



Microbiolização de sementes para o controle da mancha-parda e da escaaldadura em arroz irrigado

Juliane Ludwig¹, Andréa B. Moura¹, André S. dos Santos² & Alceu S. Ribeiro³

¹Laboratório de Bacteriologia Vegetal, Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, 96010-970, Pelotas, RS, Brasil; ²Cooperativa C. Vale, 85950-000, Palotina, PR, Brasil; ³Embrapa Clima Temperado, 96001-970, Pelotas, RS, Brasil

Autor para correspondência: Juliane Ludwig, e-mail: juludwig@yahoo.com.br

RESUMO

O potencial dos isolados DFs185 (*Pseudomonas synxatha*), DFs223 (*Pseudomonas fluorescens*), DFs306 (não identificado), DFs416, DFs418 e DFs419 (*Bacillus* sp.), DFs422 (*Bacillus subtilis*) e DFs471 (*Stenotrophomonas maltophilia*) foi avaliado para o controle da mancha-parda (*Bipolaris oryzae*) e da escaaldadura (*Gerlachia oryzae*) do arroz. Para tanto, sementes da cultivar El Passo L144 foram imersas em suspensão (10^7 a 10^8 UFC/mL) de cada um dos isolados, agitadas por 30 min a 10°C e semeadas em vasos, sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram utilizadas duas testemunhas: uma tratada com solução salina e outra com solução salina mais fungicida (Carboxin+Thiran). Realizaram-se dois ensaios para cada um dos patógenos, inoculados nas plantas por aspersão, e avaliados quanto à severidade aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação calculando a área abaixo da curva de progresso da doença. Para mancha-parda, no primeiro ensaio, o melhor desempenho foi proporcionado pelos isolados DFs185, DFs223 e DFs306 que apresentaram 80, 86 e 70% de redução da severidade. No segundo ensaio, o isolado DFs306 foi o mais eficiente deles, com redução na severidade da doença chegando a 74% em relação à testemunha, sendo que os isolados DFs223, DFs185 e DFs306 proporcionaram incremento na massa de grãos em 74, 70 e 59%, respectivamente. Para o controle da escaaldadura, no primeiro ensaio, os isolados que apresentaram melhores resultados foram DFs416 e DFs418 com 65 e 59% de controle, respectivamente. No segundo ensaio, se destacaram os isolados DFs416 e DFs185 reduzindo a severidade da doença em 64 e 60%, respectivamente sem incrementar a produção.

Palavras-chave: *Bipolaris oryzae*, *Gerlachia oryzae*, *Oryza sativa*, controle biológico.

ABSTRACT

Seed microbiolization for the control of rice brown spot and leaf scald

The potential of isolates DFs185 (*Pseudomonas synxatha*), DFs223 (*Pseudomonas fluorescens*), DFs306 (unidentified), DFs416, DFs418 and DFs419 (*Bacillus* sp.), DFs422 (*Bacillus subtilis*) and DFs471 (*Stenotrophomonas maltophilia*) was evaluated for the control of rice brown spot (*Bipolaris oryzae*) and leaf scald (*Gerlachia oryzae*). Rice seeds cv. El Passo L144 were immersed in a suspension (10^7 a 10^8 CFU/mL) of each of the isolates, agitated for 30 min at 10°C and sowed in pots, in complete randomized design with four replications. Two controls were used: one with seeds treated with saline solution, and the other with saline solution plus fungicide (Carboxin+Thiran). Two assays for each of the pathogens were carried out. Plants were inoculated by spraying and their disease severity was evaluated at 7, 14 and 21 days after inoculation for the calculation of the area under disease progress curve. The best result for brown spot biocontrol in the first assay was provided by isolates DFs185, DFs223 and DFs306, which presented 80, 86 and 70% of control. In the second assay, isolate DFs306 was the most efficient, with reduction in disease severity reaching 74% in relation to control. The isolates DFs223, DFs185 and DFs306 provided a rise in grain yield of 74, 70 and 59%, respectively. For the control of leaf scald, in the first assay, the isolates that presented the best results were DFs416 and DFs418, which showed 65 and 59% of control, respectively. In the second experiment, isolates DFs416 and DFs185 reduced the disease severity, respectively, by 64 and 60%, without increasing the yield.

