com água e 5 repetições (Tabela 1). Além do tratamento de sementes, foi realizada uma aplicação das suspensões bacterianas 14 dias após o plantio.

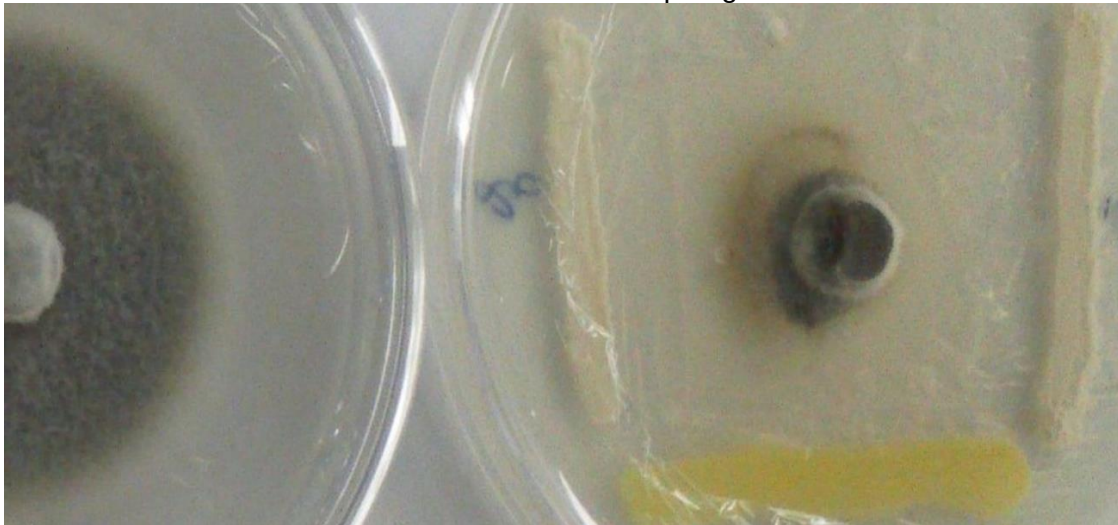
Figura 4. Plantas de arroz com nove dias após plantio apenas com o tratamento de sementes (A). Plantas arroz quatro dias após aplicação de produtos biológicos via rega (B)



4.2 Antagonismo in vitro de bactérias contra *Magnaporthe oryzae*.

Em placas de Petri contendo meio BDA, foi colocado um disco de micélio do fungo no centro da placa e, as bactérias foram riscadas à uma distância de 2,5 cm do disco fúngico (Figura 5). As placas foram incubadas a 25 ± 1 °C em câmara BOD por sete dias. Foram testadas 25 bactérias em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições. O controle consistiu de placas de BDA contendo apenas o disco de micélio do fungo fitopatogênico. A seleção dos antagonistas ocorreu em função da produção de antibiótico produzido pela bactéria, visível pelo halo de inibição formado entre os microrganismos e paralização do crescimento da colônia fúngica.

Figura 5- Na placa de Petri da esquerda o patógeno se desenvolveu já na placa da direita as bactérias inibiram o desenvolvimento do patógeno.



4.3 Supressão da brusone em arroz pelo tratamento com bactérias.

O ensaio in vivo foi realizado em condições controladas de casa laboratório, em delineamento inteiramente casualizado com 18 tratamentos (Tabela 5) e cinco repetições. Sementes da cultivar BRS Catiana foram tratadas com as suspensões bacterianas e plantadas em copos contendo solo adubado. Aos 15 dias após o plantio, foram regadas com as suspensões bacterianas e inoculação por pulverização foi realizada aos 21 dias após o plantio com uma suspensão conidial (3×10^5 esporos/ml) obtida dos isolados monospóricos de *M. oryzae* até que plantas ficaram totalmente cobertas por gotículas da suspensão de inóculo, evitando o ponto de escorrimento (FILIPPI et al., 2007).

Tabela 2 – Identificação dos tratamentos para a supressão da brusone em na cultivar BRS Catiana de arroz irrigado.

