



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

EDUARDO RAFAEL TIMM

**TRATAMENTOS BIÓTICOS E ABIÓTICOS EM SEMENTES DE DUAS
CULTIVARES DE ARROZ**

CERRO LARGO – RS
2022

EDUARDO RAFAEL TIMM

**TRATAMENTOS BIÓTICOS E ABIÓTICO EM SEMENTES DE DUAS CULTIVARES
DE ARROZ**

Trabalho apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia, para a aprovação na disciplina de TCC II.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Juliane Ludwig

CERRO LARGO - RS

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Timm, Eduardo Rafael

TRATAMENTOS BIÓTICOS E ABIÓTICOS EM SEMENTES DE DUAS CULTIVARES DE ARROZ / Eduardo Rafael Timm. -- 2022.

27 f.

Orientadora: Doutora Juliane Ludwig

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -

Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2022.

1. Arroz. 2. Germinação de sementes. 3. Tratamentos bióticos e abióticos. I. Ludwig, Juliane, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

EDUARDO RAFAEL TIMM

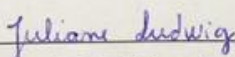
TRATAMENTOS BIÓTICOS E ABIÓTICOS EM SEMENTES DE DUAS
CULTIVARES DE ARROZ

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

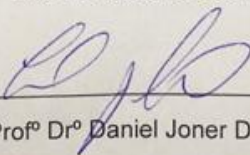
Orientador: Profª Drª Juliane Ludwig

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
24/08/2022

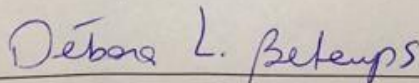
BANCA EXAMINADORA



Profª Drª Juliane Ludwig- UFFS



Profº Drº Daniel Joner Daroit- UFFS



Profª Drª Débora Leitzke Betemps- UFFS

RESUMO

O arroz é uma das culturas mais importantes, contribuindo com a alimentação de grande parte da população brasileira e mundial. Entre os fatores que interferem na cultura destaca-se a dependência da mesma pela adubação nitrogenada bem como o controle ineficiente de doenças. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi de verificar o efeito dos tratamentos com produtos bióticos a base de *Bacillus amyloliquefaciens* isolado BV03 (No-Nema[®]) e *Trichoderma harzianum* (Stimucontrol[®]), além de um ativador abiótico de resistência (produto a base de fosfito de potássio) e do tratamento químico (Standak Top[®]) aplicado em sementes de arroz das cultivares IRGA 431CL e a IRGA 424RI sobre o índice de velocidade de germinação, comprimento de raízes e parte aérea, massa seca de raízes e parte aérea. O experimento foi realizado no laboratório de Fitossanidade da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Cerro Largo. Os tratamentos foram aplicados diretamente nas sementes, seguindo a dose recomendada pelo fabricante na bula dos produtos, e a sementes distribuídas em rolos de papel de germinação. Para avaliação do índice de velocidade de germinação, diariamente foram contabilizadas o número de plântulas germinadas, e, após sete dias foi medido o comprimento de raízes e parte aérea e determinando o peso seco de ambas as partes. O tratamento utilizando o ativador de resistência a base de fosfito se mostrou mais eficaz, proporcionando efeito estimulante no crescimento de plântulas e massa seca de raízes e parte aérea nas cultivares avaliadas.

Palavras-chave: Germinação; Fosfito de potássio; *Oryza sativa*.

ABSTRACT

The purpose of this work is to highlight the most effective treatment under the parameters evaluated (emergence, vigor, root length, aboveground length and dry mass) in rice seeds of the cultivars IRGA 431 CL, and IRGA 424 RI. The treatments used were a control (T1), bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* (T2), fungus *Trichoderma harzianum* (T3), abiotic activator of resistance based on potassium phosphite (T4), and a chemical treatment Standak Top® (T5). The study was carried out in the phytopathology laboratory of the Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo campus, and conducted over a 7-day period. The treatment made with the phosphite-based resistance activator proved to be more effective, providing a stimulating effect on seedling growth and dry mass of roots and aerial part in the cultivars evaluated. Thus, presenting potentialities when seeking improvement in the fields of agricultural production.

Keywords: Germination; Potassium phosphite; *Oryza sativa*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura do arroz.....	4
2.2 Patógenos em arroz.....	4
2.3 O gênero <i>Trichoderma</i>.....	5
2.4 Bactérias promotoras de crescimento.....	5
2.5 Ativadores abióticos de resistência.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5 CONCLUSÕES.....	16
REFERÊNCIAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

O arroz atende pessoas com alto ou baixo poder aquisitivo, respondendo por 20% das calorias, tendo grande relevância e significado estratégico na solução de questões de segurança alimentar. É a segunda maior cultura de grãos plantada no mundo, com uma área de aproximadamente 161 milhões de hectares (SOSBAI, 2018). No Brasil, na safra de 2021/22, a produção reduziu em 8,2% em relação à safra 2020/21, atingindo 10,8 milhões de toneladas, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior produtor nacional, respondendo por cerca de 70% da produção total do Brasil (CONAB, 2022).

Vários fatores interferem na produtividade da cultura de arroz, entre eles destaca-se a dependência da fertilização com nitrogênio. A fixação biológica de nitrogênio é tida como uma alternativa para a substituição parcial do adubo nitrogenado, proporcionando maior sustentabilidade à cultura. Além da associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, a cultura do arroz associa-se com bactérias capazes de promover o crescimento de plantas, seja pelo controle de doenças, síntese de fitormônios ou solubilização de fosfato e potássio (MARTINI et.al., 2014).