Keywords: *Bipolaris oryzae*, *Gerlachia oryzae*, *Oryza sativa*, biological control.

INTRODUÇÃO

Dentre as principais medidas preconizadas para o controle de doenças na cultura do arroz estão o uso de

cultivares resistentes e a aplicação de fungicidas (Nunes et al., 2004). A resistência genética é uma medida altamente desejável devido ao baixo custo e à alta eficiência. No entanto, cultivares de arroz, com níveis aceitáveis de resistência, muitas vezes, não estão disponíveis para comercialização ou têm sua vida útil reduzida devido à ocorrência da quebra de resistência em virtude do surgimento de novas raças de patógenos (Cornélio et al., 2003). Existem fungicidas

*Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas RS. 2005.

registrados para o controle da maioria das doenças da cultura do arroz (Arroz Irrigado, 2005). Porém, sua utilização eleva os custos de produção, polui o ambiente e ameaça a saúde do agricultor, além de pressionar o surgimento de populações do patógeno resistentes a estes compostos químicos. Aliado a isso, há a pressão da sociedade por alimentos sem resíduos de agrotóxicos, o que torna urgente a busca por alternativas no controle das doenças.

Nos últimos anos a ocorrência de mancha parda causada por *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker, vem crescendo devido ao uso de cultivares mais suscetíveis, tendo assumido posição de doença economicamente importante e, surgindo como a principal doença do arroz em algumas regiões. Os seus danos vão desde a redução no percentual de germinação das sementes, no estabelecimento de plantas e na área fotossintetizante, até manchas nos grãos que, neste último caso, além de depreciarem o produto, geram perdas durante o beneficiamento (Nunes et al., 2004). A escaldadura, causada por *Gerlachia oryzae* (Hashioka & Yokogi) W. Gams, ocorre em níveis considerados altos em todas as regiões produtoras de arroz no Brasil, embora ainda não existam estimativas referentes aos seus prejuízos. Os principais danos referem-se à desuniformidade no estande e à diminuição da área fotossinteticamente ativa (Nunes et al., 2004). Os prejuízos causados por estas doenças ocorrem tanto em zonas temperadas quanto em tropicais, principalmente onde o cultivo do arroz utiliza grande quantidade de fertilizantes e cultivares com alto índice de perfilhamento. Devido à limitação do emprego de cultivares resistentes, bem como aos aspectos econômicos e ambientais negativos associados ao controle químico, pesquisas têm se voltado para a busca de novas tecnologias. O uso de extratos vegetais (Harish et al., 2008), da aplicação de variadas formas de silício (Seebold et al., 2000; Rodrigues et al., 2003) e de agentes de biocontrole (Vidhyasekaran et al., 1997; Vidhyasekaran et al., 2001) estão entre as possibilidades estudadas.

A microbiolização das sementes com agentes de biocontrole tem mostrado seu potencial como estratégia de controle. Resultados promissores para o biocontrole