Microrganismos desafiantes			
Bactéria 1	AGL 1	Bactéria 14	AGL 14
Bactéria 2	AGL 2	Bactéria 15	AGL 15
Bactéria 3	AGL 3	Bactéria 16	AGL 16
Bactéria 4	AGL 4	Bactéria 17	AGL 17
Bactéria 5	AGL 5	Bactéria 18	AGL 18
Bactéria 6	AGL 6	Bactéria 19	AGL 19
Bactéria 7	AGL 7	Bactéria 20	AGL 20
Bactéria 8	AGL 8	Bactéria 21	AGL 21
Bactéria 9	AGL 9	Bactéria 22	AGL 22
Bactéria 10	AGL 10	Bactéria 23	AGL 23
Bactéria 11	AGL 11	Bactéria 24	AGL 24
Bactéria 12	AGL 12	Bactéria 25	AGL 25
Bactéria 13	AGL 13	Água	AGL 26
<i>Magnaporthe oryzae</i>			py

Figura 6- Plantas de arros contaminadas com brusone.



Para o antagonismo in vitro, foi observada cada placa de Petri para ver quais bactérias foram eficientes na contenção do desenvolvimento do isolado de *Magnaporthe oryzae* observado pela presença de halo de inibição.

Para o a supressão da brusone, nove dias após a inoculação, a reação das plantas à brusone foi avaliada nas folhas, utilizando uma escala visual de notas de 0 a 9, baseando-se no tipo de reação. Os tipos de reações variando de 0 a 3 são consideradas como resistentes ou incompatíveis e de 4 a 9 como suscetíveis ou compatíveis (INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 1988).

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância no programa Sisvar e as médias comparadas pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Promoção de crescimento

Foram observadas diferenças estatísticas significativas para as variáveis tamanho de parte aérea (Tabela 3) e tamanho de raiz (Tabela 4).

Tabela 3- Médias para comprimento de parte aérea de plantas de arroz tratadas com produtos biológicos.

Tratamento	Médias	Tratamento	Médias
ÁGUA	17,4 a	AGL 23	23,6 b
AGL 22	18,7 a	AGL 11	22,0 b
AGL 4	19,3 a	AGL 15	24,1 b
AGL 2	20,0 a	AGL 18	24,1 b
AGL 17	20,3 a	AGL 6	24,1 b
AGL 5	21,0 a	AGL 13	24,3 b
AGL 3	21,3 a	AGL 20	24,7 b
AGL 1	21,5 a	AGL 9	24,8 b
AGL 24	21,8 a	AGL 8	24,8 b
AGL 19	21,8 a	AGL 10	25,0 b
AGL 25	22,6 a	AGL 16	25,1 b
AGL 12	22,3 a	AGL 14	26,0 b
AGL 21	23,4 b	AGL 7	26,6 b
C.V. 12,64%			

Das 25 bactérias utilizadas no presente estudo, 14 foram eficientes no aumento do tamanho das plantas de arroz (Figura 7), diferindo estatisticamente da testemunha e demais bactérias. Estudo realizado por Ozório Filho et. al. (2006) utilizando oito isolados bacterianos demonstraram que os rizóbios estudados aumentaram a produção de matéria seca da parte aérea da cultivar IRGA 424, uma cultivar de arroz irrigado.

Os autores concluíram que estas bactérias estimulam o crescimento das plantas de arroz, e possibilitam diminuir as doses de nitrogênio aplicadas nessa cultura. Diante do exposto, os isolados bacterianos testados no presente trabalho podem ser utilizados em trabalhos futuros para solubilização de Nitrogênio e outros nutrientes.

Tabela 4 - Médias para comprimento das raízes de arroz tratadas com produtos biológicos.

Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
AGL 11	9,3 a	AGL 19	15,5 b
ÁGUA	10,9 a	AGL 7	15,5 b
AGL10	12,6 a	AGL 22	15,7 b
AGL4	12,9 a	AGL 24	16,1 b
AGL 15	13,4 a	AGL 18	16,2 B
AGL 2	13,8 a	AGL 20	16,3 B
AGL 9	13,8 a	AGL 23	16,7 B
AGL 8	13,9 a	AGL 14	16,8 B
AGL 12	14,1 a	AGL 5	17,1 B
AGL16	14,2 a	AGL 3	17,2 B
AGL 1	14,7 a	AGL 6	17,3 B
AGL 17	14,7 a	AGL 21	17,6 B
AGL 25	15,3 b	AGL13	17,7 B
C.V 20,1%			

Na figura 7- (A) do lado esquerdo a testemunha e do lado direito a planta tratada com AGL 21, na foto (B) do lado esquerdo a testemunha e do lado direito tratamento com AGL 6, e na foto (C) esquerda a testemunha e do lado direito tratamento AGL 25.

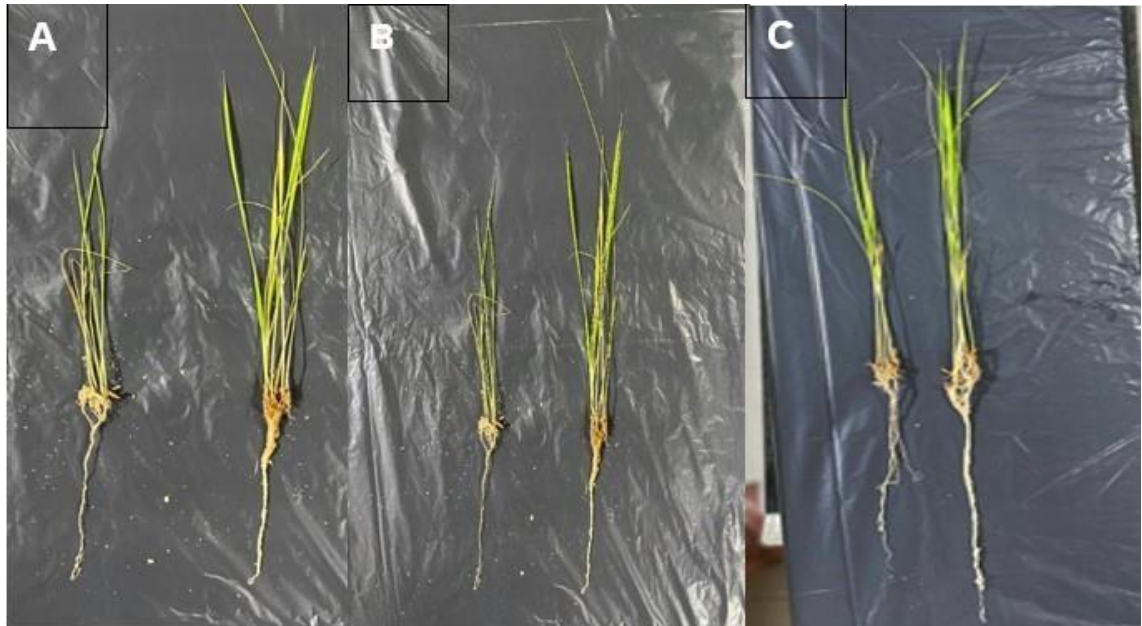
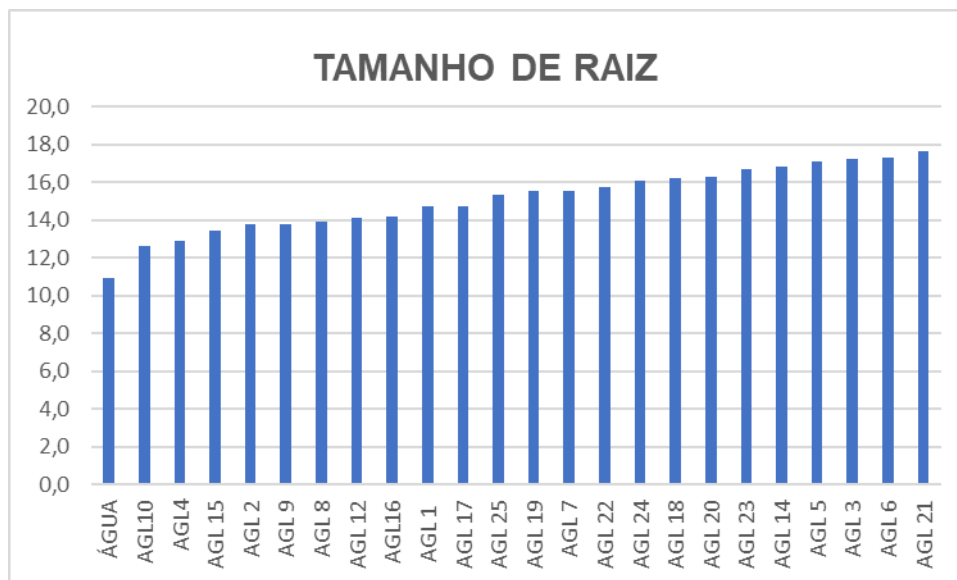