O estudo das interações entre planta e microrganismos vem aumentando com o decorrer dos últimos anos, tendo como intuito compreender os diversos fatores envolvidos para a seleção de linhagens eficientes na promoção de crescimento das grandes culturas (FERREIRA et.al., 2014). Dentre os agentes de biocontrole mais estudados destaca-se o gênero *Trichoderma*, o qual pode, pela produção de metabólitos com diferentes atividades, promover o crescimento das plantas e inibir o crescimento de patógenos de plantas por meio de ação direta ou induzindo resistência sistêmica da planta hospedeira (RAMADA; LOPES; ULHOA, 2019). Da mesma forma, espécies de *Bacillus* apresentam potencial de uso para o biocontrole de patógenos do arroz (NASCIMENTO, 2010) podendo ser utilizadas como defensivo biológico eficiente no manejo integrado, além de proporcionar segurança ao agricultor e ao meio ambiente (NASCIMENTO, 2009).

A qualidade fisiológica das sementes, com ou sem tratamento, é rotineiramente avaliada pelo teste de germinação, que possibilita ao lote expressar sua máxima germinação sob condições favoráveis. Para a obtenção de rendimentos elevados é

necessário o uso correto de sementes de alta qualidade que pode ser expressa por atributos como a pureza física, genética, qualidade sanitária e fisiológica (KRÜGER et al., 2012).

Diante desse cenário, objetivou-se verificar o efeito no vigor, comprimento de raízes e parte aérea, e massa seca de raízes e parte aérea, dos tratamentos com produtos bióticos a base de *Bacillus amyloliquefaciens* isolado BV03 (No-Nema®) e *Trichoderma harzianum* (Stimucontrol®), além de um ativador abiótico de resistência (produto a base de fosfito de potássio) e do tratamento químico (Standak Top®) aplicado em sementes de arroz das cultivares IRGA 431CL e a IRGA 424RI.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO ARROZ

O arroz (*Oryza sativa*) pertence à família Poaceae, é uma gramínea anual, classificada no grupo de plantas C3, adaptada a ambientes aquáticos. É uma importante cultura agrícola, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor do Brasil (XAVIER, 2021). O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de arroz do mundo e a maior parcela de sua produção é proveniente dos ecossistemas de várzeas (NUNES, 2022).

Considerado um alimento presente diariamente na mesa da grande maioria dos cidadãos brasileiros, pode-se dizer que é a cultura mais adaptável às diferentes condições climáticas e de solo, por isso apresenta grande potencial para combater a fome no mundo (PATRICIO, 2022). Pelo seu alto teor de amido, este grão constitui uma fonte de energia e também fornece proteínas, lipídios, vitaminas e minerais para quem o consome (WALTER et al., 2008).

Em função dessa grande demanda, a quantidade de arroz produzida precisa ser cada vez maior. Por outro lado, a produtividade do arroz é influenciada por uma série de fatores, entre eles doenças fúngicas, que podem levar a uma redução na produtividade e na qualidade fisiológica e sanitária das sementes. As doenças foliares e manchas dos grãos podem comprometer o rendimento de grãos em até 42,10% (DALLAGNOL et. al., 2006).

2.1.1 PATÓGENOS EM ARROZ

Na região Sul do Brasil, diversas doenças afetam as lavouras de arroz irrigado, afetando a produtividade e a qualidade dos grãos colhidos. Dentre elas, se destaca a brusone causada por *Pyricularia oryzae* Cavara (anamorfo); *Magnaporthe oryzae* B. Couch (telemorfo), cujos danos podem comprometer a produção agrícola em até 100%, em anos em que condições são favoráveis ao adoecimento. Em locais sem

histórico da doença e em anos com condições ambientais desfavoráveis para o seu aparecimento, seus efeitos são menores e podem até passar despercebidos pelo produtor (SOSBAI, 2018).

Os fungos *Alternaria alternata*, *Cladosporium sp.*, *Epicoccum sp.*, *Curvularia spp.*, *Fusarium sp.* e *Nigrospora oryzae* são muito comuns em sementes de arroz, embora sejam de baixa patogenicidade e raramente sejam responsáveis por má germinação ou baixo vigor das plântulas, apesar de serem comumente listados como parte do complexo que causa a descoloração das sementes de arroz (MALAVOLTA et. al., 2007).

Outras doenças com menor potencial de prejuízo econômico, de aparecimento comum nas folhas e freqüentes nos últimos anos nas regiões produtoras do RS e SC são: mancha marrom (*Bipolaris oryzae*), mancha manchada (*Cercospora janseana* = *C. oryzae*) e folhas escaldadas ou queimadas (*Gerlachia oryzae* = *Microdochium oryzae*; *Monographella albescens* (Thüm.) forma perfeita). As maiores severidades das duas primeiras doenças são observadas em solos assentados e / ou de baixa fertilidade, principalmente em potássio. Este último é mais favorecido quando as plantas apresentam maior desenvolvimento da parte aérea, muitas vezes por excesso de fertilização com nitrogênio, em ambiente semelhante às condições em que ocorre o míldio (SOSBAI, 2018).

