

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

RODRIGO DA SILVA VASCONCELLOS

**RESPOSTA INICIAL DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) TRATADAS COM
INSUMOS BIOLÓGICOS**

Itaqui, 2023

RODRIGO DA SILVA VASCONCELLOS

RESPOSTA INICIAL DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) TRATADAS COM INSUMOS BIOLÓGICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientadora: Luciana Ethur Zago

Co-orientador: Allan Alves Fernandes

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

VV331Rr Vasconcellos, Rodrigo

RESPOSTA INICIAL DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
TRATADAS COM INSUMOS BIOLÓGICOS / Rodrigo Vasconcellos.
30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2023.

"Orientação: Luciana Ethur".

1. *Azospirillum brasilense*. 2. *Bacillus subtilis*. 3.
B.amyloliquefaciens. 4. *B.pumilus*. 5. *Pseudomonas*
fluorescens. I. Título.


RODRIGO DA SILVA VASCONCELLOS

RESPOSTA INICIAL DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) TRATADAS COM INSUMOS BIOLÓGICOS


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em:


Banca examinadora:

 Documento assinado digitalmente
LUCIANA ZAGO ETHUR
Data: 06/02/2023 08:02:39-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr^a. Luciana Zago Ethur
Orientadora
Curso de Agronomia - Unipampa

 Documento assinado digitalmente
THAIS FERNANDA STELLA DE FREITAS
Data: 06/02/2023 09:05:04-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr^a. Thais Fernanda Stella de Freitas
Curso de Agronomia - Unipampa

 Documento assinado digitalmente
ALLAN ALVES FERNANDES
Data: 06/02/2023 10:21:52-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Allan Alves Fernandes
Curso de Agronomia - Unipampa

AGRADECIMENTO

Primeiramente gostaria de agradecer a professora Luciana que me auxiliou em todo o trabalho, do início ao fim, com a implantação do experimento e as correções necessárias.

Gostaria também de agradecer às colegas, Ligiana Bartmer, Manuela Meus e Maísa Diel que me ajudaram a fazer as avaliações do TCC nesses dias, pois se não fossem elas, eu não teria terminado no tempo certo.

Agradeço também ao professor Allan Fernandes que foi fundamental para a minha defesa, pois contribuiu nas análises estatísticas do trabalho.

RESUMO

RESPOSTA INICIAL DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) TRATADAS COM INSUMOS BIOLÓGICOS

Rodrigo da Silva Vasconcellos

Orientadora: Luciana Zago Ethur
Local e data: Itaqui, 27 de janeiro de 2023.

No intuito de reduzir os impactos ambientais causados pelo excesso de produtos sintéticos na agricultura, o uso de insumos biológicos se tornou primordial para aliar produtividade e sustentabilidade na prática agrícola. Objetivou-se avaliar o crescimento inicial de plantas de arroz que receberam tratamento de sementes com insumos biológicos à base de bactérias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: T1 - Tratamento controle; T2 - *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense*; T3 - *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefacien* e *B.pumilus*; T4 - *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefacien* e *B.pumilus*. A semeadura ocorreu no dia 25 de outubro de 2022, na quantidade de 80 kg ha⁻¹, sendo convertida para a área de 20 m². As avaliações foram realizadas aos 30 dias após a semeadura e foram com relação às variáveis: comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, maior folha, massa fresca e massa seca da parte aérea e massa fresca e seca da raiz. Todos os tratamentos inoculados com insumos biológicos apresentaram um incremento na comparação com o tratamento controle. O T4 foi o que apresentou resultados mais satisfatórios, apresentando mais incrementos positivos nas variáveis analisadas. Para a maior folha não ocorreu uma diferença significativa, pois todos os tratamentos foram semelhantes com o tratamento controle nesta variável.

Palavras-Chave: *Azospirillum brasilense*; *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefaciens* e *B.pumilus*.; *Pseudomonas fluorescens*.

ABSTRACT

INITIAL RESPONSE OF RICE PLANTS (*Oryza sativa* L.) TREATED WITH BIOLOGICAL INPUTS

Advisor: Luciana Zago Ethur
Place and date: Itaqui, January 27, 2023.

In order to reduce the environmental impacts caused by the excess of synthetic products in agriculture, the use of biological inputs has become essential to combine productivity and sustainability in agricultural practice. The goal was to evaluate the initial growth of rice plants that received seed treatment with biological inputs based on bacteria. The experimental design was in randomized blocks, with four treatments and four replications. The treatments were: T1 - Control treatment; T2 - *Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum brasilense*; T3 - *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefacien* and *B.pumilus*; T4 - *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefacien* and *B.pumilus*. Sowing took place on October 25, 2022, in the amount of 80 kg ha⁻¹, being converted to the area of 20 m², reaching the amount of 0.160 kg that were divided into the repetitions of treatments. The evaluations were carried out 30 days after sowing and related to the variables: length of the shoot, root length, largest leaf, fresh and dry mass of the shoot and fresh and dry mass of the root. All treatments inoculated with biological inputs showed an increase in comparison with the control treatment. T4 was the one that presented the most satisfactory results, showing more positive increments in the analyzed variables. There was no significant difference for the largest leaf, as all treatments were similar to the control treatment in this variable.