de doenças do arroz são relatados com isolados de *Pseudomonas* e *Bacillus* para brusone (Chatterjee et al., 1996; Vidhyasekaran et al., 1997; Krishnamurthy & Gnanamaniackam, 1998) e da queima-das-bainhas (Nandakumar et al., 2001; Commare et al., 2002; Wiwattanapatapee et al., 2004). No entanto, estudos sobre o controle biológico da mancha parda em arroz são escassos. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de controle da mancha-parda e da escaldadura em arroz com isolados de *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Stenotrophomonas* microbiolizados a sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os isolados bacterianos utilizados foram selecionados em bioensaio para o controle de *B. oryzae* por Moura et al. (1998) recebendo a denominação DFs (Departamento de Fitossanidade) (Tabela 1). Os isolados fazem parte da coleção do Laboratório de Bacteriologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas e foram identificados por seqüenciamento do gene 16S rDNA. O isolado de *B. oryzae* foi obtido de planta de arroz doente e o de *G. oryzae* de sementes de arroz naturalmente infestadas, ambas provenientes de lavouras da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul. Para a microbiolização, sementes de arroz da cultivar El Passo L144 foram imersas durante 30 min sob agitação, à temperatura de 10°C, em suspensão preparada com solução salina (NaCl 0,85 %) de cada um dos isolados, com 24 h de crescimento em meio sólido 523 de Kado & Heskett (1970) a 28°C. A concentração foi ajustada para 10^7 a 10^8 UFC/mL ($A_{540} = 0,5$). Como testemunha, sementes foram imersas somente em solução salina (T) ou em solução salina mais o fungicida Carboxin + Thiran (T+F), na concentração final correspondente à 3 mL/Kg de sementes, segundo indicação para o controle das principais doenças fúngicas do arroz (Arroz Irrigado, 1999).

O primeiro experimento foi conduzido em casa-de-vegetação não climatizada no Campus da Universidade Federal de Pelotas, em vasos contendo 1 kg de solo Planossolo não esterilizado, misturado à areia (3:1), onde

TABELA 1 - Identificação e habitat dos isolados bacterianos utilizados para microbiolização de sementes de arroz

Isolado	Identificação	Habitat
DFs185	<i>Pseudomonas synxatha</i> (Ehrenberg) Holland	Semente de arroz
DFs223	<i>Pseudomonas fluorescens</i> Migula	Semente de arroz
DFs306	Não identificado	Semente de cebola
DFs416	<i>Bacillus</i> sp.	Contaminante indicador de antibiose
DFs418	<i>Bacillus</i> sp.	Contaminante indicador de antibiose
DFs419	<i>Bacillus</i> sp.	Contaminante indicador de antibiose
DFs422	<i>Bacillus subtilis</i> (Ehrenberg) Cohn	Contaminante indicador de antibiose
DFs471	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (Hugh) Palleroni & Bradbury	Túnica de alho

foram depositadas 10 sementes por vaso. A adubação foi realizada segundo recomendações de Arroz Irrigado (2005) mediante prévia análise do solo. No estádio V2 (Counce et al., 2000), ou seja, aparecimento da segunda folha, as plantas foram desbastadas, deixando-se quatro plantas por vaso. Devido à avaliação precoce do ensaio (até o início do perfilhamento), o mesmo não foi inundado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. O segundo ensaio foi conduzido de maneira similar ao primeiro, porém em vasos com capacidade para 7 kg, sendo as plantas também desbastadas no estádio V2, deixando-se duas por vaso. A inundação ocorreu no início do perfilhamento das plantas, sendo as mesmas mantidas nessa condição até a época da colheita dos grãos. Foram utilizados os isolados que apresentaram melhores resultados no primeiro ensaio, a saber: DFs185, DFs223 e DFs306 para *B. oryzae* e DFs185, DFs223, DFs306, DFs416 e DFs418 para *G. oryzae*.

No primeiro ensaio, as plantas foram inoculadas com *B. oryzae* (1×10^5 conídios/mL) quando as plantas encontravam-se no estádio V4 e, para o segundo ensaio, no estádio V6 (emborrachamento), de acordo com escala desenvolvida por Counce et al. (2000). *G. oryzae* foi inoculado utilizando-se a mesma técnica e plantas de mesmo estádio de desenvolvimento descrito para *B. oryzae*. No entanto, no primeiro ensaio, aspergiu-se apenas micélio e no segundo uma concentração de 1×10^4 conídios/mL. Para os dois ensaios, as plantas foram mantidas em câmara úmida por 24 h antes e 48 h após a inoculação.