O manejo integrado das doenças do arroz permite o controle sustentável das doenças. Esse manejo integra resistência genética, tratos culturais, controle químico e biológico. Para que o manejo integrado seja implementado com sucesso, variedades geneticamente resistentes, contendo genes de resistência diferentes e eficazes devem ser liberadas periodicamente de acordo com a população do patógeno (BRANDÃO et.al., 2019). Dentre os biocontroladores e promotores de crescimento vegetal, se destacam espécies dos gêneros *Trichoderma* e *Bacillus*.

2.3 O GÊNERO *Trichoderma*

Trichoderma são onipresentes em solos naturais e agrícolas em todo o mundo. São excelentes competidores por recursos espaciais e nutricionais, pelo fato de

estarem presentes em quase todos os solos e em muitas fontes de matéria orgânica, onde atuam como excelentes decompositores de material vegetal e fúngico. Além disso, muitas espécies de *Trichoderma* exibem grande versatilidade metabólica, permitindo-lhes usar várias fontes de carbono e nitrogênio (MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019). Também podem cooperar com a agricultura em vários aspectos básicos, como melhorar a eficiência do uso do nitrogênio, promover o desenvolvimento e a produtividade das plantas e reduzir os efeitos do estresse salino (BETTIOL; SILVA; CASTRO, 2019).

Fungos do gênero *Trichoderma* spp. não são microrganismos endofíticos frequentemente associados a plantas, especificamente em arroz. Observa-se que ao interagir com plantas, há uma comunicação multicelular a qual promove a ramificação das raízes e aumenta a absorção de nutrientes por meio da liberação de auxinas, peptídeos, metabólitos voláteis e não voláteis, contribuindo para o crescimento e o rendimento da planta (SILVA et.al., 2019). A capacidade de colonizar a rizosfera das plantas é um ponto chave no processo, pois os agentes de controle biológico que não possuem a capacidade de crescer na rizosfera, não serão capazes de competir por espaço e nutrientes (MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019).

Nos últimos anos, a popularidade do controle biológico tem aumentado, sendo o desenvolvimento de produtos a base desses agentes, prioridade para algumas agências de fomento bem como para algumas instituições de pesquisa e empresas de defensivos agrícolas (BETTIOL; SILVA; CASTRO, 2019). Tal fato pode ser observado através do crescimento do setor, segundo a Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológicos (ABCBio), de 20% ao ano (DALACOSTA et.al., 2019).

Vale ressaltar que, em muitos patossistemas, o uso de produtos químicos não é eficiente, por exemplo, em doenças radiculares de plantas, porque o fungicida não se transloca pelo floema e a aplicação foliar não atinge os objetivos biológicos. Da mesma forma, a estrutura de resistência de certos patógenos (como escleródios) não é adequadamente controlada ou afetada pela aplicação de fungicidas químicos (DALACOSTA et.al., 2019). Visando essa lacuna, destaca-se o *Trichoderma*, o qual pode produzir metabólitos com diferentes atividades, promovendo o crescimento das plantas e inibindo o crescimento de patógenos de plantas por meio de ação direta ou

induzindo resistência sistêmica da planta hospedeira (RAMADA; LOPES; ULHOA, 2019), podendo ainda levar a respostas fisiológicas positivas relacionadas a alterações nos sinais das vias dos hormônios vegetais, como por exemplo o ácido indol-3-acético (AIA), resultando em aumentos da área de superfície, do número de raízes e de pêlos absorventes (SILVA et.al., 2019).

Trichoderma é conhecido por possuir o maior número de enzimas hidrolíticas do reino fúngico e um poderoso sistema de reparo celular que permite seu crescimento em condições adversas. A exploração da capacidade de *Trichoderma* de atacar outros fungos possibilita o desenvolvimento de diversos agentes de controle biológico com eficácia comprovada em diferentes sistemas de produção. Nos últimos anos, estudos que descrevem a promoção do crescimento vegetal e o maior estímulo a germinação de sementes por *Trichoderma* têm se tornado frequentes. O uso eficaz do controle biológico com esse agente depende da capacidade de selecionar as melhores linhagens e estabelecer as melhores condições de uso (MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019).

2.4 BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO

Em meio aos gêneros mais analisados como agentes de controle biológico estão *Bacillus* e *Pseudomonas*. Contudo, um amplo número de bactérias proporciona antagonismo contra múltiplos tipos de fungos e bactérias patogênicas. Com a ajuda da engenharia genética, novos meios de controle biológico vêm sendo desenvolvidos a partir de bactérias endofíticas (MELO, 2017). Bactérias endofíticas podem apresentar mecanismos que estimulem o crescimento vegetal, acarretando em um aumento do sistema radicular e desenvolvimento da massa foliar (STOPILHA; LANA FILHO, 2014). Esses microrganismos estão presentes em todas as espécies vegetais, em estado de latência ou invadindo ativamente os tecidos de forma local ou sistêmica. (MELO, 2017).

Além disso, muitas estirpes são classificadas como Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (RPCVs), as quais interagem benéficamente com

espécies vegetais e podem ser uma alternativa importante e sustentável para melhorar o crescimento inicial e a produção vegetal (SOUSA et. al., 2019).

Bactérias promotoras de crescimento de plantas têm o potencial para serem utilizados como para ser usado como biofertilizantes para o benefício de diferentes culturas de interesse agrícola. O uso de linhagens nativas poderia ser um uma alternativa viável para o uso indiscriminado de produtos químicos no cultivo do arroz. Conhecimento de metodologias para seu isolamento e identificação, assim como os principais mecanismos de ação mecanismos que podem beneficiar a planta, permitirá melhor gerenciamento desses microrganismos e sua interação com a cultura do arroz (RIVES et al., 2007).