figura 8- Gráfico tamanho de raiz.



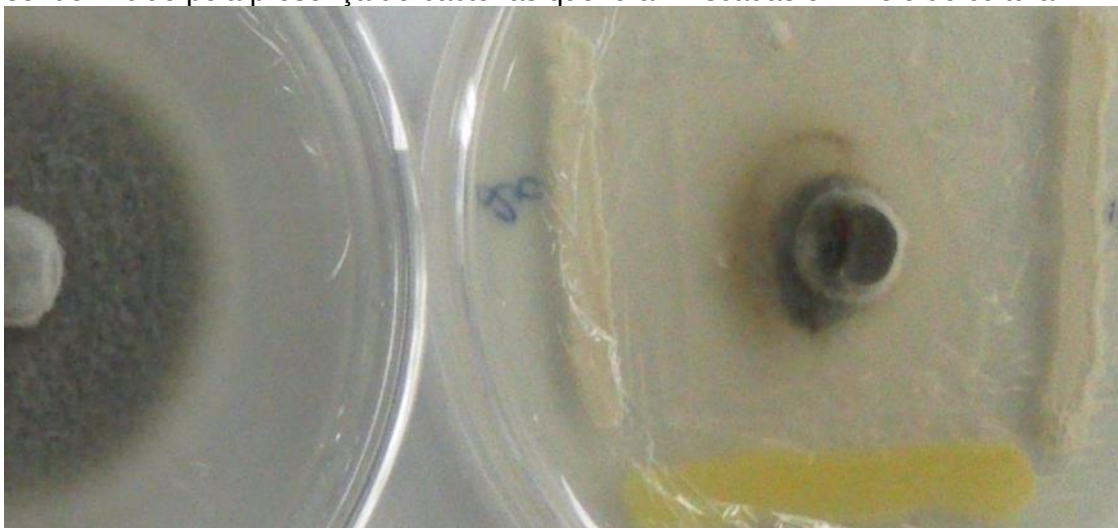
Das 25 bactérias utilizadas no presente estudo, 13 foram eficientes no aumento do tamanho das raízes de arroz, diferindo estatisticamente da testemunha e demais bactérias. O aumento do tamanho de raiz é benéfico pra planta pois permite a planta buscar água e nutrientes em maior profundidade e aumenta a sustentação da planta.

5.2 Antagonismo *in vitro* de bactérias contra *Magnaporthe oryzae*.

Foi observado que das 25 bactérias testadas, quando confrontadas com o patógeno, 16 foram capazes de inibir o seu desenvolvimento na placa de Petri. A seleção dos antagonistas ocorreu em função da produção de toxina produzida pela bactéria, visível pelo halo de inibição formado entre os microrganismos e paralização do crescimento da colônia fúngica.

Um estudo realizado por Sabrina Hols et. al. (2017) avaliaram o antagonismo *in vitro* de isolados de rizobactérias para controle do patógeno *Pyricularia graminis-tritici* causador da brusone no trigo. O estudo foi realizado com 11 bactérias dentre elas, bactérias do gênero *Bacillus* e *Azospirillum*. Os autores concluíram que o *Bacillus* sp. proporcionou a maior inibição do crescimento micelial do patógeno, além de isolados de *Enterobacter* e *Delftia*. No presente estudo, as bactérias ainda não foram identificadas, porém, é provável a presença de *Bacillus* entre eles.