A severidade de ambas as doenças foi avaliada aos 7, 14 e 21 dias após a inoculação dos patógenos nos dois experimentos. Devido ao fato das plantas se encontrarem em diferentes estádios fenológicos no momento da avaliação, foram utilizadas escalas de severidade distintas, desenvolvidas considerando-se diferenças no estádio de crescimento vegetal. No primeiro ensaio, para *B. oryzae*, utilizou-se a escala desenvolvida pelo IRRI (International ... 1975) para avaliar plantas até o início do perfilhamento, quando se atribuiu nota de 1 a 9 de acordo com a severidade da doença na segunda folha. No segundo ensaio, para este mesmo patógeno, as plantas também foram avaliadas, atribuindo-se notas em função da evolução do tipo de lesão, em toda planta, segundo escala do IRRI (International ... 1975), variando de 1 até 9. Também para avaliação de *G. oryzae* utilizou-se escala desenvolvida pelo IRRI (International ... 1996), relacionada à porcentagem de área foliar atacada, variando de 1 a 9. No entanto, no primeiro ensaio foi avaliada somente a segunda folha, e no segundo, a nota foi relacionada à avaliação visual de toda planta.

No segundo ensaio, para ambos patógenos, quando as plantas se encontravam no ponto de colheita, foi contado o número de panículas por planta (NPP). Posteriormente, os grãos foram coletados para a determinação das massas frescas de grãos cheios (MFG) e de grãos chochos (MGC), sendo atribuída nota em relação à frequência relativa de grãos manchados (FRGM) segundo escala desenvolvida

por Farias (2007). As áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foram calculadas de acordo com Campbell & Madden (1990). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Todo procedimento foi realizado utilizando-se o programa SASM-Agri® (Canteri et al., 2001). Os dados de notas e de frequência relativa de grãos manchados foram transformados para $\sqrt{x+0,5}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns antagonistas reduziram a severidade da mancha parda no primeiro ensaio (Figura 1A), embora nenhum destes tenha diferenciado estatisticamente da testemunha e do tratamento com fungicida. As plantas que receberam a aplicação dos isolados DFs185, DFs223 e DFs306 exibiram a menor severidade da doença na primeira avaliação e mantiveram-se assim até o final das avaliações, apresentando, ao final, 79,7, 86,7 e 69,2% de redução da AACPD (Tabela 2). No segundo ensaio (Figura 1B), o menor progresso da mancha parda ocorreu nas plantas originadas de sementes microbiolizadas com o isolado DFs306 e nas tratadas com o fungicida, com redução na severidade em até 73,8 e 68,4 %, respectivamente (Tabela 2). Ao contrário do comportamento no primeiro ensaio, as originadas de plantas tratadas com o isolado DFs185 mostraram a maior área abaixo da curva de progresso da doença.

Nenhum tratamento diferiu estatisticamente da testemunha em frequência relativa de grãos manchados. Nas plantas originadas de sementes tratadas com o isolado DFs185 foi observado 7,14% a mais de grãos manchados em relação à testemunha (Tabela 3). Uma possibilidade para este comportamento é o fato das plantas oriundas de sementes microbiolizadas com esse isolado serem as únicas que se encontravam plenamente no estádio de florescimento no momento da inoculação, que é considerado o mais propício à infecção nos grãos (Prabhu & Filippi, 1997), estando, portanto, mais predispostas ao ataque do patógeno que as demais. Quanto ao número de panículas, nenhum tratamento diferiu estatisticamente da testemunha. Todos os tratamentos proporcionaram aumento significativo na massa de grãos quando comparados com a testemunha. Os isolados DFs223, DFs306 e DFs185 aumentaram a massa de grãos em 107, 97 e 93%, respectivamente. O isolado DFs223 foi o único que resultou em massa de grãos chochos estatisticamente inferior à testemunha, embora os demais tratamentos não tenham diferido entre si (Tabela 3).