Keywords: *Azospirillum brasilense*; *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefaciens* e *B.pumilus*.; *Pseudomonas fluorescens*.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Análise de solo da área experimental do Campus Itaqui/UNIPAMPA, em coleta de 0-20 cm de profundidade..... | 17 |
| Tabela 2. Produtos protetivos, nutritivos e regulador de crescimento, com suas doses utilizadas no tratamento de sementes | 18 |
| Tabela 3. Bactérias promotoras de crescimento em plantas (BPCP) utilizadas no tratamento de sementes de arroz da cultivar IRGA 424 RI..... | 19 |
| Tabela 4. Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento da maior folha (CMF) de plantas de arroz, cultivadas com sementes tratadas com insumos biológicos..... | 21 |
| Tabela 5. Matéria fresca de parte aérea (MFPA), matéria fresca de raiz (MFR), matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) de plantas de arroz, cultivadas com sementes tratadas com insumos biológicos..... | 23 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 1.1 | OBJETIVO..... | 9 |
| 2. | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 10 |
| 2.1 | Cultura do arroz e sua importância..... | 10 |
| 2.2 | Bactérias diazotróficas e promotoras de crescimento de plantas..... | 11 |
| 2.3 | Estudos desenvolvidos com bactérias diazotróficas e promotoras de crescimento de plantas..... | 14 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 17 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 20 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 24 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 25 |

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado a base alimentar de metade da população mundial (IRRI, 2010). Por ser uma fonte rica em carboidratos, é caracterizado como importante fonte de energia para o metabolismo humano, além disso, é fonte de proteínas, sais minerais e vitaminas do complexo B (NAVES; BASSINELO, 2006).

A mecanização da lavoura, o desenvolvimento de cultivares com maior potencial produtivo, o surgimento da tecnologia clearfield, maior conhecimento técnico e sua difusão, são apontados pela CONAB (2015), como fatores determinantes para o aumento da produtividade orizícola. Segundo o mesmo órgão, a produtividade partiu de 2t, para 3t nos anos 60, 4t nos anos 80, 5t nos anos 90, até chegarmos à produtividade atual de 7 toneladas por hectare, com expectativa de chegarmos a 12 toneladas por hectare na safra 2026/27 (MAPA, 2017).

Segundo dados apontados pela CONAB (2015) e FAO (2004), o arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como o principal alimento de mais da metade da população mundial. Somente na Ásia, de 60 a 70% do consumo calórico de mais de 2 bilhões de pessoas é proveniente do arroz e seus subprodutos.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2017) prevê que a produtividade será a principal variável do arroz, quando estima que a atual produtividade média do RS, de 7,8 toneladas por hectare, passe para 12,7 toneladas por hectare em 2026/27, necessitando, portanto, de um maior aporte mineral para sustentar essa produção.

Como se sabe, o aumento do custo de produção se tornou um grande empecilho nas lavouras orizícolas, sendo a adubação nitrogenada o grande acréscimo. Segundo o IRGA (2021) a adubação, dentre todos os insumos necessários à produção, e analisados pelo órgão, é o que representa o maior custo de produção na lavoura do arroz irrigado, representando 15,05% das despesas totais na safra 2021/2022.

Diante disso, o uso de insumos biológicos à base de bactérias pode ser uma alternativa para contribuir na fixação biológica de nitrogênio e estímulo ao crescimento vegetal. O processo de Fixação Biológica de Nitrogênio atmosférico (FBN) é um dos dois maiores processos que regulam a vida no planeta, juntamente

com a decomposição da matéria orgânica e perdendo apenas para fixação biológica de carbono (Fotossíntese). A FBN talvez seja o processo microbiano relacionado à agricultura mais bem estudado e explorado tecnologicamente, sendo o processo mais importante para fixar o N_2 atmosférico e a chave para o ciclo do N.

Na natureza, alguns organismos procariotos conseguem assimilar o N atmosférico e transformá-lo em NH_3 , processo chamado de fixação biológica, realizado através do complexo enzimático nitrogenase. A fixação biológica pode ser responsável por aproximadamente 65% do total de N fixado na Terra, sendo, assim, o segundo processo biológico mais importante depois da fotossíntese (Cantarella, 2007). O aumento da demanda por fertilizantes nitrogenados, aliado ao seu elevado custo, tem direcionado as pesquisas para o processo de fixação natural (Saikia & Jain, 2007).

O estudo das interações entre planta e microrganismos vem se intensificando nos últimos anos com o intuito de entender os vários fatores envolvidos, para a seleção de estirpes de bactérias eficientes na promoção de crescimento de plantas. A utilização de bactérias na formulação de inoculantes, ou biofertilizantes, vem sendo utilizada e estudada em várias partes do mundo, sendo relatado que estas tecnologias podem reduzir os custos de produção e impacto ambiental e aumentar a produtividade das culturas (ISAWA et al., 2010; BHATTACHARYYA e JHA, 2012). Produzir mais com sustentabilidade será o grande desafio da agricultura mundial, desta forma o conhecimento deverá ser focado para cada ambiente de produção, pois as respostas variam de lavoura para lavoura (Meus et al., 2020).

1.1 OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plantas de arroz que receberam tratamento de sementes com insumos biológicos à base de bactérias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do arroz e sua importância socioeconômica

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma planta de metabolismo C3 originária do continente asiático, pertencente à família das Poaceae e ao gênero *Oryza* (Kissmann, 1999; Oliveira, 2017).

Dentre os cultivos de arroz, o irrigado pode ser cultivado sob diferentes formas, como os sistemas pré-germinado (SPG), convencional (SC) e de plantio direto (SPD) (BOHNEN et al., 2005).

Dentre os cereais mais cultivados e consumidos no mundo, o arroz merece destaque especial. Primeiro por ser um alimento em que o grão sai do campo e é consumido praticamente sem processo de industrialização. Segundo, atende populações com alto e baixo poder aquisitivo, sendo que nesta última tem grande importância por ter preço relativo menor a outros cereais e responder pelo suprimento de 20% das calorias. Portanto, desempenha papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar.

