

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

FRANCISCO DE ASSIS DOS SANTOS DINIZ

**POTENCIAL DE *Pseudomonas aeruginosa* NA REDUÇÃO DA SEVERIDADE DE
DOENÇAS FOLIARES DO ARROZ NO MUNICÍPIO DE PIRAPEMAS - MA**

SÃO LUÍS – MA

2019

FRANCISCO DE ASSIS DOS SANTOS DINIZ

**POTENCIAL DE *Pseudomonas aeruginosa* NA REDUÇÃO DA SEVERIDADE DE
DOENÇAS FOLIARES DO ARROZ NO MUNICÍPIO DE PIRAPEMAS - MA**

Monografia apresentado à Coordenação do
Curso de Agronomia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Estadual do
Maranhão para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador (a): Antônia Alice Costa Rodrigues

SÃO LUÍS – MA

2019

Diniz, Francisco de Assis dos.

Potencial de *Pseudomonas aeruginosa* na redução da severidade de doenças foliares do arroz no município de Pirapemas – MA / Francisco de Assis dos Santos Diniz. – São Luís, MA, 2019.

35 f

Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Profa. Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues.

1.Bactérias diazotróficas. 2.Biocontrole. 3.Doenças fúngicas. I.Título

CDU: 633.18-293.7(812.1)

Elaborado por Giselle Frazão Tavares- CRB 13/665

FRANCISCO DE ASSIS DOS SANTOS DINIZ

POTENCIAL DE *Pseudomonas aeruginosa* NA REDUÇÃO DA SEVERIDADE DE
DOENÇAS FOLIARES DO ARROZ NO MUNICÍPIO DE PIRAPEMAS - MA

Monografia apresentado à Coordenação do
Curso de Agronomia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Estadual do
Maranhão para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 12 / 12 / 2019

BANCA EXAMINADORA

Antonia Alice Costa Rodrigues

Profa. Dr^a Antônia Alice Costa Rodrigues (Orientadora)
Doutora em Fitopatologia
Universidade Estadual do Maranhão

Erlen Keila Candido e Silva

Erlen Keila Candido e Silva
Doutora em Fitopatologia
Universidade Estadual do Maranhão

Leonardo de Jesus M.G. de Oliveira

Msc. Leonardo de Jesus Machado Góes de Oliveira
Mestre em Agroecologia
Universidade Estadual do Maranhão

SÃO LUÍS – MA

2019

**Dedico este trabalho
“A DEUS E MINHA FAMÍLIA”.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele não seria possível a conclusão desse trabalho de curso. Louvo o Seu nome que é digno de todo louvor, honra e glória.

Quero agradecer aos meus pais Raimunda Forte dos Santos e Martinho Lima Diniz por terem feito o máximo para eu fazer um curso superior, além do apoio e amor dos dois em minha vida. Agradeço aos meus irmãos Weliton Santos Diniz, Maria de Jesus dos Santos Diniz, Fernanda dos Santos Diniz, Eliana dos Santos Diniz, Marta dos Santos, Jacinta dos Santos Diniz, Francisco José dos Santos Diniz e Fernando dos Santos Ferreira pela companhia e pela ajuda nos momentos difíceis.

A minha orientadora Prof^a Dr. Antônia Alice Costa Rodrigues a quem respeito e admiro como pessoa e profissional, quero agradecer pela oportunidade e confiança.

A minha namorada Rayanne Soerio da Silva agradeço pelo seu amor e companheirismo, pelos incentivos, por toda a confiança colocada sobre mim e por acreditar que sempre sou capaz.

Aos amigos da turma de Agronomia 2015.1 agradeço pelos cinco anos de amizade, lutas e conquistas. Em especial a Luana Correa, Marcus Vinicius e Gustavo Freire, Karlene, Marianne, Hivine.

A todos que trabalham no Laboratório de Fitopatologia meus agradecimentos a Leonardo Góes, Erlen Keila, Rayane, Pedro Bitu, Ivaneide Costa, Danielle Paz, Rafael Chaves, Diogo Sardinha, Muniz Neto, Mônica, Larissa, Anna Chistina, Geusa, Gustavo, Ruan e Larisse.

Aos amigos do Laboratório de Acarologia, Vitória Karla, Dayane Froz, Taynara e Caroline.

E a todos as pessoas que conheci durante o curso de Agronomia, incluindo professores, alunos e servidores. Tudo o que aprendi foi resultado das experiências vivenciadas com todos.

*Todas as coisas vem única e exclusivamente de Deus.
Tudo vive por seu poder, e tudo é para sua glória.
A ele seja a glória para todo o sempre.*

Romanos 11.36, BV

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Severidade de Escaldadura na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	24
Tabela 2 Severidade da mancha dos grãos na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25
Tabela 3 Tabela 3 - Severidade de mancha estreita na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	26
Tabela 4 Severidade de mancha foliar na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27
Tabela 5 Severidade de mancha parda na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Cultura do arroz	14
2.2	Principais doenças da cultura do arroz	15
2.3	Manejo de doenças da cultura do arroz	18
2.4	Bactérias diazotróficas.....	19
3	METODOLOGIA	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa*) é um produto de grande importância socioeconômica para muitos países, principalmente países em desenvolvimento, constituindo-se em alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas. A produtividade da cultura do arroz pode ser prejudicada por vários fatores, como as doenças fúngicas, que causam danos variáveis entre 20 e 50 % na produtividade do arroz. As principais medidas para o manejo das doenças na cultura do arroz são o uso de cultivares resistentes e de fungicidas. Entretanto, cultivares de arroz resistentes muitas vezes não estão acessíveis para comercialização ou têm sua vida útil reduzida devido a falta de estratégia de uso, já a utilização de fungicidas além de elevar os custos de produção tem baixa eficiência e pode trazer risco ao meio ambiente. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do uso de estirpes bacterianas *Pseudomonas aeruginosa* no manejo das principais doenças da cultura do arroz, através da microbiolização de sementes e aplicação de solução bacteriana na área foliar das plantas. Foram utilizadas as estirpes bacterianas SNF e DACAR de *P.aeruginosa*. para a confecção dos tratamentos, essas estirpes fazem parte da coleção biológica do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão. Os tratamentos foram: testemunha absoluta; testemunha com adubação; sementes microbiolizadas com SNF + pulverização aos 30 e 60 dias; sementes microbiolizadas com DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias; sementes microbiolizadas com SNF + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias; sementes microbiolizadas com DACAR + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias; sementes microbiolizadas com SNF e DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias; sementes microbiolizadas com SNF e DACAR + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias. Foram avaliadas as severidades das doenças mancha parda, escaudadura, mancha estreita, mancha dos grãos e mancha foliar, utilizando escalas de nota específicas para cada doença. Os resultados mostraram que os isolados bacterianos de *P. aeruginosa* SNF e DACAR apresentaram potencial para o biocontrole das doenças foliares escaudadura e mancha parda do arroz. O uso das estirpes SNF e DACAR poderá ser uma importante alternativa para controle de doenças do arroz, pois essas bactérias apresentam vários mecanismos de ação contra os agentes patogênicos o que prolonga a eficiência desse método.