Uma das estratégias para aumentar a eficiência do controle biológico de doenças, utilizada atualmente, é a combinação de microrganismos. As combinações de rizobactérias, quando utilizadas para microbiolizar sementes de arroz, aumentam o espectro de ação no controle dos patógenos *Rhizoctonia solani* e *Meloidogyne graminicola* e permitem o biocontrole associado à promoção do crescimento (SOUZA JUNIOR et. al., 2010).

2.5 ATIVADORES ABIÓTICOS DE RESISTÊNCIA

O fosfito, apesar de ser registrado como fertilizante foliar, aparentemente tem um duplo papel no controle de doenças de plantas, atuando tanto diretamente sobre patógenos quanto indiretamente nas plantas, induzindo respostas de defesa das plantas. Sua aplicação geralmente é por via foliar, entretanto, esse elemento tem potencial para controlar patógenos de sementes sem apresentar efeitos fitotóxicos podendo ser aplicado via tratamento de sementes (RUBIM et al., 2020).

Em relação ao efeito do fosfito de potássio na incidência de fungos nas sementes, Machado (2016) observou que todos os tratamentos utilizando fosfito de potássio reduziram a incidência de fungos em relação aos tratamentos controle. O uso de insumos contendo fosfito tem mostrado resultados em diversos estudos, levantando a hipótese de que o controle de doenças pode estar relacionado a indução

de resistência em plântulas, o qual é capaz de ativar mecanismos de defesa que protegem as plantas dos microrganismos patogênicos (MULLER, 2015).

Os resultados obtidos por Bruzamello *et al.* (2018), evidenciaram que o fosfito de potássio possui capacidade de ativar enzimas relacionadas à patogenicidade, confirmando a ativação da Resistência Sistêmica Adquirida (SAR) em espécies de plantas. Tais ativações proporcionam especificidade de ação, bem como atuação em mecanismos distintos de defesa. Além disso, a associação de tratamentos com fungicida e fosfitos pode potencializar os resultados, como observado por Nozaki; Kliemann (2017) no controle da antracnose e incremento na produtividade em feijoeiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo/RS. As duas cultivares de arroz utilizadas foram a IRGA 431 CL e a IRGA 424 RI. A cultivar IRGA 424 RI apresenta ciclo médio, porte baixo, folhas pilosas, é tolerante à toxidez por excesso de ferro e é resistente à brusone (EMBRAPA, 2014). A cultivar IRGA 431 CL, possui ciclo precoce com alto potencial de produtividade de grãos, resistente à brusone na folha e na panícula, e também resistente à toxidez por excesso de ferro no solo (SOSBAI, 2018).

As sementes de cada uma das cultivares foram pesadas e separadas em sacos plásticos contendo 250 gramas, para serem aplicados os devidos tratamentos. Todos os tratamentos foram aplicados via tratamento de sementes (TS). Foram utilizados cinco tratamentos, sendo: T1) testemunha, onde foi utilizado apenas água; T2) bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* (produto No-Nema[®] isolado BV03 na dose de 4mL.Kg⁻¹ de sementes e volume de calda de 6mL.Kg⁻¹ de sementes); T3) fungo *Trichoderma harzianum* (produto Stimucontrol[®] na dose de 3mL.Kg⁻¹ de sementes e volume de calda de 6mL.Kg⁻¹ de sementes); T4) ativador abiótico de resistência (produto a base de fosfito de potássio na dose de 4mL.Kg⁻¹ de sementes e volume de calda de 6mL.Kg⁻¹ de sementes); T5) tratamento químico (produto Standak Top[®] a base de Piraclostrobina: 25 g.L⁻¹; Tiofanato-metílico: 225 g.L⁻¹; Fipronil: 250 g.L⁻¹ na dose de 200mL p.c.Kg⁻¹ de sementes e volume de calda de 1L.100Kg⁻¹ de sementes)

Após o tratamento, as sementes foram mantidas em sacos plásticos até secagem e aderência do produto às sementes. Posteriormente, as mesmas foram submetidas ao teste de determinação do índice de velocidade de germinação utilizando como substrato o papel Germitest. Os papéis, previamente pesados, foram umedecidos com água destilada na quantidade correspondente a 2,5 vezes o seu peso. Imediatamente após foram colocadas duas folhas sobrepostas umedecidas sobre a bancada e, sobre as quais, foram distribuídas 50 sementes (BRASIL, 2019). Sobre essas sementes foi colocado mais uma folha de papel umedecida e confeccionado o rolo, sendo cada rolo correspondente a uma repetição. Foram

realizadas quatro repetições por tratamento. Os rolos foram depositados em sacos plásticos transparentes e levados até a BOD na temperatura de 25°C sem fotoperíodo.

No dia imediatamente após a instalação do ensaio, iniciou-se a determinação do índice de velocidade de germinação, onde o número de plântulas emergidas foi contado diariamente durante sete dias. O cálculo do índice de velocidade de germinação foi realizado através da fórmula: $IVG = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$, onde N = número de plântulas germinadas observadas no dia da contagem e D = número de dias após a implantação em que foi feita a contagem de plântulas (MAGUIRE, 1962, *apud* NINA-E-SILVA, et.al., 2017).