No que se refere à escaldadura (Figura 2A), observou-se que em plantas oriundas de sementes microbiolizadas com o isolado DFs422, apesar de terem iniciado com baixa severidade, não mantiveram essa tendência até o final dos 21 dias após a inoculação, sendo que tais plantas foram as que apresentaram a maior AACPD. As plantas cujas sementes receberam microbiolização com os isolados DFs416 e DFs418 mantiveram-se em um nível de severidade mais baixo desde o início da avaliação, proporcionando 65,1 e

TABELA 2 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da mancha parda em plantas originadas de sementes microbiolizadas com bactérias, em avaliações realizadas 7, 14 e 21 dias após a inoculação do patógeno

Primeiro Ensaio										
Tratamento	DFs185	DFs223	DFs306	DFs416	DFs418	DFs419	DFs422	DFs471	T	T + F
AACPD	3,9 a ¹	2,6 a	5,9 a	31,3a	10,5a	22,3a	9,2 a	17,1a	19,2 a	20,1 a
Segundo Ensaio										
Tratamento	DFs185	DFs223	DFs306	T	T + F					
AACPD	40,6a ¹	13,6bc	9,6 c	36,7b	11,8a					

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% T= testemunha tratada com salina, T+F= testemunha tratada com salina mais o fungicida Carboxin+Thiran.

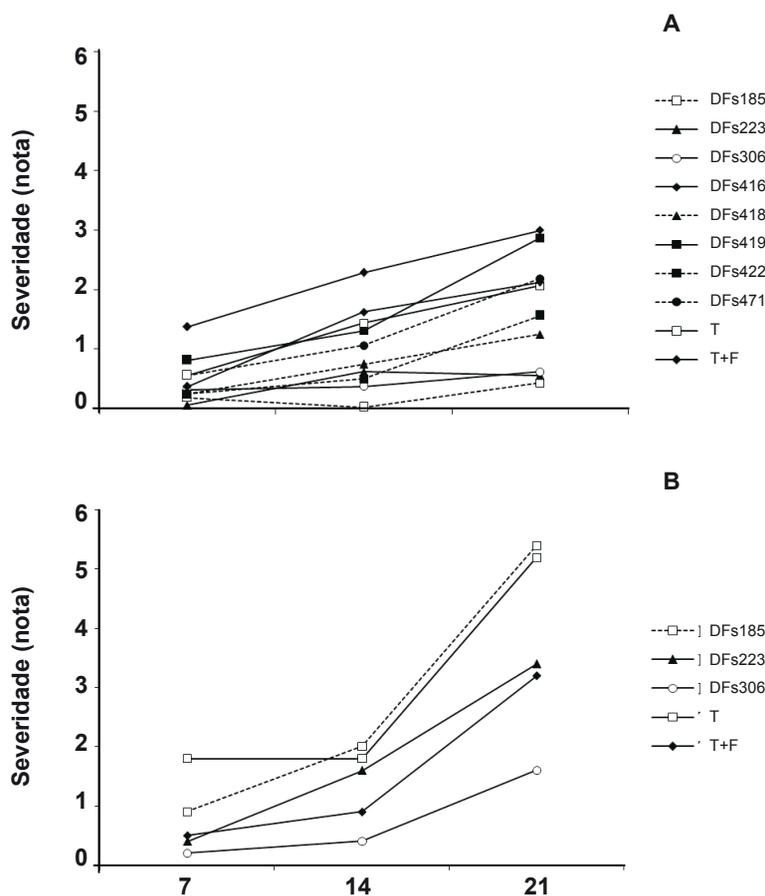


FIGURA 1 – A. Curvas de progresso da mancha parda, de acordo com a porcentagem de área foliar afetada no primeiro ensaio; B. com a evolução do tipo de lesão no segundo ensaio, em plantas originadas de sementes microbiolizadas, em avaliações realizadas 7, 14 e 21 dias após a inoculação do patógeno.