Palavras-chave: Bactérias Diazotróficas, Biocontrole; Doenças Fúngicas.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa*) is a product of great socioeconomic importance for many countries, especially developing countries, and is a staple food for about 2.4 billion people. Rice crop yield can be impaired by a number of factors, such as fungal diseases, which cause 20-50% damage to rice yield. The main measures for rice disease management are the use of resistant cultivars and fungicides. However, hardy rice cultivars are often unavailable for sale or shortened due to lack of use strategy, whereas the use of fungicides in addition to raising production costs has low efficiency and may pose a risk to the environment. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effects of the use of bacterial strains *Pseudomonas aeruginosa* in the management of the main diseases of rice crop, through seed microbiolization and application of bacterial solution in the leaf area of plants. *P. aeruginosa* bacterial strains SNF and DACAR were used. For the preparation of the treatments, these strains are part of the biological collection of the Laboratory of Phytopathology of the State University of Maranhão. The treatments were: absolute control; fertilizer witness; microbiolized seeds with SNF + spray at 30 and 60 days; microbiolized seeds with DACAR + spray at 30 and 60 days; microbiolized seeds with SNF + fertilizer + spray at 30 and 60 days; microbiolized seeds with DACAR + fertilizer + spray at 30 and 60 days; microbiolized seeds with SNF and DACAR + spraying at 30 and 60 days; microbiolized seeds with SNF and DACAR + fertilizer + spray at 30 and 60 days. The severity of brown spot, scalding, narrow spot, grain spot and leaf spot disease were evaluated using disease-specific grade scales. The results showed that bacterial isolates of *P. aeruginosa* SNF and DACAR showed potential for biocontrol of leaf blight and brown spot rice diseases. The use of strains SNF and DACAR may be an important alternative for rice disease control, as these bacteria have several mechanisms of action against pathogens, which prolongs the efficiency of this method.

Keywords: Diazotrophic Bacteria, Biocontrol; Fungal diseases.

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um produto de grande importância socioeconômica para muitos países, principalmente países em desenvolvimento, é um alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas. No Brasil a maior parcela da produção de arroz é proveniente do sistema de cultivo irrigado, que é responsável por 75 % da produção nacional, e no sistema de terras altas onde o arroz pode ser cultivado com irrigação suplementar por aspersão (EMBRAPA, 2019).

Na safra de 2018/2019 os países integrantes do Mercosul produziram 15,5 milhões toneladas de arroz em casca, isso representa uma redução de 1,68 % em relação à safra anterior, para o Brasil a estimativa de produção é de 11,2 milhões de toneladas (CONAB, 2019a).

A produtividade da cultura do arroz pode ser prejudicada por vários fatores, como as doenças fúngicas, que causam danos variáveis entre 20 e 50 % na produtividade de arroz (BALARDIN; BORIN, 2001). A mancha dos grãos pode causar perdas variáveis entre 12 e 30 % no peso e redução de 18 a 22 % no número de grãos cheios por panícula (FILIPPI; PRABHU, 1998).

As principais doenças fúngicas da cultura do arroz são a brusone (*Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc), mancha parda (*Drechslera oryzae* (Breda de Hann) Subr.&Jain (sin. *Bipolaris oryzae*), mancha estreita (*Cercospora oryzae*, Miyek), escaldadura *Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W. Gams e manchas dos grãos (*Phoma* sp., *Drechslera oryzae*, *Curvularia lunata*, *Nigrospora oryzae*, *Alternaria* sp., *Fusarium* sp.) e Mancha foliar (*Curvularia lunata*) (DALLAGNOL et al., 2006; FIALLOS et al., 2011; SILVA et al., 2014).

As principais medidas existentes para o manejo das doenças na cultura do arroz, são o uso de cultivares resistentes e aplicação de fungicidas (LUDWIG et al., 2009). Entretanto, cultivares de arroz resistentes, muitas vezes, não estão acessíveis para comercialização ou têm sua vida útil reduzida devido quebra de resistência pela geração de novas raças de patógenos (PRABHU; FILIPPI; ARAÚJO, 2002). A utilização de fungicidas além de elevar os custos de produção, tem baixa eficiência, e grande parte dos fungicidas possuem resistência a degradação biológica e química, e persistem por mais tempo no meio ambiente (TEIXEIRA; FILIPPI; PRABHU, 1997).

Diante desse cenário o uso do controle biológico na cultura do arroz, através de microbiolização de sementes e pulverização das plantas com suspensão bacteriana, aparece como uma alternativa viável.

As bactérias diazotróficas são microrganismos capazes de fixar o nitrogênio atmosférico. Elas podem viver livre no solo, associadas a espécies vegetais, tanto na rizosfera quanto endofiticamente, ou formar simbioses, como ocorre em muitas leguminosas. As bactérias diazotróficas associativas são encontradas em diferentes espécies vegetais, incluindo diferentes representantes da família *Poacea*, tais como arroz, milho (*Zea mays* L.) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (BHATTACHARJEE; SINGH; MUKHOPADHYAY, 2008; MOREIRA et al., 2010).

As bactérias diazotróficas atuam diretamente no crescimento dos vegetais pela produção de ácido cianídrico, fitohormônios, enzimas como a ACC-deaminase, mineralização de nutrientes, solubilização de fosfatos, fixação do nitrogênio e aumento da absorção pelas raízes, entre outros (CONN; NOWAK; LAZAROVITS, 1997; LAZAROVITZ; NOWAK, 1997).

Os principais gêneros e espécies de bactérias diazotróficas envolvidos na promoção do crescimento de plantas ou biocontrole são *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. e *Streptomyces* spp. (SILVEIRA, 2001). A microbiolização de sementes de arroz com *Pseudomonas fluorescens* (Flugge) Migula, *Bacillus subtilis* (Cohn), *Bacillus* sp. e *Stenotrophomonas malthophilia* (Swings) é considerada um tratamento eficiente no controle da Queima-das-bainhas (*Rhizoctonia solani* Kuhn) tanto pela capacidade destes em reduzir a doença, quanto pela possibilidade de aumento da eficiência, utilizando associados a compostos que estimulem sua atividade (LUDWIG; MOURA, 2007).

Pelo exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de *Pseudomonas aeruginosa* no manejo das principais doenças da cultura do arroz, através da microbiolização de sementes e aplicação de solução bacteriana na área foliar das plantas em condições de campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do arroz

O arroz é cultivado há muitos séculos pelo homem, por volta de 2.800 a.C. já era plantado pelos antigos impérios chineses (FLANDRIN; MONTANARI, 1998). No Brasil, o arroz foi trazido por Pedro Álvares Cabral, contudo o cultivo dessa cultura só foi iniciado depois de 1530, na capitania de São Vicente, mais tarde houve sua disseminação pelas regiões litorâneas, com destaque para a região Nordeste (PEREIRA, 2002).

O arroz é um dos principais cereais produzidos no mundo, com produção aproximada de 502 milhões de toneladas por ano. O Brasil está entre os dez principais produtores de arroz no mundo, com uma produção de 10,6 milhões de toneladas produzidas por ano (CONAB, 2019b). A maior parte da produção brasileira, 75 % provem do sul do país, onde o arroz é cultivado com o sistema de irrigação por inundação que fornece melhores condições para o desenvolvimento da cultura do arroz (SOSBAI, 2016).

No Brasil o arroz é cultivado em dois sistemas: o sistema irrigado principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina com uma área de 1,2 milhões de hectares e o sistema de terras altas que ocupa uma área de 2 milhões de hectares (SOSBAI, 2016). Nas últimas décadas a área plantada com o sistema de terras altas vem diminuindo devido as oscilações na produção causadas pelas variações climática e ataques de doenças comum no sistema de terras altas (PRABHU, 1980). Há propriedades que fazem uso do sistema de terras altas com produtividades iguais ou inferior a 1000 kg/ha, enquanto que no sistema de cultivo irrigado por inundação a produtividade é bem superior podendo chegar a 10 t/ha (CONAB, 2015).