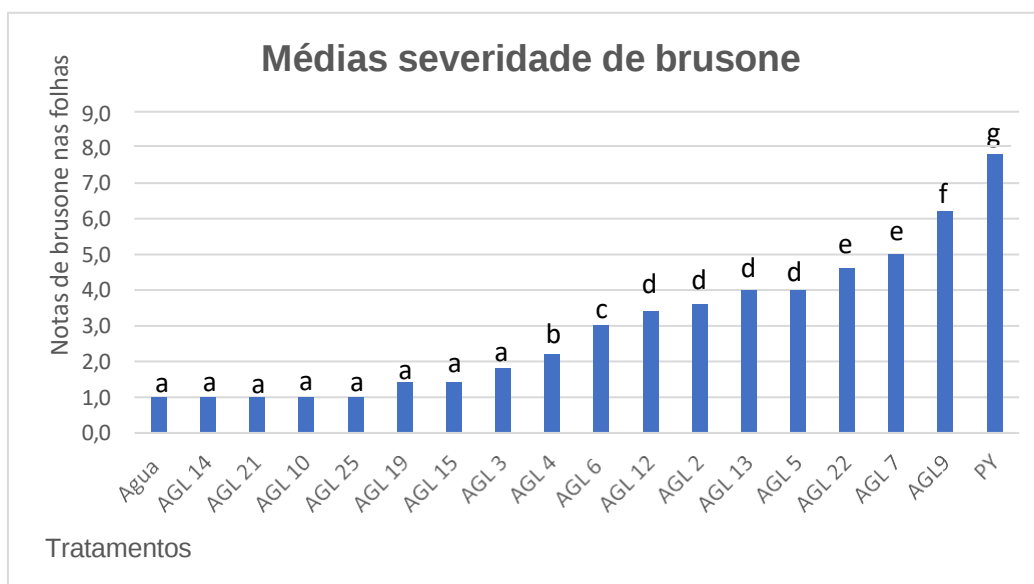
Figura 9 - Halo de inibição formado entre isolados bacterianos e fungo patogênico. A placa da direita ilustra o crescimento do patógeno em placa de Petri contendo meio BDA, sem a presença de bactérias. A placa da esquerda ilustra o mesmo patógeno sendo inibido pela presença de bactérias que foram riscadas em meio de cultura.



5.3 Supressão da brusone em arroz pelo tratamento com bactérias.

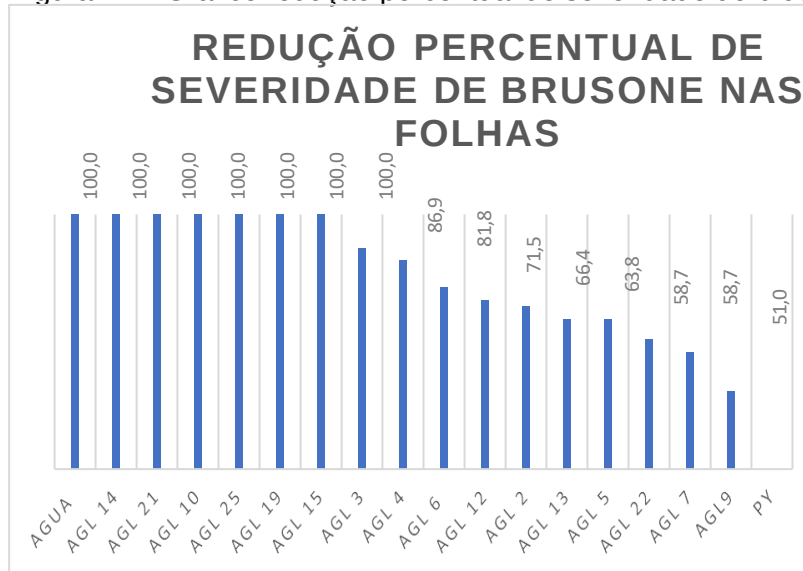
Foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Das 16 bactérias testadas neste estudo, todas diferiram estatisticamente da testemunha positiva (inoculação apenas com o patógeno). Porém, nem todas as bactérias foram capazes de impedir o avanço da doença nas plantas inoculadas (Figura 10).