58,5% de redução da AACPD (Tabela 4), respectivamente, sem no entanto, diferir significativamente da testemunha. Comportamento intermediário foi observado para os isolados DFs185, DFs223 e DFs306, uma vez que estes apresentaram maiores reduções da doença dentre os isolados avaliados para a mancha parda, optando-se por utilizá-los também no segundo ensaio.

No segundo ensaio (Figura 2B), verificou-se que todos os tratamentos, com exceção do isolado DFs418, reduziram o progresso da doença comportando-se de forma similar ao tratamento com fungicida. Destacaram-se os isolados DFs416 e DFs185, que diminuíram a escaldadura em 63,2 e 60%, respectivamente (Tabela 4). Todos os tratamentos reduziram a frequência relativa de grãos manchados, sendo

TABELA 3 - Número de panículas (NP), massa fresca de grãos cheios (MFG), massa fresca de grãos chochos (MFC) e frequência relativa de grãos manchados (FRGM) de plantas inoculadas com *Bipolaris oryzae* no estágio V6 (emborrachamento) cujas sementes foram microbiolizadas com diferentes bactérias em avaliação realizada 40 dias após a inoculação

Tratamento	NP	MFG (g)	MFC (g)	FRGM
DFs185	5,75 a ¹	18,76 a ¹	1,66 ab ¹	3,75 a ¹
DFs223	6,62 a	20,12 a	0,78 b	2,50 b
DFs306	5,87 a	19,16 a	1,61 ab	3,50 ab
T	6,00 a	17,28 b	2,31 a	3,50 ab
T+F	5,12 a	9,72 a	1,31 ab	2,50 b
C.V.	17,20	17,30	45,97	17,3

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. T= testemunha tratada com salina, T+F= testemunha tratada com salina mais o fungicida Carboxin+Thiran.

TABELA 4 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da escaudadura em plantas originadas de sementes microbiolizadas, em avaliações realizadas 7, 14 e 21 dias após a inoculação do patógeno

Primeiro Ensaio										
Tratamento	DFs185	DFs223	DFs306	DFs416	DFs418	DFs419	DFs422	DFs471	T	T + F
AACPD	13,3 a	20,1 a	14,4 a	9,0 a	10,7 a	18,1 a	23,4 a	17,7 a	17,7 a	17,7 a
Segundo Ensaio										
Tratamento	DFs185	DFs223	DFs306	DFs416	DFs418	T	T + F			
AACPD	25,3 b	29,6 b	28,6 b	23,2 b	46,8ab	63,0 a	29,3 b			

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. T= testemunha tratada com salina, T+F= testemunha tratada com salina mais o fungicida Carboxin+Thiran.

que os isolados DFs416, DFs418 e DFs223 proporcionaram níveis significativos de controle chegando a 71,4, 57,1 e 50% de redução (Tabela 5). Maiores valores para massa fresca de grãos cheios (produção) foram proporcionados pelos isolados DFs185, DFs223 e DFs306, não diferindo daquele propiciado pelo tratamento com fungicida. Quanto ao número de panículas, os isolados DFs185 e DFs223, além do tratamento com fungicidas proporcionaram incrementos que chegaram até a 16% em relação à testemunha. Todos os isolados reduziram o número de grãos chochos em relação à testemunha, sendo que todos os tratamentos com os isolados bacterianos foram diferentes da testemunha (Tabela 5).

Os isolados DFs185, DFs223 e DFs306 proporcionaram incrementos na produção significativamente superiores à testemunha. No entanto, os isolados DFs416 e DFs418 que se destacaram em relação ao controle da escaudadura nos grãos, foram os que exibiram a menor produção (Tabela 5). A redução na produção pode ser explicada, em parte, pelo número reduzido de panículas nas plantas oriundas de sementes microbiolizadas com os isolados DFs416 e DFs418. Em outro ensaio, utilizando estes mesmos isolados, foi evidenciado que as plantas não diferiram da testemunha quanto ao perfilhamento. Entretanto, as bactérias em questão permitiram o aumento