O Maranhão é o maior produtor de arroz da região Nordeste destacando-se por ter uma das maiores áreas plantadas deste cereal no país, e por ocupar a quarta posição em volume de colheita, sendo suficiente para abastecer até 80 % do mercado interno (OLIVEIRA et al., 2016). A produtividade média do arroz no Maranhão está estabilizada entre 1.350 e 1.580 kg/ha, valor muito inferior à média nacional, que gira em torno de 4.500 kg/ha. O Estado se destaca também pelo consumo *per capita* do arroz que varia entre 60 a 82 kg/habitante/ano (EMBRAPA, 2015).

No Maranhão, a maior parte da produção de arroz é originada do sistema de cultivo realizado pelos produtores familiares, que normalmente é cultivado no sistema de terras altas e utilizam uma grande variedade de cultivares crioulas (MARQUES et al, 2015). Existem aproximadamente 860 mil agricultores familiares, onde parte desses agricultores é responsável por 89 % da produção de arroz do Estado (SECRETARIA, 2016). Os produtores de arroz do Estado utilizam, predominantemente, o sistema de cultivo em terras altas, que é caracterizado pela baixa utilização de insumos agrícolas e baixo emprego de tecnologias convencionais (FILHO et al, 2009). Entretanto, parte das lavouras de arroz de terras altas vem sendo gradativamente substituídas por outros sistemas produtivos, que para os produtores são mais lucrativos, como exemplo a pecuária de corte e a criação de animais de pequeno porte (CONAB, 2018).

O arroz é componente na dieta de mais da metade da população mundial, sua importância é maior para os países em desenvolvimento como o Brasil e países asiáticos (WALTER et al., 2008). O arroz é uma excelente fonte de energia, possui alta quantidade de amido, pequena fração de proteínas, vitaminas, minerais, além de possuir baixo teor de lipídios (BASSINELLO; LUZ; FERREIRA, 2017). Há variedades de arroz que possuem concentrações de compostos fenólicos na camada do pericarpo tais como as antocianinas, que estão relacionados ao bom funcionamento do organismo (MASSARETTO, 2013).

Entre os principais fatores limitantes para alcançar alta produtividade e qualidade dos grãos na rizicultura estão as doenças fúngicas foliares que diminuem a área foliar das plantas e a capacidade de produzir fotoassimilados (SANTOS, SANTIAGO, 2014). Outros fatores que causam diminuição na produtividade do arroz são o uso de populações muito adensadas e adubações incorretas (MARCHEZANI et al., 2007), assim como a compactação e baixa fertilidade do solo (GUIMARÃES; MOREIRA, 2001).

2.2 Principais doenças da cultura do arroz

A brusone do arroz, causada pelo fungo *Pyricularia grisea* é considerada a principal doença da cultura do arroz em muitas áreas de cultivo (SANTOS et al., 2005). Esta doença acomete o arroz de terras altas (sequeiro) e irrigado, causando enormes perdas na cultura do arroz (PRABHU, BEDENDO, FILIPPE, 1995).

As condições climáticas mais importante para o surgimento da brusone são presença de chuvas, formação de orvalho, oscilação da temperatura durante o dia e a noite e alta umidade (BEDENDO; PRABHU, 2005). A medida mais eficiente para controlar a brusone é o uso de cultivares com resistência vertical (PRABHU, BEDENDO, FILIPPE, 1995). Entretanto, a grande variabilidade genética existente entre as raças de *P. grisea* aliado às condições ambientais adequadas ao desenvolvimento do patógeno nas lavouras causam a perda da resistência das variedades e o controle da brusone com variedades resistentes fica comprometido (SANTOS et al., 2005). As fontes de inóculo podem ser sementes infectadas, esporos sobreviventes em restos culturais ou trazidos pelo vento de plantações próximas, plantadas anteriormente (SANTOS; SANTIAGO, 2014).

A mancha parda do arroz, ocasionada pelo fungo *Bipolares oryzae*, é bastante prejudicial nas áreas de arroz irrigado e de sequeiro favorecido, manifesta-se nas folhas na fase de floração e posteriormente nos grãos (PRABHU, BEDENDO, FILIPPE, 1995). Os danos podem ir desde perdas na germinação das sementes, má formação do stand de plantas e redução da área foliar ativa das plantas (NUNES; RIBEIRO; TERRES, 2004). Os problemas com a mancha parda têm aumentado em muitas regiões do país devido ao uso de cultivares suscetíveis a essa doença (LUDWIG; MOURA, 2009).

A mancha estreita é causada pelo fungo *Cercospora oryzae*, trata-se de uma doença de ocorrência mundial, no Brasil essa doença tem pouca importância devido as condições existentes nas áreas de cultivo (BEDENDO; PRABHU, 2005). Quando ocorre nas fases iniciais da cultura pode ocasionar redução da área fotossintética, força a maturação precoce e redução do peso dos grãos, e ocasiona perdas nas unidades de beneficiamento (PRABHU, BEDENDO, FILIPPE, 1995).

A escaldadura das folhas é causada por *Gerlachia oryzae*, a forma imperfeita do fungo *Monographella albescens* (BEDENDO; PRABHU, 2005). A escaldadura é uma doença secundária do arroz, entretanto caso exista condições favoráveis ao desenvolvimento, essa doença poderá apresentar grandes prejuízos na produção (SANTOS et al., 2002). Os sintomas dessa doença se iniciam pelo ápice das folhas e posteriormente as folhas atacada exibem faixas escuras alternadas com faixas claras (BEDENDO; PRABHU, 2005).

A mancha dos grãos é causa por um complexo de patógenos formado por *B. oryzae*, *Phoma sorghina*, *Alternaria padwickii*, *Monographella oryzae*, *Sorocladium oryzae* (Sawada)

Gams e Hawksworth, *Pyricularia grisea*, *C. lunata*, *Nigrospora oryzae*, *Dreschlera* ssp., *Fusarium* spp. (BEDENDO; PRABHU, 2005). Se manifesta no florescimento e se desenvolve ao longo da maturação dos grãos, os sintomas são manchas nas sementes, que podem variar de pequenas pontuações marrons até toda a área da superfície dos grãos infectadas (SANTOS et al., 2009). A mancha dos grãos pode causar perda de peso dos grãos, diminuir a quantidade de grãos cheios por panícula, diminuir a qualidade dos grãos através do gessamento e pigmentação escura (PRABHU; FILIPPI, 1997), além da diminuição do vigor das sementes através da diminuição da emergência das plântulas (RIBEIRO, SPERANDIO, 1998).

A mancha foliar do arroz é causada pelo fungo *C. lunata*, os primeiros sintomas são pequenas lesões ovais que variam de 1 a 10 mm, com o tempo essas lesões se fundem e podem destruir toda a folha (SILVA et al., 2014; MAJEED et al, 2016). A mancha foliar causa necrose e morte prematura das folhas, diminuindo a quantidade de tecido fotossintetizante e como consequência diminui a interceptação da radiação solar pela planta (FIALLOS et al., 2011). No Maranhão as condições climáticas são propícias para o desenvolvimento da *C. lunata*, e isso tem contribuído para aumentar os problemas relacionados a este fungo (SILVA et al., 2014). Muitas espécies de *Curvularia* ssp. vem sendo observadas causando lesões necróticas em diferentes gramíneas, na parte aérea, radicular e em plântulas (LIMA, FURTADO, 2007).