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. É o segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando área aproximada de 161 milhões de hectares. A produção de cerca de 756,5 milhões de toneladas de grãos em casca corresponde a 29% do total de grãos usados na alimentação humana. O milho é o grão com maior volume produzido no mundo, correspondendo a 33%. O consumo aparente médio mundial de arroz beneficiado é de 54 kg/pessoa/ano, sendo que os países asiáticos, onde são produzidos mais de 90% desse cereal, apresentam as médias mais elevadas (78 kg/pessoa/ano). Na América do Sul, são consumidos, em média, 29 kg/pessoa/ano, destacando-se o Brasil como grande consumidor (32 kg/pessoa/ano). (SOSBAI, 2016)

A produtividade de arroz no RS aumentou 36%, nos últimos 100 anos, enquanto que a produção aumentou 800 mil toneladas, valores acima dos observados na Ásia, responsável pela produção de 90,7% do arroz no mundo

(IRGA, 2020). Neste continente os indicadores são de 11,6 e 13% de incremento em produtividade e produção, respectivamente nos últimos 10 anos (FAOSTAT, 2021).

2.2 Bactérias diazotróficas e promotoras de crescimento de plantas

Plantas de arroz são frequentemente colonizadas por diversas bactérias diazotróficas formando associações onde a contribuição em termos de fixação biológica de nitrogênio é pequena quando comparada ao fornecido pelo rizóbio às plantas leguminosas. No entanto, estudos com ^{15}N e balanço de nitrogênio demonstram que ocorre a contribuição da FBN, variando de 0 a 30%, dependendo do genótipo da planta de arroz.

Reis (2007) cita que estudos com o uso de *A. brasilense* foram realizados com diversas culturas, tais como, o milho (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e outras poáceas. Este mesmo autor cita observou que em relação a espécies forrageiras tropicais, são encontrados estudos referentes à utilização de *A. lipoferum*, *A. amazonense* e *A. brasilense* associadas à *Brachiaria* spp., *Digitaria decumbens* e *Pennisetum purpureum*.

A interação de bactérias diazotróficas com diversas culturas tem sido tema de pesquisas no mundo todo, devido ao potencial biotecnológico, pela possibilidade de redução dos custos de produção ao diminuir o volume de adubos nitrogenados, e indiretamente, diminuição do impacto ambiental, tudo isto mantendo ou aumentando a produtividade das culturas. A capacidade de fixar nitrogênio das bactérias diazotróficas foi verificada inicialmente entre as plantas leguminosas, onde se conseguiu em culturas como a soja a redução de até 100% da fertilização nitrogenada (ALVES et al., 2003).

As bactérias diazotróficas realizam a fixação biológica de nitrogênio (FBN) através da conversão do N_2 atmosférico, para NH_3 , assimilável pelas plantas. Essas bactérias possuem um complexo enzimático chamado nitrogenase, responsável pela redução do N atmosférico através da quebra da tríplice ligação do N_2 . Após a reação de redução, a amônia é rapidamente convertida a NH_4^+ que ao ser transportado para fora da célula bacteriana, é assimilado pela célula vegetal (BIANCHET, 2012). Segundo Boddey & Döbereiner (1995), bactérias diazotróficas aeróbicas são microaerófilas, crescem em ambientes onde a taxa de difusão não pode superar a

taxa de utilização do O₂ no seu processo respiratório. Isto ocorre devido à sensibilidade da nitrogenase ao O₂ (DÖBEREINER et al., 1995). Condição que para Oliveira (1992) ocorre em solos alagados no cultivo de arroz irrigado, devido as microzonas ao redor das raízes, que possuem um gradiente de concentração de O₂ tornando o ambiente adequado ao crescimento dos microrganismos.

Bactérias do gênero *Azospirillum* ganharam grande destaque mundialmente a partir da década de 1970 (Döbereiner & Day, 1976; Dobereiner et al., 1976), com a descoberta pela pesquisadora da Embrapa, Dr^a Johanna Döbereiner (1924-2000), da capacidade de fixação biológica do nitrogênio dessas bactérias quando em associação com gramíneas. A propriedade de fixar nitrogênio em vida livre foi responsável pela mudança no nome do gênero *Spirillum* (Tarrand et al., 1978), sendo adicionado o prefixo “azo”, alusivo ao nome utilizado por Lavoisier para denominar o elemento nitrogênio. É curioso mencionar que a palavra “azote” foi dada por Lavoisier por considerar o nitrogênio como um elemento tão inerte que seria “impróprio para manter a vida”. Hoje, porém, sabe-se que o nitrogênio é a base de toda a vida do planeta, por ser constituinte fundamental dos ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas.

Inoculantes microbianos podem ser formulados com uma ou mais cepas de bactérias e/ou fungos, que podem ser de vida livre ou endofíticos isolados de vários ambientes, como solo, plantas, resíduos vegetais e água, e são geralmente aplicados a sementes ou rizosfera, estimulando os processos naturais de desenvolvimento das plantas (Calvo et al., 2014). A maioria dos inoculantes é composta por bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP), que atuam direta ou indiretamente no ciclo biológico de nutrientes, na produção de hormônios e na defesa contra patógenos, o que pode levar ao aumento do crescimento vegetativo e radicular (Bashan et al., 2014; Calvo et al., 2014). Os gêneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia* e *Azotobacter* apresentam resultados promissores em diversas culturas de gramíneas, como milho, trigo, cana-de-açúcar, sorgo, forrageiras e arroz (Montañez et al., 2012; Calvo et al., 2014; Hungria et al., 2016). Espécies de *Azospirillum* têm sido usadas como inoculantes em diferentes partes do mundo, inclusive no Brasil (Baldani; Baldani 2005; Fukami et al., 2018). Esses microrganismos são capazes de fixar nitrogênio atmosférico e produzir vários tipos de fito-hormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas

(Bashan; de-Bashan 2010; Cassán et al., 2014; Fukami et al., 2016). *Bacillus* podem influenciar o crescimento das plantas, aumentar a produção, solubilizar fosfato e potássio e proteger as plantas contra patógenos (Idriss et al., 2002; Wahyudi et al., 2011). Há evidências de que 80% dos microrganismos isolados da rizosfera de diferentes culturas têm a capacidade de produzir auxinas (AIA) usando metabólitos secundários (Chandra; Singh, 2016). Este fito-hormônio promove mudanças no controle do crescimento vegetativo em plantas (Gupta et al., 2015; Chandra; Singh, 2016) e pode levar ao aumento de volume, ramificação e comprimento da raiz, especialmente nos estágios iniciais de desenvolvimento (Cassán et al., 2014) proporcionando, conseqüentemente, maior acesso aos nutrientes do solo e à água. Diferentes estudos indicam que existem concentrações bacterianas ótimas para que as BPCP tenham efeito positivo na germinação das sementes, no crescimento das plântulas e na morfologia das raízes (Cassán et al., 2009; Fallik et al., 1988; Fages, 1994; Puente et al., 2009), e que, dependendo da concentração de células, os efeitos podem ser inibidores (Fallik et al., 1988; Arsac et al., 1990; Puente et al., 2009).

Pesquisas relatam que a espécie *A. brasilense* vem apresentando resultados satisfatórios em agroecossistemas quando associada às plantas da família Poaceae como o milho, aveia, trigo e arroz (DÖBEREINER, 1977).

Bacillus subtilis se caracteriza por ser uma bactéria Gram-positiva. Produz enzimas hidrolíticas extracelulares que degradam polissacarídeos; produz antibióticos lipopeptídicos, da família surfactina, bacitracina e polimixina; sobrevive sob temperaturas que variam de 55 a 77 °C, e é considerada um agente de controle biológico por promover o desenvolvimento de plantas e prevenir doenças no solo (RAGAZZO-SÁNCHEZ et al., 2011). A promoção de crescimento ocasionada por *B. subtilis* proporciona o aumento fisiológico de metabólitos que desencadeiam a sensibilidade do sistema radicular as condições externas, proporcionando a facilitação da percepção e absorção de nutrientes (MANJULA; PODILE, 2005). Isolados de *B. subtilis* também têm a capacidade de conduzir a regulação hormonal de plantas, como relatado por Tsavkelova et al. (2006) e Persello-cartieaux et al. (2003), governando assim, o controle do crescimento radicular pela síntese de auxina, giberelina e citocinina.

Dentre uma das importâncias das bactérias estudadas está a sua influência na solubilização de fosfato do solo. Segundo Gerke (1992), a concentração de P em solução é aumentada através de ácidos orgânicos de baixo peso molecular, excretados por microrganismos, por mecanismos de quelação e reações de troca. Esses ácidos orgânicos têm sido considerados um dos principais mecanismos para disponibilização de P. Os microrganismos solubilizadores de fosfato inorgânico constituem cerca de 5 a 10% da microbiota total dos solos. A diversidade e a população desses microrganismos são consideravelmente superiores na rizosfera (NAHAS et al., 1994). Estirpes dos gêneros *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Rhizobium* estão entre as bactérias mais eficientes na solubilização de P (RODRIGUEZ & FRAGA, 1999).

O *Bacillus subtilis*, é uma bactéria habitante natural do solo, que produz antibióticos, enzimas e fito hormônios que vai proporcionar benefícios para as plantas. É uma espécie microbiana, também descrita como rizobactéria promotora de crescimento de plantas. A rizobactéria promotora de crescimento de plantas é um agente potencial para controle biológico de fitopatógenos, como por exemplo, os nematoides (KLOEPPER et al., 1999). Essas rizobactérias podem acabar ou controlar as doenças por modos de ação: por antagonismo relacionado à produção de antibióticos antifúngicos como iturina em *B. subtilis* (ARAÚJO et al., 2005).

As BPCPs do solo podem atuar de forma isolada ou em associações com outras RPCPs e fungos micorrízicos arbusculares vesiculares. A interação ou a combinação com diferentes organismos no solo são capazes de produzir inúmeros efeitos benéficos nas plantas por sinergia. (DARTORA et al., 2016)

2.3 Estudos desenvolvidos com bactérias diazotróficas e promotoras de crescimento de plantas

Quadros et al. (2014) avaliaram características agrônômicas e o rendimento de grãos de três híbridos de milho, P32R48, AS 1575 e SHS 5050, inoculados com uma mistura de três espécies de *Azospirillum* (*A. brasilense*, *A. lipoferum*, *A. oryzae*). Observaram que o teor de clorofila foi significativamente maior até o estágio R3 das plantas, para os três híbridos testados, aumentou o rendimento da matéria seca da parte aérea, dos híbridos AS 1575 e SHS 5050, o peso de 1000 grãos, para o

híbrido P32R48 e altura, para o AS 1575. Concluíram que houve interação entre os genótipos de milho e as bactérias inoculadas, que cada híbrido testado respondeu de forma diferente à inoculação, que a inoculação demonstrou estimular o desenvolvimento das plantas no período vegetativo, aumentando a probabilidade de obter-se um estande de plantas uniforme, maior resistência ao estresse e maior concentração de clorofila nas folhas.

A utilização de estirpes de *Azospirillum brasilense* (Cd) demonstrou grande potencial na fixação biológica em meio de cultura, o que contribui com uma série de fatores, dentre eles a influência da bactéria na germinação da semente (SABINO et al., 2012). Ramamoorthy et al. (2000) e Kannan e Ponmurugan (2010) verificaram que as sementes tratadas com a bactéria diazotrófica apresentaram um aumento na sua germinação, isto é, sobressaindo em comparação à ausência da bactéria. Dados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (2010), onde as bactérias diazotróficas aumentaram a velocidade de germinação. Além destas influências, Moura (2011) verificou que a inoculação de 200 mL do produto com estirpes Abv5 e Abv6 de *Azospirillum brasilense* (2×10^8 unidades formadoras de colônias mL⁻¹), associada a doses de N em cobertura (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹), proporcionou incremento no número de perfilhos em aproximadamente 11% comparado ao tratamento sem inoculante. Em relação ao número de panículas, verificou-se que em tratamentos com uso de *A. brasilense* os resultados foram estatisticamente superiores quando comparados com a ausência do mesmo (MOURA, 2011).