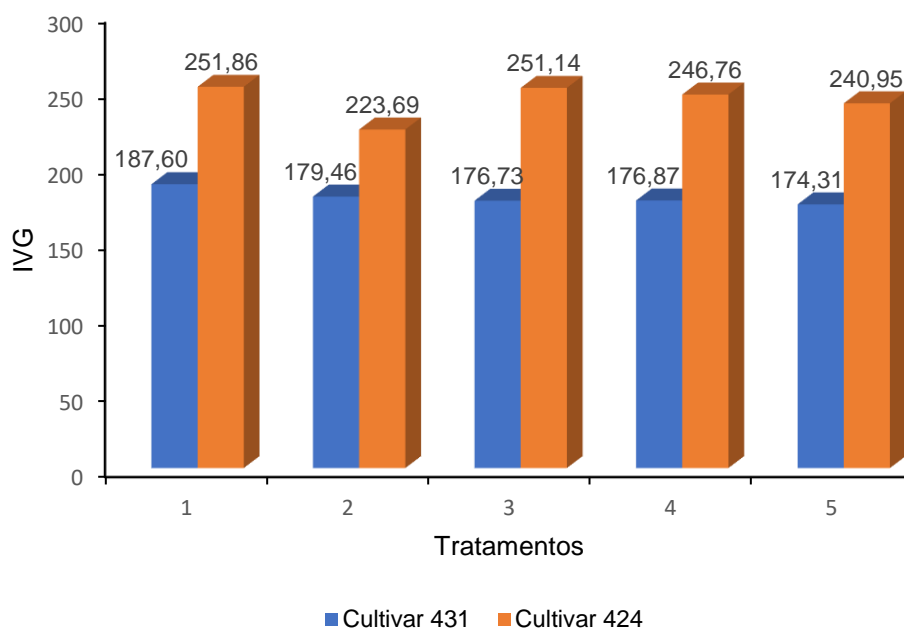
No sétimo dia foram separadas 10 plântulas para a medição (mm) do comprimento da raiz e parte aérea das sementes germinadas, com a ajuda de um paquímetro digital. Posteriormente, essas mesmas plântulas foram cortadas na altura do colo e cada uma das partes foi colocada em sacos de papel e levados a estufa de secagem a 60°C por 72 horas. Decorrido esse tempo, realizou-se a pesagem das mesmas para determinar a massa seca de cada uma das partes.

Todos os ensaios foram realizados em delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos a partir da avaliação de cada uma das variáveis, foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias, em cada uma das cultivares, comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (sem esquema fatorial) com o uso do software Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os índices de velocidade de emergência, o tratamento que proporcionou o maior resultado, em ambas as cultivares, foi o tratamento 1 (testemunha). Os menores resultados de IVG foram observados no tratamento 5 (tratamento químico) para a cultivar IRGA 431 CL e no tratamento 2 (bactéria *Bacillus amyloliquefaciens*) para a cultivar IRGA 424 RI (Figura 1), não havendo diferenças entre tratamentos para a mesma cultivar ($p > 0.05$). Em trabalho realizado por Maass et al. (2019) foram comparados diferentes produtos sobre a variável primeira contagem de germinação (PCG) também em sementes de arroz, mostrando que o produto Standak Top® proporcionou os maiores resultados.

Figura 1 – Índice de velocidade de emergência nas cultivares de arroz IRGA 431 CL e IRGA 424 RI submetidas a diferentes tratamentos bióticos e abióticos.



T1: testemunha; T2: *B. amyloliquefaciens*; T3: *T. harzianum*; T4: ativador abiótico de resistência; T5: tratamento químico

Fonte: Elaborado pelo autor

O uso de bioformulações, como é o caso de produtos à base de isolados de *Bacillus* e *Trichoderma*, exerce efeitos benéficos sobre o vigor de plântulas em várias culturas, o que não foi observado no presente trabalho. Bassegio et al. (2017) demonstraram que o uso de um produto à base de *Trichoderma* spp. auxiliou no desenvolvimento das plântulas de cevada. Da mesma forma, Araújo (2008) notou que em sementes de algodão e soja tratadas com bioformulado a base de *B. subtilis* houve efeitos relacionados à promoção do crescimento de plântulas.

Mesmo não sendo observados efeitos positivos do uso de produtos biológicos no IVG, nas duas cultivares de arroz, utilizando bioprodutos, a resposta no crescimento vegetativo desencadeada por isolados de *Trichoderma* e *Bacillus* deverá ser melhor avaliada nessa cultura, uma vez que, para Vinale et al. (2008), como *Trichoderma* é capaz de solubilizar fosfato e outros minerais, tornando esses elementos disponíveis para as plantas, além de produzir análogos de auxina, o efeito esperado seria um aumento no índice de velocidade de germinação utilizando esses tratamentos. Bioformulados tendo como princípios ativos o fungo *Trichoderma* spp. ou bactérias promotoras de crescimento do gênero *Azospirillum* já foram utilizados na promoção de germinação de sementes e no desenvolvimento de plantas (CADORE et al. 2016).

Quando se avaliou o vigor das plântulas, via comprimento de raízes, foi possível observar que, para a cultivar IRGA 431 CL (Tabela 1), o tratamento à base de fosfito de potássio (estimulante de crescimento abiótico) e o tratamento químico, proporcionaram os maiores resultados, diferenciando significativamente da testemunha ($p < 0.05$). Os tratamentos bióticos não diferiram entre si, nem da testemunha e dos melhores tratamentos ($p > 0.05$). Em concordância com Pires et al. (2019), produtos à base de bioestimulantes promovem um aumento significativo no crescimento de plantas de arroz, no desenvolvimento de raízes, tanto em comprimento das mesmas, como também auxilia no desenvolvimento em comprimento da parte aérea.