Para controle das doenças na rizicultura são utilizadas diversas estratégias, onde as mais comuns são uso de cultivares resistentes e o controle químico preventivo com fungicidas (SCHEUERMANN; EBERHARDT, 2011; BEDENDO; PRABHU, 2005). Alguns estudos têm mostrado que a adubação do arroz com silicato de cálcio reduz a severidade das manchas dos grãos do arroz (BARBOSA; PRABHU, 2002). Nos últimos anos também tem aumentado o número de estudos envolvendo o uso de biocontroladores para manejo das doenças do arroz, alguns estudos se mostraram bem promissores na diminuição da severidade das doenças (LUDWIG; MOURA, 2007; NASCIMENTO, 2017; SILVA et al., 2014).

2.3 Manejo de doenças da cultura do arroz

Entre as medidas utilizadas para o manejo das doenças que acometem a cultura do arroz se sobressaem o uso de variedades com resistência vertical e de fungicidas (LUDWIG; MOURA, 2009). Nem sempre os cultivares disponíveis no mercado tem bons níveis de resistência e muito menos resistência para dois ou mais fungos (NUNES et al., 2004). As cultivares de arroz usadas no Brasil, que exibem um nível aceitável de resistência tem problemas de comercialização (RODRIGUES et al., 2003). Outro fator que diminui o uso de variedades resistentes é a redução do tempo de vida útil dessas variedades causado pelo aparecimento de novas raças de fungos (CORNÉLIO et al., 2003).

O controle químico apresenta algumas desvantagens como a complexidade para a execução da pulverização, possui custo elevado, traz riscos de contaminações do solo, dos rios e ar, e possibilidade do desenvolvimento de populações resistentes do patógeno (NAGARAJKUMAR et al., 2004).

A preocupação em produzir alimentos em quantidade e qualidade para atender as necessidade do mercado aliado a preocupação com o equilíbrio ambiental tem estimulado o desenvolvimento de métodos alternativos de controle de doenças na cultura do arroz. Dentre os principais métodos alternativos de controle de doenças, tem-se o uso de óleos e extratos vegetais, de microrganismos, da matéria orgânica, de cultivares resistentes, aplicação de agrossilício no solo e controle físico (NASCIMENTO, 2017).

O controle biológico com microrganismos é uma outra importante alternativa no controle de doenças em plantas. Traz como vantagens a existência de vários mecanismos de ação pelo mesmo método de controle, esse fator também favorece a eficiência do método por um período mais longo (LUDWIG; MOURA, 2009). Os agentes usados no controle biológico atuam no controle das doenças fúngicas através da eliminação direta dos patógenos, produzindo substâncias fungicidas ou pela ativação dos mecanismos de resistência das plantas (DOOHAN, 2005).

Vários experimentos mostram a eficiência de agentes que podem ser usados no biocontrole de patógenos do arroz. Isolados bacterianos mostraram capacidade para produzir substâncias antifúngicas contra os fungos: *Alternaria* ssp., *Bipolaris* ssp., *Curvularia* ssp., *Gerlachia* ssp. e *Pyricularia* ssp. que causam doenças foliares e manchas nos grãos de arroz

(SOARES; MOURA, 2007). Isolados selecionados de *Bacillus* sp. e *Pseudomonas* ssp. apresentam potencial para o controle de *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn, na cultura do arroz (LUDWIG; MOURA, 2007). Bactérias dos gêneros *Bacillus* sp. e *Pseudomonas* ssp. foram comparadas com os fungicidas Carboxin + Tiran para o controle de mancha parda e escaldadura do arroz com as bactérias apresentando resultados superiores aos fungicidas (BETTIOL; MORANDI, 2009). Um estudo realizado com *Epicoccum* sp. e *Sporobolomyces* sp. mostrou que esses fungos apresentaram efeito antagônico *in vitro* para *M. oryzae* (Barr) (ARAUJO et al., 2010).

Bactérias utilizadas como controle biológico de doenças são capazes de ocasionar a promoção do crescimento das plantas, Acelerando o crescimento inicial de plantas, aumentando o peso de matéria seca de grãos e reduzindo o número de grãos com lesões (SANTOS; MOURA; SILVEIRA, 2001). Estudos realizados com estirpes de *Herbaspirillum seropedicae* e *Burkholderia brasilensis* inoculado em variedades de arroz comprovaram que essas bactérias são capazes de elevar o teor de N-total e aumentar a produção de grãos (FERREIRA et al., 2003).

2.4 Bacterias diazotróficas

Os diazotróficos são uma gama de microrganismos procariotos, incluindo representantes de arqueobactérias, cianobactérias, bactérias gram-positivas e gram-negativas que apresentam grande diversidade morfológica, fisiológica, genética e filogenética (MOREIRA et al., 2010). As bactérias diazotróficas podem promover o crescimento vegetal tanto pela Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) como pela produção de substâncias que auxiliam o crescimento radicular, como o ácido indol acético (RADWAN; MOHAMED; REIS, 2004).

No biocontrole de doenças, as bactérias diazotróficas podem atuar através de diversos mecanismos, entre os quais se destacam a antibiose, competição e indução de resistência sistêmica (MARIANO et al., 2004). Diversos estudos têm mostrado que bactérias do gênero *Bacillus* spp. e *Pseudomonas* ssp. podem ser utilizadas para o controle de doenças em várias culturas e que atacam em diferentes estágios vegetativos como na parte aérea, vinculados ao solo, na pós-colheita, e em sementes e mudas (MORANDI; BETTIOL; JUNIOR, 2014). Outras bactérias diazotróficas dos gêneros *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Burkholderia* e

Herbaspirillum, foram estudadas em simbioses com variedades de arroz, em vários países, mas ainda sabe-se pouco sobre o tamanho das populações desses gêneros nessa cultura (RODRIGUES et al., 2006).

A *P. fluorescens* é utilizada em muitas culturas, pois possui alta capacidade em colonizar o sistema radicular e instimular o crescimento das plantas e ação remediadora estabelecida na ocorrência de patógenos (BARBOSA, 2018). A *P. fluorescens* instimula a absorção de água e nutrientes, de modo a favorecer aspectos vegetativos e como consequência há uma maior produtividade e tolerância as condições climáticas desfavoráveis (ALVARÉZ et al., 2015). Já existem diversos produtos biológicos a base de *Pseudomonas* sp. sendo comercializados no mundo e nos Estados Unidos. A *P. aureofaciens* é utilizada no controle de *Colletotrichum* sp., *Pythium aphanidermatum*; *P. syringae* para o controle de *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp., *Mucor pyriformis*, *Geotrichum candidum*; *P. fluorescens* no controle de *Erwinia amylovora*; *Pseudomonas chlororaphis* no controle de Manchas foliares de cereais (MARIANO et al, 2004).

3 METODOLOGIA

A área de instalação do experimento pertence ao município de Pirapemas, estado do Maranhão, localizado na microrregião de Itapecuru Mirim, encontra-se posicionada em relação ao seu estado, numa distância latitudinal de 3° 43' 37" sul e 44° 13' 22" longitudinal a oeste de Greenwich. Distante da capital em linha reta de 180 Km, tem um clima úmido, por ser cortado por pequenos rios e riachos.

As estirpes bacterianas SNF e DACAR de *P. aeruginosa* fazem parte da coleção biológica do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Maranhão. As estirpes foram isoladas de plantas obtidas em campos produtores de arroz Maranhão.

As estirpes bacterianas (SNF e DACAR) foram multiplicadas em meio de cultura NFB e mantidas em câmara tipo BOD para crescimento por 72 horas a 28 °C e fotoperíodo de 12 horas. As suspensões das bactérias foram preparadas através da raspagem das colônias bacterianas com o uso de 10 ml de solução salina (cloreto de sódio) na concentração de 0,85 % em cada placa. As concentrações foram ajustadas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 540 nm e usou-se a solução salina como padrão.