Muitos experimentos de inoculação utilizando as espécies de *Azospirillum brasilense* e *Azospirillum lipoferum* foram realizados em diferentes países para avaliar o efeito sobre o rendimento dos cultivos. Em vários destes ensaios se demonstrou aumento no conteúdo de nitrogênio, fósforo, potássio e outros minerais nas plantas inoculadas e, em cerca de 70% destes ensaios, foram comprovados aumentos de produtividade de até 30%. Em geral, aproximadamente 90% dos experimentos efetuados em condições de campo relatados na literatura demonstram que é possível reduzir entre 40% a 50% a quantidade de adubo nitrogenado em cereais, sem que se observa redução no rendimento (Döbereiner & Pedrosa, 1987; Reddy & Ladha, 2000).

Produtos formulados a partir de *Bacillus subtilis* vêm sendo utilizados, desde 1983, nos EUA para o tratamento de sementes de amendoim, entre outras culturas,

contra vários fitopatógenos (WELLER, 1988). O isolado GB03 de *B. subtilis* foi utilizado para inoculação de mais de 2 milhões de hectares de diversas culturas em 1994. O produto é comercializado tanto para proteção das raízes quanto para estimular o desenvolvimento das plantas. Por suas características, esse isolado de *B. subtilis* coloniza tanto monocotiledôneas como dicotiledôneas. Em experimento com o tomateiro, o maior crescimento da parte aérea de tomate tratado com *B. subtilis* caracteriza a bactéria como promotora de crescimento de planta, esse efeito pode ser devido, em parte, à produção de fito-reguladores vegetais por *B. subtilis* na rizosfera (ARAÚJO et al., 2005).

O gênero *Pseudomonas*, abrange uma gama de organismos muito versáteis, com diversas características, e para o interesse agrônômico, são capazes de atuar na promoção do crescimento de plantas e no biocontrole de fitopatógenos (FREITAS, et al, 2003). As 17 *Pseudomonas fluorescentes* possuem a característica de atuar diretamente e indiretamente na planta, produzindo reguladores de crescimento vegetal e solubilizando fósforo (diretamente), e, produzindo metabólitos secundários, (β 1-3 glucanase, sideróforos e antibióticos), que auxiliam no controle de microrganismos deletérios presentes no solo (FONSECA et al, 2000).

Muitas espécies de *Pseudomonas* podem ser utilizadas na conservação do meio ambiente e na biorremediação de solos contaminados pois possuem a habilidade de degradar compostos xenobióticos (Bundy et al., 2004).

Stolte (2019) avaliou a influência de *Bacillus spp.* na promoção de crescimento da cultivar de arroz irrigado GURI INTA CL e observou que em experimento in vitro, o isolado de *B. amyloliquefaciens* promoveu um aumento do comprimento e massa de matéria seca radicular. Nenhum dos tratamentos promoveu aumento da massa de matéria fresca e seca de parte aérea e na massa de matéria fresca radicular. O autor verificou diferenças quanto a atuação *B. methylotrophicus* não formulado e *B. methylotrophicus* formulado. Quando em uso formulado, todos os parâmetros avaliados apresentaram índices menores que a testemunha, sendo que comprimento de parte aérea e massa da matéria seca da raiz, tiveram um desenvolvimento significativamente menor, enquanto o uso do não formulado, apresentou incremento em todas as análises, com significativo aumento do comprimento radicular. O tratamento que utilizou *B. licheniformis* + *B. subtilis* apresentou diminuição do comprimento da raiz e na massa da matéria fresca da

parte aérea. Esse mesmo autor avaliou os mesmos tratamentos em casa de vegetação, com lâmina d'água, simulando a irrigação por inundação, e observou que todos os tratamentos tiveram incrementos no comprimento e massa da matéria

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do Campus Itaqui da Universidade Federal do Pampa, nos meses de novembro e dezembro de 2022. A área está localizada nas coordenadas geográficas 29° 12 28 Sul e 56° 18 28 Oeste e altitude de 64 m, em solo (Tabela 1) classificado como Plintossolo Háplico (EMBRAPA, 2013).

Tabela 1. Análise de solo da área experimental do Campus Itaqui/UNIPAMPA, em coleta de 0-20 cm de profundidade.

| | |
|----------------------------|-------------|
| Argila (%) | 18 |
| pH | 5,2 |
| Índice SMP | 6,2 |
| P mg/L | 1,6 |
| K mg/L | 27 |
| M.O % | 1,6 |
| Al cmolc/L | 0,6 |
| Ca cmolc/L | 3,1 |
| Mg cmolc/L | 1,2 |
| CTC cmolc/L | 7,4 |
| H + Al cmolc/L | 3,0 |
| Sat. da CTC Bases % | 59,3 |
| Sat. da CTC Al % | 12,1 |

Fonte: Unipampa Itaqui (2022)

Foram avaliados dois produtos à base de bactérias no tratamento de sementes, com intuito de analisar o potencial de crescimento inicial, na cultura do

arroz. O primeiro é a base de *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* e o segundo, *Bacillus* spp.

A cultivar de arroz IRGA 424 RI utilizada no trabalho recebeu tratamento com agroquímicos (Tabela 2) e posteriormente o tratamento com os insumos biológicos.

Tabela 2. Produtos protetivos, nutritivos e regulador de crescimento, com suas doses utilizadas no tratamento de sementes

| PRODUTO | DOSE |
|----------------|-------------|
| Maxim XL | 850 mL |
| Shelter | 680 mL |
| Sombrero | 1,2 L |
| Zintrac | 2,5 L |
| Stimulate | 1,7 L |

Fonte: Do autor (2022)

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos: T1 (sem inoculação), T2 (*Azospirillum* + *Pseudomonas*), T3 (3 espécies de *Bacillus*) e T4 (*Azospirillum* + *Pseudomonas* e 3 espécies de *Bacillus*). Cada repetição constou de 1m², totalizando uma área de 20 m². (para a descrição dos tratamentos).