Tabela 1 - Comprimento da raiz e altura da parte aérea de plântulas de arroz cultivar IRGA 431 CL, submetidas a diferentes tratamentos bióticos e abióticos

Tratamentos	Comprimento raiz (mm)	Altura parte aérea (mm)
Testemunha (T1)	35,43 b*	32,52 b
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (T2)	45,79 ab	35,86 ab
<i>Trichoderma harzianum</i> (T3)	46,21 ab	39,82 a
Ativador abiótico de resistência (T4)	52,01 a	37,21 a
Tratamento químico (T5)	52,28 a	39,32 a
C.V.	14,65%	5,28%

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a cultivar IRGA 424 RI (Tabela 2), observou-se o maior crescimento das raízes utilizando o estimulante de crescimento, o produto à base de *T. harzianum* e na testemunha que não recebeu qualquer tratamento. Foi observada diferença significativa entre o tratamento químico e a testemunha, onde o uso do tratamento químico (fungicida+inseticida) proporcionaram efeitos fitotóxicos às raízes das plântulas dessa cultivar.

Tabela 2 - Comprimento da raiz e altura da parte aérea de plântulas de arroz cultivar IRGA 424 RI submetidas a diferentes tratamentos bióticos e abióticos

Tratamentos	Comprimento raiz (mm)	Altura parte aérea (mm)
Testemunha (T1)	62,49 a*	39,24 n.s
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (T2)	56,66 ab	33,82
<i>Trichoderma harzianum</i> (T3)	65,82 a	36,44
Ativador abiótico de resistência (T4)	67,31 a	36,60
Tratamento químico (T5)	48,49 b	34,39
C.V.	8,15%	10,04%

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

n.s= não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor

Efeitos fitotóxicos do inseticida fipronil, presente na mistura do tratamento químico utilizado, proporcionou reduções no desenvolvimento radicular de plântulas de milho (SILVEIRA et al., 2001); por outro lado, Manteli (2019), destaca o efeito fitotóxico observado em plântulas de soja que receberam algum tratamento contendo o tiofanato metílico, também contido no tratamento químico.

No que se refere ao peso seco da radícula na cultivar IRGA 431 CL (Tabela 3), o tratamento à base de fosfito de potássio (ativador abiótico de resistência) proporcionou o maior resultado chegando a 130% de incremento dessa variável nesse tratamento em relação à testemunha, essa diferença pode ter ocorrido devido ao período curto que foi avaliado (7dias). Produtos à base de fosfitos apresentam atividade antifúngica ativando mecanismos de resistência da planta (SANTOS, FUZITANI; MORAES, 2015), e seu efeito no aumento do peso seco de plântulas de arroz cultivar IRGA 431 CL pode estar relacionado ao maior controle de patógenos (não avaliado nesse trabalho) (MAC DONALD et al., 2001).

Tabela 3 – Peso seco da radícula e da parte aérea de plântulas de arroz cultivar IRGA 431 CL, submetidas a diferentes tratamentos bióticos e abióticos

Tratamentos	Radícula (g)	Parte aérea (g)
Testemunha (T1)	0,052 b*	0,065 ^{n.s}
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (T2)	0,062 b	0,075
<i>Trichoderma harzianum</i> (T3)	0,070 b	0,081
Ativador abiótico de resistência (T4)	0,120 a	0,082
Tratamento químico (T5)	0,064 b	0,080
C.V.	89,50%	12,71%

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
n.s= não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor

No que tange o peso seco da parte aérea para essa cultivar, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, apesar de ter sido observada uma tendência de incremento dessa variável em todos os tratamentos em relação à testemunha (Tabela 3).

Quando se avaliou o peso seco da parte aérea e da radícula de plântulas da cultivar IRGA 424 RI (Tabela 4), para ambas as variáveis foram observados os maiores resultados quando as sementes foram tratadas com o ativador abiótico de resistência (fosfito). Tais resultados diferem dos encontrados por Chagas et al. (2018), que utilizando tratamentos com *Trichoderma* spp. no cultivo de arroz, observaram efeitos positivos, em relação a testemunha, sobre a massa seca de parte aérea, massa seca de raízes e massa seca total. Autores como Pires et al. (2019) também destacam que o uso de bioformulações em sementes de arroz proporcionou um efeito positivo na massa seca de raízes, demonstrando que os produtos estimularam a formação e crescimento de raízes, assim como o desenvolvimento em comprimento das mesmas.

Tabela 4 – Peso seco da radícula e da parte aérea de plântulas de arroz cultivar IRGA 424 RI, submetidas a diferentes tratamentos bióticos e abióticos

Tratamentos	Radícula (g)	Parte aérea (g)
Testemunha (T1)	0,086 b	0,093 ^{n.s}
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (T2)	0,087 b	0,094
<i>Trichoderma harzianum</i> (T3)	0,086 b	0,099
Ativador abiótico de resistência (T4)	0,113 a	0,104
Tratamento químico (T5)	0,073 b	0,094
C.V.	7,96%	9,39%

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
n.s= não significativo

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÕES

Dos cinco tratamentos testados nas sementes de arroz das cultivares IRGA 431 CL e IRGA 424 RI, o tratamento à base de fosfito, considerado um ativador abiótico de resistência, proporcionou efeitos de estimulação no crescimento de plântulas, incrementando alguns parâmetros de crescimento como a massa seca de raízes e da parte aérea nas cultivares avaliadas.