Para realizar a microbiolização as sementes a suspensão bacteriana usada estava em uma concentração de 0,5 de absorbância ajustada em espectrofotômetro. As sementes foram imersas na suspensão bacteriana em frascos fechados. Os frascos com as sementes foram acoplados em um agitador automático e este foi ligado a uma rotação de 50 rpm durante o período de 12 horas.

A solução usada para pulverizar as plantas foi produzida com 200 ml da suspensão bacteriana a 0,7 de absorbância diluída em 4800 ml de água destilada, obtendo-se uma solução final de 5.000 ml. Os tratamentos que receberam pulverização com a solução das estirpes foram pulverizados aos 30 e 60 dias após a semeadura. A pulverização foi realizada com pulverizadores tipo costal.

Foi utilizada a cultivar BRS Primavera na instalação do experimento, essa cultivar inicia sua floração aos 60 dias em média e um ciclo cultural de 90 dias. Tem altura média de 120 cm e uma panícula com 26 cm em média, é uma cultivar com suscetibilidade ao acamamento. É moderadamente suscetível à Brusone; moderadamente resistente a Mancha Parda, à Mancha de Grãos e à Escaldadura da folha. O peso de 1000 grãos é de 21,5 g. O grão

é classificado como longo-fino. A produtividade média de grãos é de 3.200 kg ha⁻¹. (LOPES; ROCHA NETO; SOUZA, 2008).

Nas parcelas que receberam adubação foram utilizados 630,8 Kg/ha da formulação 40-80-60 (N-P-K) na adubação de plantio. A semeadura foi realizada com plantadoras manuais com espaçamento entre plantas de 10 cm. O controle de plantas espontaneas foi realizado antes da semeadura e 15 dias após a emergência das plantulas de forma manual com enxada.

Foram utilizados os seguintes tratamentos:

T1=Testemunha absoluta;

T2=Testemunha com adubação;

T3= Sementes microbiolizadas com SNF + pulverização aos 30 e 60 dias;

T4= Sementes microbiolizadas com DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias;

T5= Sementes microbiolizadas com SNF + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias;

T6= Sementes microbiolizadas com DACAR + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias;

T7= Sementes microbiolizadas com SNF e DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias;

T8= Sementes microbiolizadas com DACAR e SNF + adubo + pulverizadas aos 30 e 60 dias.

O experimento foi instalado em blocos ao acaso, constituído por 8 tratamentos e 4 repetições. As parcelas possuíam dimensões 5x3 m, as linhas de plantios apresentavam 3 metros de comprimento e o espaçamento entre linhas foi de 0,5 m, que resultou em 10 linhas de 3 m por parcela. A área útil foi constituída das 4 linhas centrais e a bordadura das 6 linhas laterais.

As avaliações da severidade das doenças foram realizadas no final do ciclo da cultura, após a maturação dos grãos. Para avaliar as doenças foliares foram utilizadas 10 folhas, selecionadas ao acaso. Para avaliar a mancha parda foi utilizada a escala de nota do Centro Internacional de Agricultura Tropical (IRRI,1996), na qual foram atribuídas notas, em que: 0 = ausência de lesão; 1 = abaixo de 1 % da área foliar doente; 3 = de 1 a 5 % da área foliar doente; 5 = de 6 a 25 % da área foliar doente; 7 = de 26 a 50 % da área foliar doente; 9 = acima de 50 % da área foliar doente. Para a avaliação da severidade da escaldadura foi

considerado o comprimento da lesão, em relação à área total das folhas examinadas. Na avaliação da Mancha Estreita nas folhas adotou-se a escala de nota, em que foram atribuídas as notas: 0 = folhas sadias; 1 = de 1 a 5 % da área foliar doente; 2 = de 5 a 25 % da área foliar doente; 3 = acima de 25 % da área foliar doente (NASCIMENTO, 2017). Na avaliação da mancha foliar foram selecionadas 10 folhas de arroz ao acaso de cada parcela e foi contado o número de lesões presente em cada folha.

Para a avaliação da severidade de mancha de grãos, foram coletadas oito panículas, de cada parcela, e destas 400 grãos passaram por avaliação com o uso da escala de nota de Silva-Lobos (2011), em que: 0 = sem mancha; 1 = 1 % a 25 % da superfície do grão manchada; 2 = 26 % a 50 % da superfície do grão manchada; 4 = 51 % a 75 % da superfície do grão manchada.

Todos os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e a médias comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5 % de significância com auxílio do programa estatístico infostat. Para a severidade de doenças os dados foram transformados para $(\sqrt{X+1})$, antes de serem submetidos à análise de variância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos reduziram a severidade da escaaldadura apresentando diferença estatística da testemunha absoluta. O tratamento microbiolização de sementes com a estirpe DACAR mais adubação e pulverizações aos 30 e 60 dias apresentou menor severidade da escaaldadura que a testemunha absoluta evidenciando que as bactérias apresentam potencial para controle da escaaldadura do arroz (Tabela 1). Os resultados são semelhantes a estudos com bactérias do gênero *Pseudomonas* ssp. e *Bacillus* ssp. nos quais as bactérias foram capazes de diminuir a severidade da escaaldadura em plantas de arroz inoculadas com *G. oryzae* e cultivadas em casa de vegetação (LUDWIG et al., 2009; SCHAFER, 2011).

A estirpe DACAR mostrou-se com potencial para o controle da escaaldadura do arroz pois os tratamentos com os melhores resultados foram conseguidos com esta estirpe. Os resultados da severidade da escaaldadura no tratamento com sementes microbiolizadas mais a pulverização aos 30 e 60 dias com a estirpe DACAR e no tratamento com sementes microbiolizadas mais a pulverização aos 30 e 60 dias com as estirpes SNF e DACAR foram inferiores aos encontrados quando se utilizou as bactérias com adubo (Tabela 1). Um dos fatores que contribuem para o aumento da severidade da escaaldadura do arroz é a adubação errada que quando em excesso pode aumentar a severidade da doença (EMBRAPA, 2005).

Tabela 1 - Severidade de Escaldadura na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de *Pseudomonas aeruginosa*.

TRATAMENTOS	SEVERIDADE
Testemunha absoluta	5,82 a
Testemunha com adubação	5,61 a
Sementes microbiolizadas com SNF + pulverização aos 30 e 60 dias	3,23 ab
Sementes microbiolizadas com SNF + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias;	3,05 ab
Sementes microbiolizadas com DACAR e SNF + adubo + pulverizadas aos 30 e 60 dias	2,95 ab
Sementes microbiolizadas com DACAR + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias	2,76 ab
Sementes microbiolizadas com SNF e DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	2,31 b
Sementes microbiolizadas com DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	2,08 b
CV (%)	37,70

*Os valores de severidade referem-se a relação entre a área total das folhas (cm) pelas áreas das folhas contaminadas (cm). *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Não foi observado diferença significativa entre a severidade da mancha dos grãos nas plantas tratadas com as estirpes bacterianas e as plantas da testemunha absoluta (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Ludwig et al. (2009) que microbiolizaram

sementes de arroz com bactérias do gênero *Bacillus* sp. e *Pseudomonas* sp. e observaram que os isolados bacterianos não diminuíram a severidade da mancha dos grãos não havendo diferença significativa da testemunha.