Para o tratamento de sementes foi usado dois produtos, o BIOTRIO como fonte dos *Bacillus spp* e o Accelerate fertility do *Azospirillum* e *Pseudomonas*, a dose recomendada para ambos produtos, para a cultura do arroz é de 100 mL/ha. A dose utilizada para o experimento foi de 1 mL/produto, que foi aplicado sobre as sementes em sacos plásticos, de acordo com os tratamentos (Tabela 3). Para homogeneização, os sacos plásticos foram agitados por 5 minutos após a aplicação do produto.

Tabela 3. Bactérias promotoras de crescimento em plantas (BPCP) utilizadas no tratamento de sementes de arroz da cultivar IRGA 424 RI.

| Tratamentos | BPCP | Produto comercial | Estirpe | Dose |
|--------------------|---|---|--|-------------|
| T1 (Controle) | Sem inoculação de insumos biológicos | - | - | - |
| T2 | <i>Pseudomonas fluorescens</i> e <i>Azospirillum brasilense</i> | Sementes com Accelerate fertility | CNPSo2719 e AbV6 | 1 mL |
| T3 | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B.amyloliquefa</i> <i>ciens</i> e <i>B.pumilus</i> | Sementes com Biotrio | CCTB04, CCTB09 e CCTB05 | 1 mL |
| T4 | <i>Pseudomonas fluorescens</i> e <i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B.amyloliquefa</i> <i>ciens</i> e <i>B.pumilus</i> | Sementes com Accelerate fertility + Sementes com Biotrio | CNPSo2719, AbV6, CCTB04, CCTB09 e CCTB05 | 1 mL + 1mL |

A semeadura ocorreu no dia 25 de outubro de 2022, na quantidade de 80 kg ha⁻¹, sendo convertida para a área de 20 m², chegando à quantidade de 0,160 kg que foram divididos nas repetições dos tratamentos.

As avaliações foram realizadas aos 30 dias após a semeadura e foram com relação às variáveis: comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, maior folha, massa fresca e massa seca da parte aérea e massa fresca e seca da raiz.

As coletas das plantas para as análises realizadas foram feitas de forma aleatória em cada repetição, alisando-se 15 plantas por repetição. As plantas foram coletadas e as raízes lavadas em água corrente até a retirada do solo aderido às mesmas. Posteriormente, foram levadas ao laboratório onde foram medidas e pesadas.

Para as medições de comprimento de parte aérea e comprimento de raiz foi utilizada uma régua e, posteriormente, pesadas individualmente em balança analítica de precisão.

Para a determinação da avaliação da massa seca da parte aérea e raiz, as amostras foram acondicionadas em envelope de papel kraft, levadas à estufa, a temperatura de 63°C, com circulação de ar forçada até peso constante. Após esse período, as plantas foram pesadas em balança analítica de precisão.

Os resultados do experimento foram analisados pelo software SISVAR, submetidos a testes de variância e as médias comparadas, quando significativas, foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0.05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Numa forma geral, o T1 (sem inoculação de insumos biológicos) foi inferior a todos os tratamentos, T2 (*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense*), T3 (*Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefaciens* e *B.pumilus*) e T4 (*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefaciens* e *B.pumilus*) em quase todas as variáveis analisadas, exceto para o comprimento de maior folha (CMF) onde foi constatado que não houve uma diferença significativa pelo teste. Para o comprimento de parte aérea (CPA), os tratamentos inoculados com insumos biológicos levaram a uma diferença significativa quando comparados ao tratamento controle (sem inoculação de insumos biológicos), 40% em incremento do T4

(*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefaciens* e *B.pumilus*) e 35,71% do T2 (*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense*) (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento da maior folha (CMF) de plantas de arroz, cultivadas com sementes tratadas com insumos biológicos, a campo, aos 30 dias após a semeadura. Itaqui – RS, 2022.

| Tratamento | CPA (cm) | CR (cm) | CMF (cm) |
|---|----------|---------|----------|
| 1- Sem inoculação de bactérias | 0,09 b | 0.09 b | 0.10 a |
| 2 – Sementes com Accelerate fertility** | 0,14 a | 0.14 a | 0.12 a |
| 3 – Sementes com Biotrio** | 0,14 a | 0.12 a | 0.12 a |
| 4 - Sementes com Accelerate fertility e Biotrio | 0,15 a | 0.15 a | 0.14 a |
| Média | 0,13 | 0.13 | 0.12 |
| CV (%) | 9,31 | 19,34 | 25,01 |

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Skott-knott

** Accelerate fertility - insumo formulado com *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense*

** Biotrio – insumo formulado com *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus pumilus*.

O comprimento de raiz (CR) todos os tratamentos inoculados com insumos biológicos ocasionaram um incremento significativo na comparação com o T1 (sem inoculação de insumos biológicos), sendo 35,71%, 25% e 40% para os tratamentos T2, T3 e T4, respectivamente. Esses resultados corroboram com outro trabalho nesse sentido. Souza et al. (2019) avaliaram duas cultivares de arroz irrigado, BRS Catiana e BRS A 702 CL, sob ação de diferentes microrganismos e observaram incrementos significativos no comprimento radicular em ambas cultivares. Para a cultivar BRS Catiana, houve um aumento médio de 25,7% de aumento radicular, quando tratadas com isolados *Bacillus* sp. (BRM32110) e *Pseudomonas* sp. (BRM32112), enquanto a cultivar BRS A 702 CL, teve um aumento médio de 31%, no comprimento radicular, quando comparado com o tratamento controle. Os mesmos autores observaram que provavelmente as cultivares devem ter produzido diferentes exsudatos e com isso selecionado diferentes microrganismos, causando efeitos distintos em cada genótipo. Como visto no trabalho citado, todas as plantas apresentaram um crescimento de sistema radicular, tanto de massa fresca, como em