É importante a realização de mais estudos sobre o assunto, com avaliação de maior duração do que a utilizada por este trabalho (7dias), podendo haver diferenças nos resultados.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F.F.; Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p. 456-462, 2008.

BASEGGIO, E.R.; BERTELA, M.; PAULA, S.; MILANESI, P.M. Microbiolização com *Trichoderma* spp., combinada ou não com polímero, sobre a sanidade, germinação e vigor de sementes de aveia preta e cevada. **Scientific Electronic Archives**, v.10, n.6, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334494284_Microbiolization_with_Trichoderma_spp_combined_or_not_with_polymer_on_the_health_germination_and_vigor_of_black_oats_and_barley_seeds. Acesso em: 26 jun. 2022

BETTIOL, W; SILVA, J.C.; DE CASTRO, M.L.M.P. Uso atual e perspectivas do *Trichoderma* no Brasil. In: MEYER, M.C., MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. (Eds.). **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 538 p.

BRANDÃO, L.T.D.; CORTES, M.V.D.C.B.; DE FILIPPI, M.C.C.; SILVA-LOBO, V.L. **Protocolo de extração de DNA Genômico para os principais fungos fitopatogênicos do arroz**. Embrapa Arroz e Feijão, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 54, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

BRUZAMARELLO, J.; FRANCESCHI, V.T.; DALACOSTA, N.L.; GONÇALVES, I.; MAZARO, S.M.; REIS, E. Potencial de fosfitos na indução da resistência em plantas de soja. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas**, v.27, n.3, p.263-273, 2018.

CADORE, L.S.; SILVA, N.G.; VEY, R.T.; SILVA, C.F. Inoculação de Sementes com *Trichoderma harzianum* e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento inicial de arroz. **Centro Científico Conhecer**, n.13, p.1725, 2016.

CASTRO, E.M.; VIEIRA, N.R.A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 30 p. 1999.

CHAGAS, L. F. B.; MARTINS, A. L. L.; CARVALHO FILHO, M. R. DE; MILLER, L. DE O.; OLIVEIRA, J. C. DE; CHAGAS JUNIOR, A. F. *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* sp. no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão-caupi, milho e arroz. **Agri-Environmental Sciences**, v. 3, n. 2, p. 10-18, 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v.9, safra 2021/22, n.10, décimo levantamento, julho 2022.

CONAB. **11º Levantamento - Safra 2021/22.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 10 ago. 2022

DALACOSTA, L.N.; FURLAN, H.S.; MAZARO, M.S. Compatibilidade de produtos à base de *Trichoderma* com fungicidas utilizados no tratamento de sementes In: MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. (Eds.). **Trichoderma: uso na agricultura.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. 538 p.

DALLAGNOL, L.J.; NAVARINI, L.; BALARDIN, R.S.; GOSENHEIME, A.; MAFFINI, A.A. Danos das doenças foliares na cultura do arroz irrigado e eficiência de controle dos fungicidas. **Revista Brasileira Agrociência**, v.12, n.3, p.131-318. 2006.

EMBRAPA. **Controle biológico: ciência a serviço da sustentabilidade.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>. Acesso em 25 nov. 2021.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil.** SANTOS, A.B.; SANTIAGO, M.C (Ed.) Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 150 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 279)

FERREIRA, E.P.B.; KNUPP, A.M.; MARTIN-DIDONET, C.C.G. Crescimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) influenciado pela inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas. **Bioscience Journal**, v.30, n.3, p.655-665, 2014.

GARCIA, T.V.; KNAAK, N.; FIUZA, L.M. Bactérias endofíticas como agentes de controle biológico na orizicultura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.82, p.1-9, 2016.

KRÜGER, F.O.; FRANCO, D.F.; COSTA, C.J.; RIBEIRO, P.R.G.; VAZ, C.F.; SILVA, M.G.; Importância da análise de vigor associada ao teste de germinação para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de arroz, **XIV ENPOS**, 2012.

MACHADO, J.D.U.F. Fosfito de potássio no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e na germinação de sementes de soja. 2022. 26 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2016.

MALAVOLTA, V.M.A.; SOLIGO, E.A.; DIAS, D.D.; AZZINI, L.E.; BASTOS, C.R. Incidência de fungos e quantificação de danos em sementes de genótipos de arroz. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.3, p.280-286, 2007.

MANTELI, C. Tratamentos de sementes com produtos fitossanitários e biológicos no controle de *Fusarium tucumaniae* em soja. 2019. 98f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

MARTINI, L.B.; ETHUR, L.Z.; DORNELES, K.R. Influência de metabólitos secundários de *Trichoderma* spp. no desenvolvimento de fungos veiculados pelas

sementes e na germinação de sementes de arroz. **Ciência e Natura**, v. 36 n. 2, p. 86–91, 2014.

MAASS, DIÉLI WITTE; XAVIER, FERNANDA DA MOTTA; TUNES, CARLA DIAS; MACHADO, NICOLAS LEMOS; BASÍLIO, VERÔNICA BETAT; MENEGHELLO, GERI EDUARDO; **Adequação no teste de germinação em função do tratamento químico de sementes de arroz**. XXVII Congresso de Iniciação Científica; UFPEL 2019.