da massa de grãos secos (Santos et al., 2001). O controle associado a pequeno ou nenhum aumento na produção, ou ainda, com ganhos inferiores aos proporcionados por tratamentos onde a doença foi reduzida, como ocorreu para *G. oryzae* pelo isolado DFs416, pode ser creditada ao possível deslocamento de energia para a proteção da planta contra o patógeno (Stadnik & Buchenauer, 1999). Por outro lado, nas plantas microbiolizadas com outros isolados e até mesmo nas tratadas com o fungicida, a energia gerada parece ter sido utilizada para o acúmulo de massa nos grãos, como sugerido por Vidhyasekaran et al. (2001).

Existem exemplos de sucesso no controle de doenças foliares de arroz a campo pela utilização do isolado Pfl de *P. fluorescens*, como os obtidos por Vidhyasekaran et al. (1997), para o controle da bruzone do arroz com resultados similares ao do uso do fungicida carbendazin e, por Vidhyasekaran et al. (2001), controlando *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Os isolados utilizados para biocontrole de *B. oryzae* e de *G. oryzae* apresentam potencial de uso, principalmente aqueles que resultaram em controle dos dois patógenos: DFs185, DFs223 e DFs306. Há que se considerar a avaliação destes em campo para que se possa afirmar sobre seu potencial de uso na orizicultura.

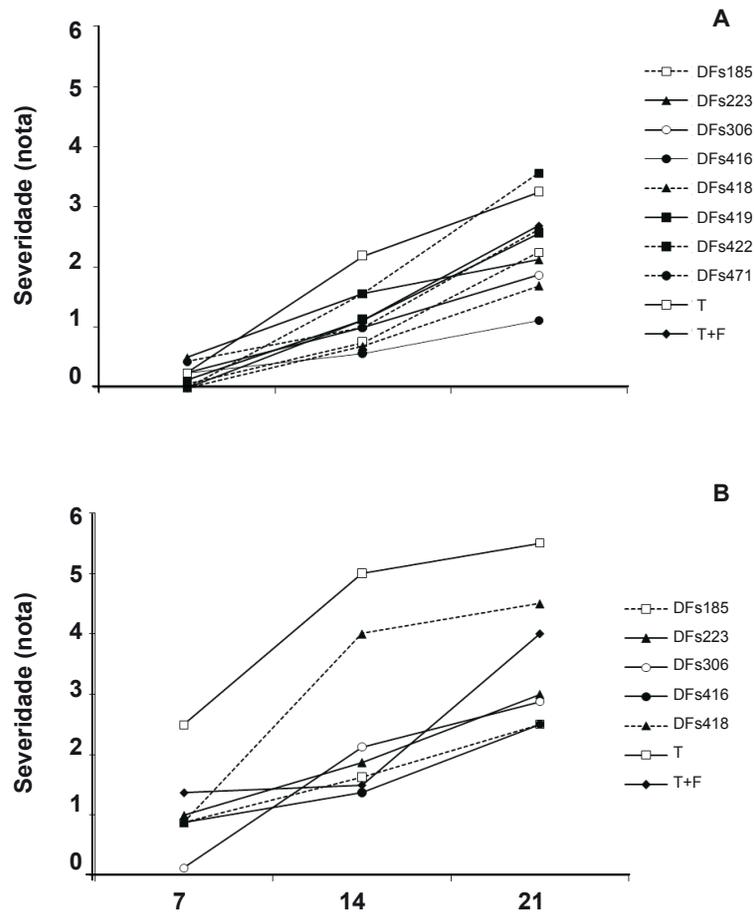


FIGURA 2 – A. Curvas de progresso da escaldadura, de acordo com a porcentagem de área foliar afetada no primeiro ensaio, B. com a evolução do tipo de lesão no segundo ensaio, em plantas originadas de sementes microbiolizadas, em avaliações realizadas 7, 14 e 21 dias após a inoculação do patógeno.