massa seca, na cultura do arroz, contribuindo para a absorção de água e nutrientes, desta forma, as plantas obtiveram uma maior capacidade de um crescimento de parte aérea, gerando uma maior área foliar, sendo fundamental para a interceptação da radiação solar. Resultado semelhante foi encontrado em experimento conduzido por Sousa et al. (2019), em que sementes microbiolizadas com rizobactérias proporcionaram maior comprimento radicular em plântulas de arroz irrigado, em comparação com plântulas do tratamento controle. Nesse contexto, nota-se que as RPCV podem incrementar a produção de fitohormônios proporcionando maior desenvolvimento radicular e implicando em vários efeitos benéficos nas plantas como maior absorção da água e minerais, podendo acarretar em plantas com maior vigor e conseqüentemente mais produtivas (HUNGRIA 2011, Nascente et al. 2017).

No comprimento de maior folha (CMF) não houve diferença significativa entre os tratamentos. (Tabela 4)

Para massa fresca de parte aérea (MFPA) e matéria seca de parte aérea (MSPA) houve um incremento positivo em todos os tratamentos que foram inoculados com insumos biológicos quando comparados com o T1 (sem inoculação de insumos biológicos). A matéria seca da parte aérea das plantas do T2 (*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense*) apresentaram um acréscimo de 70,27% e do T4 (*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefaciens* e *B.pumilus*) de 64,51% (Tabela 5). No experimento de Kuss et al. (2008), o qual avaliou o desenvolvimento do arroz em uma câmara de crescimento, verificou que o *Azospirillum brasilense* foi capaz de aumentar a produção tanto de massa fresca como seca de algumas cultivares de arroz utilizadas. Barbosa et al. (2016) observaram que diferentes inoculações com *Azospirillum* resultou no aumento de biomassa da parte aérea de 113% quando comparado com o tratamento testemunha.

Tabela 5. Matéria fresca de parte aérea (MFPA), matéria fresca de raiz (MFR), matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) de plantas de arroz, cultivadas com sementes tratadas com insumos biológicos, a campo, aos 30 dias após a semeadura. Itaqui – RS, 2022.

| Tratamento | MFPA (g) | MFR (g) | MSPA (g) | MSR (g) |
|---|----------|---------|----------|---------|
| 1- Sem inoculação de bactérias | 0.22 c | 0.06 b | 0.11 c | 0.03 b |
| 2 – Sementes com Accelerate fertility** | 0.74 a | 0.06 b | 0.37 a | 0.04 b |
| 3 – Sementes com Biotrio** | 0.52 b | 0.02 b | 0.24 b | 0.01 b |
| 4 - Sementes com Accelerate fertility e Biotrio | 0.66 a | 0.12 a | 0.31 a | 0.07 a |
| Média | 0.53 | 0.06 | 0.26 | 0.04 |
| CV (%) | 20,67 | 45,17 | 19,50 | 32,49 |

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Skott-knott

** Accelerate fertility - insumo formulado com *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense*

** Biotrio – insumo formulado com *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus pumilus*.

Para as variáveis analisadas, matéria fresca de raiz (MFR) e matéria seca de raiz (MSR), apenas o T4 (*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens* e *B. pumilus*) foi superior aos demais. Para matéria seca da raiz (MSR) houve um incremento de 57,14% na comparação ao T1 (sem inoculação de insumos biológicos). Em trabalho conduzido por Sperandio et al. (2017), avaliou-se a cepa BRM32110 (*Bacillus sp.*) com outro microrganismo e, concluiu-se que houve um aumento de biomassa de raiz, corroborando com o resultado desse estudo, onde se teve aumento de comprimento radicular e biomassa de raiz. Rêgo et al. (2014) notaram diferenças na anatomia e bioquímica em plantas tratadas com *Pseudomonas fluorescens* em consórcio com *Burkholderia pyrrocinia* em raízes de plantas de arroz de terras altas. (que podem esclarecer os resultados obtidos nesse trabalho. Você só pode deixar essa frase se explicar o que esclareceu!!) Oliveira et al. (2003) relatam que as RPCV podem produzir hormônios vegetais que melhoram a estrutura radicular das plantas. Assim, o maior desenvolvimento radicular pela inoculação com RPCV pode proporcionar incrementos na absorção da água e minerais, maior tolerância a estresses como salinidade e seca, resultando em planta mais vigorosa e produtiva (HUNGRIA,

2011). Entretanto, ainda são poucos os resultados que mostram o efeito desses microrganismos no desenvolvimento radicular de plantas de arroz irrigado.

O T4 (*Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefaciens* e *B.pumilus*) foi o que apresentou maior incremento no crescimento de plantas de arroz, no maior número de variáveis analisadas, em comparação ao T1 (sem inoculação de insumos biológicos) demonstrando que há a possibilidade de existir um efeito sinérgico entre as bactérias estudadas, quando são inoculadas no mesmo momento. Fernandes et al. (2020), analisaram a ação de *Bacillus* sp., *P. fluorescens*, *Pseudomonas* sp., *Burkholderia pyrocinia*, *Serratia* sp., *Azospirillum* sp., *A. brasilense*, microbiolizados em sementes, em suspensão aplicados ao solo, 7 dias após a semeadura e em suspensão aplicados sobre as plântulas, 21 dias após a semeadura, aplicados de forma isolada ou em consórcio, sobre a cultivar de arroz BRS A501 CL e, verificaram que se obteve um aumento de 59% no número de perfilhos no arroz, sendo aplicados de forma consorciada.