A falta de diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha absoluta pode estar relacionada ao fato das folhas atacadas nas fases anteriores ao enchimento dos grãos servirem como fonte de patógenos causais dessa doença (SCHWANCK, 2012). A dificuldade de controle da mancha dos grãos está relacionada ao fato da doença ser acometida por um complexo de patógenos. Cruz (2018) identificou em grãos de arroz os fungos *B. oryzae*, *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Trichoconiella padwickii* (Ganguly) B.L. Jain, *Alternaria* sp., *Phoma* sp., *C. oryzae*, *M. grisea*, *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Nigrospora* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Colletotrichum* sp.

Tabela 2 - Severidade da mancha dos grãos na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de *Pseudomonas aeruginosa*

TRATAMENTOS	SEVERIDADE
Testemunha absoluta	1,11 a
Testemunha com adubação	1,16 a
Sementes microbiolizadas com SNF + pulverização aos 30 e 60 dias	1,11 a
Sementes microbiolizadas com SNF + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias;	1,18 a
Sementes microbiolizadas com DACAR e SNF + adubo + pulverizadas aos 30 e 60 dias	1,15 a
Sementes microbiolizadas com DACAR + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias	1,08 a
Sementes microbiolizadas com SNF e DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	1,09 a
Sementes microbiolizadas com DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	1,06 a
CV (%)	7,71

*Os valores de severidade referem-se a notas de escalas diagramáticas que variam de 0 a 4. *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Não houve diferença significativa na severidade da mancha estreita entre as plantas tratadas com as estirpes bacterianas e as testemunhas absoluta e testemunha com adubação. O tratamento sementes microbiolizadas com as estipes SNF e DACAR e pulverização aos 30 e 60 dias apresentou menor severidade a mancha estreita (Tabela 3).

A mancha estreita acomete as plantas de arroz no final do ciclo da cultura por isso aplicações das bactérias mais tardiamente, próximas as fases de formação e enchimento das paniculas seriam mais eficientes. Dallagnol et al. (2006) observaram que a severidade da mancha estreita foi menor quando foram feitas duas pulverizações com fungicidas uma no início de formação das paniculas e outra quando 50 % das paniculas já haviam emergido.

Tabela 3 - Severidade de mancha estreita na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de *Pseudomonas aeruginosa*

TRATAMENTOS	SEVERIDADE
Testemunha absoluta	1,17 a
Testemunha com adubação	1,18 a
Sementes microbiolizadas com SNF + pulverização aos 30 e 60 dias	1,13 a
Sementes microbiolizadas com SNF + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias;	1,12 a
Sementes microbiolizadas com DACAR e SNF + adubo + pulverizadas aos 30 e 60 dias	1,22 a
Sementes microbiolizadas com DACAR + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias	1,14 a
Sementes microbiolizadas com SNF e DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	1,04 a
Sementes microbiolizadas com DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	1,12 a
CV (%)	11,01

*Os valores de severidade referem-se a notas de escalas diagramáticas que variam de 0 a 3. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

A severidade da mancha foliar não apresentou diferença significativa entre as plantas tratadas com as estirpes bacterianas, testemunha absoluta e testemunha com adubação. A severidade da mancha foliar foi superior nos tratamentos com sementes microbiolizadas com DACAR mais adubação e pulverização aos 30 e 60 dias e no tratamento com semente microbiolizadas com as estirpes SNF e DACAR mais adubação e pulverização aos 30 e 60 dias (Tabela 4). Silva et al. (2014) observaram resultados significativos para o controle de *C. lunata* em plantas de arroz com bactérias do gênero *Bacillus* ssp. Junior et al, (2017) identificaram sete isolados de *Bacillus* ssp. com capacidade de inibir o crescimento micelial do fungo *C. lunata*.

A falta de diferença estatística na severidade da mancha foliar pode está relacionada ao fato da alta diversidade de espécies de fungos do gênero *Curvularia* ssp. Estrada; Sandoval (2004), identificaram 13 espécies de *Curvularia* causando lesões necróticas em plantas de arroz. Os fungos do gênero *Curvularia* ssp. são muito persistente e facilmente disseminados em sementes, Neninger et al (2003) observaram ao analisar 495 amostras de sementes de arroz que o fungo *Curvularia* ssp. apresentaram incidência de 61 %. No Maranhão as condições climáticas são propícias para o desenvolvimento da *C. lunata* o que contribui para aumento de problemas relacionados a *C. lunata* (SILVA et al., 2014).

Tabela 4 - Severidade de mancha foliar na variedade BRS Primavera em função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de *Pseudomonas aeruginosa*.

TRATAMENTOS	SEVERIDADE
Testemunha absoluta	1,39 a
Testemunha com adubação	1,27 a
Sementes microbiolizadas com SNF + pulverização aos 30 e 60 dias	1,39 a
Sementes microbiolizadas com SNF + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias;	1,17 a
Sementes microbiolizadas com DACAR e SNF + adubo + pulverizadas aos 30 e 60 dias	1,44 a
Sementes microbiolizadas com DACAR + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias	1,43 a
Sementes microbiolizadas com SNF e DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	1,30 a
Sementes microbiolizadas com DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	1,14 a
CV (%)	20,41

*Os valores de severidade referem-se a média de lesões por folhas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Todos os tratamentos apresentaram diferença significativa a 5 % de significância da testemunha absoluta quanto a severidade a mancha parda. O tratamento sementes microbiolizadas com SNF + DACAR mais adubação e pulverizações aos 30 e 60 dias apresentou menor severidade da mancha parda (Tabela 5). Resultado semelhante foi encontrado por Ludwig et al. (2009) que encontraram menor severidade a mancha parda em plantas que tiveram as sementes microbiolizadas com rizobactérias. A bactéria *P. fluorescens* pode ser utilizada no controle de patógenos do arroz como *B. oryzae* (BARBOZA, 2018). Junior et al. (2017) observaram que bactérias do gênero *Bacillus* sp. possuem a capacidade de inibir o fungo *B. oryzae*, isso porque essas bactérias são capazes de produzir substâncias antifúngicas e competem com os patógenos por espaço e nutrientes. Agentes utilizados no biocontrole de doenças como *B. subtilis* produzem uma grande quantidade de substâncias antifúngicas, entre os quais se destacam os lipopeptídeos das famílias da surfactina, iturina e fengicina (LANNA FILHO; FERRO; DE PINHO, 2010).

Tabela 5 - Severidade de mancha parda na variedade BRS Primavera em função função da microbiolização de sementes e pulverização da parte aérea com estirpes de *Pseudomonas aeruginosa*

TRATAMENTOS	SEVERIDADE
Testemunha absoluta	1,70 a
Testemunha com adubação	1,32 b
Sementes microbiolizadas com SNF + pulverização aos 30 e 60 dias	1, 29 b
Sementes microbiolizadas com SNF + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias;	1,32 b
Sementes microbiolizadas com DACAR e SNF + adubo + pulverizadas aos 30 e 60 dias	1,19 b
Sementes microbiolizadas com DACAR + adubo + pulverização aos 30 e 60 dias	1,23 b
Sementes microbiolizadas com SNF e DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	1,23 b
Sementes microbiolizadas com DACAR + pulverização aos 30 e 60 dias	1,20 b
CV (%)	9,44

*Os valores de severidade referem-se a notas de escalas diagramáticas que variam de 0 a 9. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

5 CONCLUSÃO

Os isolados bacterianos de *P. aeruginosa*. SNF e DACAR mostraram-se com potencial para o biocontrole das doenças foliares escaudadura e mancha parda do arroz;

A severidade das doenças mancha estreita, mancha de grãos e mancha foliar não foram influenciadas pelas estirpes de *P. aeruginosa* SNF e DACAR;