Figura 10 - Médias de severidade da brusone em plantas submetidas ao tratamento com bactérias. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott ($P < 0,05$)



Os tratamentos realizados com as bactérias AGL 14, AGL 21, AGL 10, AGL 25, AGL 19 AGL 15 AGL 3, AGL 4, e AGL6 foram classificados como os melhores tratamentos por reduzir significativamente a severidade da brusone nas folhas do arroz. Dentre elas, os tratamentos: AGL 14, AGL 21, AGL 10, AGL 25, AGL 19 AGL 15 AGL 3 que, estatisticamente, não diferiram do controle negativo (água). Neste tratamento espera-se que não haja nenhum sintoma da doença, uma vez que as plantas foram inoculadas apenas com água. Portanto, as plantas que foram tratadas com alguma dessas bactérias não apresentaram nenhum sintoma causado pela brusone.

Figura 11 – Gráfico redução percentual de severidade de brusone nas folhas.



Os microrganismos: AGL14, AGL 21, AGL 10, AGL 25, AGL 19, AGL 15 reduziram em 100% a severidade da brusone nas folhas do arroz, já o tratamento AGL 3 e AGL 4 apresentaram redução superior a 80%, AGL 6 reduziu a severidade do patógeno em 71,5%, AGL 2 e AGL 12 apresentaram redução superior a 60%. AGL 5 e AGL 13 apresentaram a mesma redução, AGL 22 diminuiu em 51% os danos causados pela brusone enquanto AGL 7 e AGL 9 apresentaram redução inferior a 50%. O tratamento inoculado com água não

teve danos causados por Brusone pois as plantas não tiveram contato com o patógeno. Estes resultados demonstram a eficácia desses microrganismos para controle da brusone nas folhas quando conduzido experimento em ambiente controlado. Estudos futuros podem ser conduzidos a fim de se verificar a eficácia destes mesmos microrganismos em condições de campo. Por ser considerada a principal doença do arroz, a redução da severidade desta doença por microrganismos é uma estratégia que pode ser inserida no manejo da cultura, uma vez que existem vários trabalhos que relatam que microrganismos utilizados na agricultura, além de não deixar resíduos tóxicos, são seguros, mais baratos que produtos químicos e podem aumentar a produtividade.

Um estudo realizado por (RÊGO et. al. 2013) onde foi usado agentes biológicos sobre a brusone das panículas do arroz em campo Todos os tratamentos diferiram significativamente do controle na redução SBP. Plantas originadas de sementes tratadas com os supressores de doença *P.fluoresces*, *B. pyrrocinia* + *P. fluoresces*+ *T. asperellum*, e *B. pyrrocinia*, apresentaram redução de 39, 26, 22, 14 % na severidade da brusone em relação ao controle. No presente estudo, as bactérias ainda não foram identificadas, mas também reduziram a severidade da brusone no arroz.

6. CONCLUSÃO

- Dentre as 25 bactérias testadas 14 delas foram eficientes no aumento do tamanho das plantas da cultivar BRS Catiana, diferindo estatisticamente da testemunha e demais bactérias.
- Antagonismo *in vitro* de bactérias contra *Magnaporthe oryzae*. Dentre as bactérias avaliadas 16 inibiram o desenvolvimento do patógeno em placa de Petri.
- Os tratamentos com as bactérias AGL 14, AGL 21, AGL 10, AGL 25, AGL 19 AGL 15 AGL 3, AGL 4, e AGL6 foram classificados como os melhores tratamentos por reduzir significativamente a severidade da brusone nas folhas do arroz.
- Os microrganismos: AGL14, AGL 21, AGL 10, AGL 25, AGL 19, AGL 15 reduziram em 100% a severidade da Brusone nas folhas de arroz.