5 CONCLUSÃO

Os insumos biológicos utilizados de forma separada ou em conjunto proporcionaram acréscimos no crescimento das plantas de arroz avaliadas aos 30 dias após a semeadura.

O tratamento com os dois insumos biológicos, contendo as bactérias *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*, *B.amyloliquefaciens* e *B.pumilus*, apresentou acréscimo em um maior número de variáveis avaliadas, quando comparado aos tratamentos onde os produtos foram utilizados de forma separada.

6 REFERÊNCIAS

AZEVEDO et al. **CARACTERES AGRONÔMICOS EM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO CONDUZIDOS EM ITAQUI/RS.** Disponível em 2020 https://www.sosbai.com.br/uploads/trabalhos/caracteres-agronicos-em-genotipos-de-arroz-irrigado-conduzidos-em-itaquirs_794.pdf Acessado em janeiro 2023.

BALDANI, Vera.; GUIMARÃES, Salomão.; FERREIRA, Joilson.; SABINO, Daniele. **BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS COMO PROMOTORAS DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE ARROZ.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.8, n.15; p.15; p.2337, novembro, 2012. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/encicl>> Acessado em janeiro de 2023.

BATISTA, Josefa. ***Pseudomonas fluorescentes* provenientes da rizosfera de solanáceas no controle de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro.** 2015. Tese (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Brasília, 2015.

FERNANDES, João. **DESEMPENHO AGRONÔMICO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM CONDIÇÕES CONTROLADAS, PROMOVIDO POR MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS.** 2020. Tese (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2020.

FERNANDES, J. P. T.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C. de; LANNA, A. C.; VINÍCIUS, V. S.; SILVA, M. A. **Physio-agronomic characterization of upland rice inoculated with mix of multifunctional microorganisms.** Rev. Caatinga, v. 33, n. 3, p. 679 – 689. Mossoró. Julho - Setembro, 2020.

Ferreira, Daniel Furtado. Sisvar: **a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRITZ et al. **FITOSSANIDADE FREQUÊNCIA DE BACILLUS SPP. EM SOLOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO EM CACHOEIRINHA, RS.** Disponível em 2010 <<https://www.scielo.br/j/brag/a/jbmvb4DsMmWbxRsmJ6T3b9v/?format=pdf>> Acessado em janeiro de 2023.

MODENA, Guilherme. **Inoculação De *Pseudomonas* do grupo fluorescente Como Promotor De Crescimento em milho (*Zea mays* L.).** Orientadora: Glória Regina Botelho. 2019. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Curso de Agronomia, Curitibanos, 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Secretaria de Política Agrícola. Brasil Projeções do Agronegócio 2016/2017 a 2026/2027.** Brasília, DF. Julho, 2017.

MORO, Fabiani. **BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS EM ARROZ IRRIGADO.** Orientadora: Renata Silva Canuto de Pinho. 2022. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2022.

OLIVEIRA, E. **Estudo da associação entre bactérias diazotróficas e arroz irrigado.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 96 p. 1992.

PELIZA, Emanuele Balbinot. **INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL EM SOJA.** Disponível em 2021. repositorio.uergs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1719/_tcc_emanuele_balbinot_pelizza.pdf?sequence=-1&isAllowed=y >> Acessado em janeiro de 2023.

PIRES, Lana. ***Trichoderma asperellum* E *Bacillus subtilis* COMO BIOPROMOTORES NA CULTURA DO ARROZ.** Orientadora: Klênia Rodrigues

Pacheco de Sá. 2019. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - UniEVANGÉLICA, Curso de Agronomia, Anápolis, 2019.

RÊGO, M. C. F.; ILKIU-BORGES, F.; FILIPPI, M. C. C.; GONÇALVES, L. A.; SILVA, G. B. **Morphoanatomical and Biochemical Changes in the Roots of Rice Plants Induced by Plant Growth-Promoting Microorganisms**. Journal of Botany, v.2014, n.1, p.1-10, 2014.

REPKE, Rodrigo Alberto et al. **Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013. Disponível em 2013: <<http://hdl.handle.net/11449/141168>> Acessado em 2022.

SAMPAIO, Fernando. **INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* E *Bacillus subtilis* ASSOCIADA À ADUBAÇÃO NITROGENADA NA NUTRIÇÃO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO CAPIM *Urochloa brizantha* cv. MARANDU**. 2020. Tese (Doutorado em Agronomia) - UNESP. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Ilha Solteira, 2020.

SOSBAI. **Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado**. Disponível em 2020<<https://www.sosbai.com.br/uploads/documentos/recomendacoes-tecnicas-da-pesquisa-para-o-sul-do-brasil_906.pdf>> Acessado em janeiro de 2023.

SOUSA, M. I.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. de C. **Bactérias promotoras do crescimento radicular em plântulas de dois cultivares de arroz irrigado por inundação**. Colloquium Agrariae. v. 15, n. 2, p. 140-145, abr. 2019.

SOUZA et al. **Cepas de *Bacillus* e *Azospirillum* aumentam o crescimento e a absorção de nutrientes em milho em condições hidropônicas** – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 31 p. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 184). Disponível em 2018 <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192818/1/bol-184.pdf>>Acessado em 2023.

SOUZA, Pablo Souza de. **POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE E PRODUTIVIDADE EXPLORÁVEL NAS LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO NO SUL DO BRASIL. 2021.** Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Santa Maria, 2021.

SPERANDIO, E. M.; VALE, H. M. M.; REIS, M. S.; CORTES, M. V. C. B.; LANNA, A. C.; FILIPPI, M. C. C. **Evaluation of rhizobacteria in uplant rice in Brazil: growth promotion and interaction of induced defense responses against leaf blast (*Magnaporthe oryzae*).** Acta Physiologiae Plantarum, v.39, n.1, p.258-270, 2017.