McDONALD, A.E.; GRANT, B.R.; PLAXTON, W.C. Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.10, p.1505-1519, 2001.

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. In: MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. (Eds.). **Trichoderma**: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 538 p.

MÜLLER, I. Indução de resistência e tratamento de sementes de soja com fosfitos de potássio. 2015. 116 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

NASCIMENTO, I.O. Isolamento, identificação e seleção de bacillus spp para o biocontrole de fitopatógenos do arroz, 2009, 110 f. **Dissertação** (Mestrado em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão), Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, 2009.

NINA-E-SILVA, C.H.; FONTANA, K.C.; LOPES, P.R.T.; OLIVEIRA, N.T.C.; DIAS, L.O. Índice de velocidade de emergência de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) tratadas com toque quântico. **Salusvita**, v.36, n.1, p.55-63, 2017.

NOZAKI, M.H.; KLIEMANN, O.A. Avaliação do uso de fosfito no controle da antracnose em feijoeiro comum. **Agrarian**, v.9, n.31, p.19-25, 2017.

NUNES, J.L.S. **Histórico do arroz**. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/historico.aspx>. Acesso em: 15 jun. 2022.

PATRÍCIO, C.C. Análise comparativa da qualidade em dois manejos de secagem em um processo de beneficiamento de arroz. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v.8, n.1, 2022. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/3987/1545> Acesso em: 26 jun. 2022.

PIRES, S.N.; MORAES, I.L.; TEIXEIRA, S.B.; THIEL, C.H.; ÁVILA, G.E.; TROYJACK JÚNIOR, G.; BRANDÃO, C.; SILVA, B.E.P.; DEUNER, S. Tratamento de sementes de arroz com bioestimulantes influencia o crescimento inicial das plantas. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 11, 2019, Balneário Camboriú. **Anais... Balneário Camboriú**, 2019. Disponível em: https://www.sosbai.com.br/uploads/trabalhos/tratamento-de-sementes-de-arroz-com-bioestimulantes-influencia-o-crescimento-inicial-das-plantas_258.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

RAMADA, M.H.S.; LOPES, F.A.C.; ULHOA, C.J. *Trichoderma*: metabólitos secundários. In: MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. (Eds.). **Trichoderma**: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 538 p.

RIVES, N.S; ACEBO, Y.; HERNÁNDEZ, A. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal em el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), perspectivas de su uso en Cuba. **Cultivos Tropicales**, v.28, n.2, p. 29-38, 2007.

RUBIM, G.; DA SILVA RUBIM, G.; DUARTE BERGMANN, M.; RAISA REY RODRIGUES, K.; RIBEIRO STELLA, M.; SILVA CANUTO DE PINHO, R. Incidência de fungos e germinação de sementes de arroz submetidas ao tratamento com fosfito. In: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 8., 2020, Uruguaiiana. **Anais...** Uruguaiiana, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/91148>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SANTOS, A.F.; FUZITANI, E.J.; MORAES, W.S. Fosfito contra doenças florestais. **Campo & Negócios online**. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/fosfito-contradoencas-florestais/>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SILVA, C.F.B.; BRÍGIDA, A.I.S.; Taniguchi, C.A.K.; PINTO, G. A.s. Uso do *Trichoderma* na cultura da banana. In: MEYER, M.C.; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. (Eds.). **Trichoderma**: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 538 p.

SILVEIRA, R.E.; MACCARI, M.; MARQUEZI, C.F. Avaliação do efeito de inseticidas aplicados via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento de raízes de milho, na proteção de pragas do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO, 8., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p.246-249.

SOSBAI. **Recomendações Técnicas Da Pesquisa Para O Sul Do Brasil**. Bento Gonçalves: Pallotti, v. 32, 2018, 189 p.

SOUZA JÚNIOR, I.T.; MOURA, A.B.; SCHAFFER, J.T.; CORRÊA, B.O.; GOMES, C.B. Biocontrole da queima-das-bainhas e do nematoide-das-galhas e promoção de crescimento de plantas de arroz por rizobactérias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.11, p.1259-1267, 2010.

STOPILHA, A.R.; LANA FILHO, R. Bactérias endofíticas autóctones de arroz como promotoras de crescimento. SIC- XXVI Salão de iniciação científica- UFGRS, 2014. In: Salão de Iniciação Científica, 26. 2014, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/113189>. Acesso em 26 jun. 2022

TOLEDO, R.M.O.A. Avaliação da qualidade de grãos de diferentes cultivares de arroz irrigado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. 2022. 30 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Itaquí, 2019.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E.L.; MARRA, R.; WOO, S.L.; LORITO, M. Trichoderma–plant–pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry**, v.40, n.1, p.1-10, 2008.

WALTER, M.; MARCHESAN, E.; AVILA, L.A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1184-1192, 2008.

XAVIER, F.M.; MENEGUZZO, M.R.R.; TUNES, C.D.; TEIXEIRA, S.B.; MARTINS, A. B.N.; HARTWIG, I.; NEUMANN, A.M.; MENEGHELLO, G. E. Adequação do teste de germinação para sementes de arroz tratadas com diferentes fungicidas e inseticidas. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.2, p.19193–19212, 2021.

XAVIER, F.M. Adaptações no teste de germinação para sementes de arroz tratadas com fungicidas e inseticidas. 2021. 95f. **Tese** (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.