O uso das estirpes SNF e DACAR poderão ser uma importante alternativa para controle de doenças do arroz, pois essas bactérias apresentam vários mecanismos de ação contra os agentes patogênicos o que prolonga a eficiência do método biológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZI, S. P.; ARBELO, O. C.; PÉREZ, M. E.; QUEZADA, G. A. *Pseudomonas fluorescens* Migula, ¿control biológico o patógeno? Rev. **Protección Veg.** v. 30 n. 3, 2015.
- ARAÚJO L. G.; MENDANHA R. A.; GONÇALVES, F. J.; FILLIPI, M. C.; SILVA G. B.; PRABHU, A. S.; Antibiose de fungos do filoplano de plantas de arroz a *Magnaporthe oryzae*. **Revista de Biologia Neotropical**, Brasília, DF, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2010.
- BASSINELLO, P. Z.; LUZ, T. C. L. A.; FERREIRA, C.M. **Farinha de Arroz: Alternativa Alimentar e Econômica**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 28 p.
- BALARDIN, R. S.; BORIN, R. C. **Doenças na cultura do arroz irrigado**. Santa Maria: UFSM, p. 48. 2001.
- BARBOSA, A. M. **Eficiência dos metabólitos de pseudomonas fluorescens na redução da colônia dos patógenos do arroz, 2018**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2018.
- BARBOSA FILHO, M. P.; PRABHU, A. S. **Aplicação de silicato de cálcio na cultura do arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 4p.
- BEDENDO, I. P.; PRABHU, A. S. **Doenças do arroz (*Oryza sativa*)**. In. KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. Doenças de plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo-SP: Agronomica Ceres, 2005. Cap. 12, p. 71-90.
- BETTIOL, W. M. A. B.; MORANDI, M. A.B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 334.
- BHATTACHARJEE, R. B; SINGH, A.; MUKHOPADHYAY, S. N. Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertiliser for non-legumes: prospects and challenges. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 80, n. 2, p.199-209, 2008.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do arroz**. Brasília: Conab, 2015. 180 p.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Arroz-análise mensal: fevereiro/março, 2019a**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-arroz>>. Acesso em: 15 Maio 2019.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Histórico mensal arroz: setembro/outubro, 2019b**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-arroz> >. Acesso em: 29 novembro 2019.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, jan. 2018**. Disponível em<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_11_14_17_49_graos_4o_levantamento.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2018.

- CONN, K. L., NOWAK, J.; LAZAROVITS, G. A. gnotobiotic bioassay for studying interactions between potatoes and plant growth-promoting rhizobacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, n. 43, p. 801-808, 1997.
- CORNÉLIO, V. M. O.; SOARES, A. A.; SOARES, P. C.; BUENO FILHO, J. S. S. Identificação de raças fisiológicas de *Pyricularia grisea* em arroz no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.1016-1022, 2003.
- CRUZ, J. M. F. L. **Controle biológico de *bipolaris oryzae* em arroz vermelho**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba, Areia,2018.
- DALLAGNOL, L. J. JOSE, L.; NAVARINI, L.; BALARDIN, R. S.; GOSENHEIMER, A.; MAFFINI, A. A.. Dano das doenças foliares na cultura do arroz irrigado E. R. **Bras. Agrocência**, PELOTAS, v. 12, n. 3, p. 313-318, 2006.
- DOOHAN, Fiona. Fungal pathogens of plants. **Fungi: biology and applications**. Chichester UK. **John Wiley**, p. 232-263, 2005.
- EMBRAPA. **Agência Embrapa de informações tecnológicas**, 2019. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000g1wcnzza02wx5ok0ha2lipwbeel46.html>>. Acesso em: 15 MAIO 2019.
- EMBRAPA- **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2005. Disponível <em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/arroz/arrozIrigadoBrasil/cap01.htm>>. Acesso em: 08/11/2019.
- EMBRAPA. Portal Embrapa. **Instituições públicas e privadas buscam fortalecer a cadeia produtiva do arroz no Maranhão**. Reportagem de 21.05.2015. <https://www.embrapa.br/.../instituicoes-publicas-e-privadas-buscam-fortal>. Acesso: em 10 de outubro de 2015.
- ESTRADA, G.; SANDOVAL, I. Patogenicidad de especies de *Curvularia* en arroz. **Fitosanidad**, v. 8, n. 4, p. 23-26, 2004.
- FERREIRA, J. S.; SABINO, D. C. C.; GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. Seleção de veículos para o preparo de inoculante com bactérias diazotróficas para arroz inundado. **Agronomia**, v. 37, n. 92, p. 06-12, 2003.
- FIALLOS, F. R. G.; CALDERÓN, Á. J. A.; DELFINI, G. A. L. B.; MORÁN, J. J. C. Severidad de *Curvularia* en 67 líneas autofecundadas S4 de maíz amarillo. **Ciencia y Tecnología**, v. 4, n. 2, p. 39-44, 2011.
- FILHO, M.S.F; FERRAZ JÚNIOR, A. S. de L. A cultura do arroz em sistema de vazante na baixada maranhense, periferia do sudeste da amazônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 82-91, abr./jun. 2009.
- FILIPPI, M. C.; PRABHU, A. S. Doenças do arroz e seu controle. In.: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.139 -156.
- FLANDRIN, J. L.; MONTANARI, M. (Dir.). **História da alimentação**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 703-707, 2001.

IRRI, International Rice Research Institute. **Standard Evaluation System for Rice**. Manila, 1996. 52p

JUNIOR, G. M. B.; JUNIOR, A. F. C.; CHAGAS, L. F. B.; DE CARVALHO FILHO; M. R.; DE OLIVEIRA MILLER, L.; DOS SANTOS, G. R. Controle biológico de fitopatógenos por *Bacillus subtilis* in vitro. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 7, n. 3, p. 45-51, 2017.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; DE PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010.

LAZAROVITZ, G.; NOWAK, J. *Rhizobacterium* for improvement of plant growth and establishment. **Hortscience**, 32:188-192. 1997.

LIMA, A.; FURTADO, M. Espécies do género *Curvularia* (fungos anamórficos: Hyphomycetes) na ilha de Santiago, Cabo Verde. **Portugaliae Acta Biol**, v. 22, p. 145-156, 2007.

LOPES, A. M.; ROCHA NETO, O. G.; SOUZA, V. B. Unidade demonstrativa de arroz: cultivar BRS Primavera. **Circular Técnica**, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Embrapa, PA, n. 40796-2, 2008.

LUDWIG, J.; MOURA, A. B. Controle biológico da queima-das-bainhas em arroz pela microbiolização de sementes com bactérias antagonistas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.5, p. 381–386, 2007.

LUDWIG, J.; MOURA, A. B. Controle biológico de *Bipolaris oryzae* no arroz irrigado. **Biocontrole de Doenças de Plantas**, p. 317, 2009.

LUDWIG, J.; MOURA, A. B.; SANTOS, A. S.; RIBEIRO, A. S. Microbiolização de sementes para o controle da mancha-parda e da escaldadura em arroz irrigado. **Tropical Plant Pathology**, Pelotas, vol. 34, p. 322-328, 2009.

MAJEED, R. A.; SHAHID, A. A.; ASHFAQ, M.; SALEEM, M. Z.; HAIDER, M. S. First report of *Curvularia lunata* causing brown leaf spots of rice in Punjab, Pakistan. **Plant Disease**, p. 219-219, 2016.