REFERÊNCIAS

DE FILIPPI, Marta Cristina Corsi et al. Brusone no arroz. 2015.

DE FILIPPI, Marta Cristina Corsi et al. Incidência de brusone (*Magnaporthe oryzae*) na cultura do arroz. 2015.

FILIPPI, Marta Cristina C. et al. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. *Biological control*, v. 58, n. 2, p. 160-166, 2011.

BETTIOL, Wagner et al. Controle biológico de doenças de plantas. 1991.

RÊGO, MCF; ALMEIDA, C. M. Controle biológico. 1998.

OSORIO FILHO, Benjamin Dias et al. Promoção de crescimento de arroz por rizóbios em diferentes níveis de adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, v. 46, p. 478-485, 2016.

OLIVEIRA, Samanta Cristiene de et al. Resistência cruzada aos fungicidas IQo azoxistrobina e piraclostrobina no patógeno da brusone do trigo *Pyricularia oryzae* no Brasil. *Summa Phytopathologica*, v. 41, p. 298-304, 2015.

SCHEUERMANN, Klaus Konrad; NESI, Cristiano Nunes. Controle químico de brusone e mancha parda na cultura do arroz irrigado. *Summa Phytopathologica*, v. 47, p. 168-172, 2021.

DE SOUZA¹, Alan Carlos Alves et al. Supressão da Brusone Foliar em Arroz com o Uso de Controle Químico e Biológico. 2019.

BR Glick *Canadian journal of microbiology* 41 (2), 109-117

TEIXEIRA, Nara Cristina et al. Levantamento dos principais patógenos de importância econômica encontrados em sementes de arroz. 2016.

ARROZ irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Santa Maria, RS: SOSBAI, 2014. 189 p.

CHAIBUB, A. A. Supressão de brusone nas folhas de arroz com *Cladosporium cladosporioides*. 2014. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PASINI, M. P. B. Arroz irrigado - desenvolvimento da planta. 2013.

PRABHU, A. S. Epidemiologia da brusone do arroz.
Trabalho apresentado no II Curso de Pesquisa e Produção de Arroz, Goiânia, 1985.

RAMOS, L. N. Estrutura populacional e parâmetros epidemiológicos de isolados de *Magnaporthe grisea* (Barr). 2009. 139 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SUHADOLNIK, M. L. Variabilidade dos genes Avr no fungo causador do brusone do arroz. 2014. variabilidade-dos-genes-avr-no-fungo- causador-do-brusone-do-arroz.

TEBEEST, D. O.; GUERBER, C.; DITMORE, M. Brusone (Piriculariose, pt) do arroz. 2007.

CRUZ, Paloma Soares Novello et al. Estilo de aprendizagem e percepção do ambiente educacional de universitários da área biológica e da saúde. **International Journal of Education and Health**, v. 7, p. e4809-e4809, 2023.

GALTON, Clare J. et al. Differing patterns of temporal atrophy in Alzheimer's disease and semantic dementia. **Neurology**, v. 57, n. 2, p. 216-225, 2001.

RAMAMOORTHY, V. et al. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. **Crop protection**, v. 20, n. 1, p. 1-11, 2001.

VAN LOON, Leendert C.; REP, Martijn; PIETERSE, Corné MJ. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. **Annu. Rev. Phytopathol.**, v. 44, p. 135-162, 2006.

JAIN, Bharat A.; KINI, Omesh. Does the presence of venture capitalists improve the survival profile of IPO firms?. **Journal of Business Finance & Accounting**, v. 27, n. 9-10, p. 1139-1183, 2000.

MALDANER, Ivan Carlos et al. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciencia rural**, v. 39, p. 1356-1361, 2009.

MORIN, Ryan D. et al. Application of massively parallel sequencing to microRNA profiling and discovery in human embryonic stem cells. **Genome research**, v. 18, n. 4, p. 610-621, 2008.