MARCHEZANI, V. M. E.; RABAIOLI, L. S. S. E.; TELÓIV, C. G. M. População de plantas, dose de nitrogênio e aplicação de fungicida na produção de arroz irrigado. I- Características agronômicas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, 2007

MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E. B.; ASSIS, S. M. P.; GOMES, A. M. A.; NASCIMENTO, A. R. P.; DONATO, V. M. T. S. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, v. 1, p. 89-111, 2004.

MARQUES, G. E. C.; LOCH, V. C.; SAMPAIO, B. R. S.; LIMA, J. F. S.; MUNIZ, R. A. Análise de variedades crioulas de arroz (*Oriza sativa*) em comunidades tradicionais no estado

do maranhão. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.20; p. 19, 2015.

MASSARETTO, I. L. **Estudo comparativo de macronutrientes, compostos bioativos e capacidade antioxidante de arroz-preto, vermelho e selvagem**. 2013. 102 f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W.; JÚNIOR, T. J. P. Controle biológico de doenças de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JUNIOR, W. C. J.; RODRIGUES, F. A. (Ed.). **O essencial da fitopatologia: Controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG. UFV, p. 175-235, 2014.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v.1, n.2, p.74-99, 2010.

NAGARAJKUMAR, M.; BHASKARAN, R.; VELAZHAHAN, R. Involvement of secondary metabolites and extracellular lytic enzymes produced by *Pseudomonas fluorescens* in inhibition of *Rhizoctonia solani*, the rice sheath blight pathogen. **Microbiological Research**, p.73-81. 2004.

NASCIMENTO, I. O. **Manejo ecológico de doenças em arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas**. 2017.134 f. Tese (Doutorado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2017.

NENÍNGER, L. HILDA; HIDALGO, E.; BARRIOS, L.; PUEYO, M. Hongos presentes en semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. **Fitosanidad**, v. 7, n. 3, p. 7-11, 2003.

NUNES, C. D.; RIBEIRO, A. S.; TERRES, A. L. **Principais doenças do arroz irrigado e seu controle**. En: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Eds.). Arroz irrigado no sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.579-633.

OLIVEIRA, L. J. M. G.; NASCIMENTO, I. O.; NETO, J. M. C.; SILVA, E. K. C.; RODRIGUES, A. A. C. Desempenho de variedades melhoradas e cablocas de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições ambientais da baixada maranhense. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

PEREIRA, J. A. **Cultura do arroz no Brasil**: subsídios para a sua história. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.

PRABHU, A. S.; BEDENDO, I. P.; FILIPPI, M. C. **Principais doenças de arroz no Brasil**. 3ed. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1995. p. 43.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ARAÚJO, L. G. Pathotype diversity of *Pyricularia grisea* from improved upland rice cultivars in experimental plots. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n. 5, p.468- 473, 2002.

PRABHU, A. S. **Sistema de Produção de Arroz de Sequeiro visando o controle de Brusone**. Goiânia, Centro Nacional de Pesquisa - Arroz, Feijão, 1980.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. Arroz (*Oryza sativa* L.) Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças de plantas**: grandes culturas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. v.1. p.51-79.

- RADWAN, T. S. D., MOHAMED, Z. K., REIS, V. M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.10, p.987-994, 2004.
- RIBEIRO, A. S.; SPERANDIO, C. A. Controle de doenças na cultura do arroz irrigado. In: PESKE, S. T.; NEDEL, J. L.; BARROS, A. C. S. A. **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998. p.301-349.
- RODRIGUES, F. A., VALE, F. X. R., DATNOFF, L. E., PRABHU, A. S.; KORNDÖRFER, G.H. Effect of rice growth stages and silicon on sheath blight development. **Phytopathology**, p. 256-261. 2003.
- RODRIGUES, L. S.; BALDANI, V. L. D.; REIS, V. M.; BALDANI, J. I. Diversidade de bactérias diazotróficas endofíticas dos gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia* na cultura do arroz inundado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.2, p.275-284, 2006.
- SANTOS, A. B.; SANTIAGO, C. M. (Eds.). Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. **Documentos**, Santo Antônio de Goiás, GO, n. 279, 2014.
- SANTOS, A. S.; MOURA, A.B.; SILVEIRA, A. O. Promoção de crescimento de plantas de arroz induzida por bactérias pré-selecionadas para o biocontrole da mancha parda. **Fitopatologia Brasileira**, v.26 (Suplemento), p.300, 2001
- SANTOS, G. R.; NETO, M. D. C.; IGNÁCIO, M.; LEAL, T. C. A. B.; FIDELIS, R. R.; DIAS NETO, J. J. Fungicidas para o controle das principais doenças do arroz irrigado. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 11-18, 2009.
- SANTOS, G. R.; RANGEL, P. H. N.; SANTIAGO, C. M.; LEÃO, F. F.; MARRA, B. M.; JÚNIOR, D. A. Reação a doenças e caracteres agronômicos de genótipos de arroz de várzeas no estado do Tocantins. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.1, p.41-45, 2005.
- SANTOS, G. R.; SABOYA, L. M. F.; RANGEL, P. H. M.; OLIVEIRA FILHO, J. C. Resistência de genótipos de arroz a doenças no sul do estado do Tocantins, Brasil. **Biosci J**, v. 18, n. 1, p. 3-12, 2002.
- SCHEUERMANN, K. K.; EBERHARDT, D. S. Avaliação de fungicidas para o controle da brusone de panícula na cultura do arroz irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, n. 1, p. 23-38, 2011.
- SCHWANCK, André Aguiar. **Mancha parda em arroz: importância epidemiológica da incidência de *bipolaris oryzae* na semente, padrão espacial de lesões nas folhas e escala diagramática de severidade**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestre em Fitotecnia Ênfase Fitopatologia). Porto Alegre (RS), Fevereiro de 2012.
- SCHAFER, Jaqueline Tavares. **Indução de resistência por rizobactérias como mecanismo de controle biológico de doenças do arroz**. 2011. 63 f. Dissertação (Mestre em Fitossanidade Ênfase Fitopatologia). Pelotas, 2011.
- SECRETARIA Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. 2016. **MA: Agricultura familiar impulsiona produção no estado**. Disponível em <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/ma-agricultura-familiar-impulsiona-produ%C3%A7%C3%A3o-no-estado>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

SILVA-LOBOS, V. Influência da adubação nitrogenada, época de plantio e aerospores sobre a severidade da mancha de grãos em arroz de terras altas. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 110-115, 2011.

SILVA, M. S. B. S.; RODRIGUES, A. A. C.; OLIVEIRA, L. J. M. G.; SILVA, E. K. C.; PEREIRA, T. S.; Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz. **Rev. Ceres**. v. 61, n.4, p.511-517, 2014.

SILVEIRA, E. B. Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontrole de doenças. In: MICHEREFF, Sami Jorge; BARROS, Reginaldo. **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2001. p. 71-100.

SOARES, V.N.; MOURA, A. B. Prospecção por bactérias produtoras de antibióticos ativos contra fungos causadores de manchas foliares em arroz. In: **4º Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Pelotas. Anais**, UFPel. p.672-674. 2007.

SOSBAI, **Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves, 2016. 179 p. Disponível em: <http://www.sosbai.com.br/docs/Boletim_RT_2016.pdf>. Acesso em: 30 out. 2019.

TEIXEIRA, E. A.; FILIPPI, M. C.; PRABHU, A. S. Eficiência relativa dos fungicidas sistêmicos, no tratamento de sementes para o controle da brusone nas folhas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 19, no 2, p.179-184 - 1997

WALTER, M., MARCHEZAN, E., AVILA, L. A.; Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v.38, n.4, jul, 2008.