TABELA 5 - Número de panículas (NP), massa fresca de grãos cheios (MFG), massa fresca de grãos chochos (MFC) e frequência relativa de grãos manchados (FRGM) de plantas inoculadas com *Gerlachia oryzae* no estágio V6 (emborrachamento) cujas sementes foram microbiolizadas com diferentes bactérias em avaliação realizada 40 dias após a inoculação

Tratamento	NP	MFG (g)	MFC (g)	FRGM
DFs185	6,87 ab ¹	20,14 a ¹	1,56 b ¹	2,25 abc ¹
DFs223	6,50 ab	19,03 a	1,74 b	1,75 bc
DFs306	6,25 b	20,70 a	0,96 bc	2,5 ab
DFs416	2,75 c	4,46 b	0,43 c	1,00 c
DFs418	2,87 c	5,38 b	0,48 c	1,5 bc
T	6,25 b	5,30 b	2,90 a	3,5 a
T+F	7,25 a	18,42 a	2,00 ab	2,25 abc
C.V.	9,95	22,63	46,73	21,81

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%. T= testemunha tratada com salina, T+F= testemunha tratada com salina mais o fungicida Carboxin+Thiran.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro e terceiro autor.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroz Irrigado (1999) Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Pelotas RS.
- Arroz Irrigado (2005) Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Santa Maria RS.
- Campbell CL, Madden LV (1990) Introduction to plant disease epidemiology. New York NY. Wiley.
- Canteri MG, Althaus RA, Virgens Filho JS, Giglioti EA, Godoy CV (2001) SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação* 1:18-24.
- Chatterjee A, Valasubranian R, Ma WL, Vachhani AK, Gnanamanickam S, Chatterjee AK (1996) Isolation of ant mutants of *Pseudomonas fluorescens* strain Pf7-14 altered in antibiotic production, cloning of ant⁺ DNA, and evaluation of the role of antibiotic production in the control of blast and sheath blight of rice. *Biological Control* 7:185-195.
- Commare RJ, Nandakumar R, Kandam A, Suresh S, Bharathi M, Raguchander T, Samiyappan R (2002) *Pseudomonas fluorescens* based bio-formulation for the management of sheath blight disease and leaf folder insect in rice. *Crop Protection* 21:671-677.
- Cornélio VMO, Soares AA, Soares PC, Bueno Filho JSS (2003) Identificação de raças fisiológicas de *Pyricularia grisea* em arroz no estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia* 27:1016-1022.
- Counce PA, Keisling TC, Mitchell AJ (2000) A uniform, objective and adaptative system for expressing rice development. *Crop Science* 40:436-443.
- Farias CRJ (2007) Espécies de *Bipolaris* associadas à helmintosporiose do arroz (*Oryza sativa* L.) no sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas RS.
- Filippi MC, Prabhu AS, Silva GB (2005). Escaldadura do arroz e seu controle. Santo Antônio de Goiás GO. Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 72.
- Harish S, Saravanakumar D, Radjacommaré R, Ebenezer EG, Seetharaman K (2008) Use of plant extracts and biocontrol agents for the management of brown spot disease in rice. *BioControl* 53:555-567.
- International Rice Research Institute (1975) Sistema de Evaluación Stándart para Arroz. Los Baños.
- International Rice Research Institute (1996) Standar Evaluation System for Rice. 4 ed. Manila.
- Kado CI, Heskett MS (1970) Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. *Phytopathology* 60:969-976.
- Krishnamurthy K, Gnanmanickam SS (1998) Biological control of rice blast by *Pseudomonas fluorescens* strain Pf7-14: evaluation of a marker gene and formulations. *Biological Control* 13:158-165.
- Moura AB, Pierobom CR, Nava DE, Afonso AP (1998) Tratamento de sementes de arroz para seleção massal de procariotas potenciais antagonistas a *Bipolaris oryzae*. *Fitopatologia Brasileira* 23(Supl.):213.
- Nandakumar R, Babu S, Viswanathan R, Raguchander T, Samiyappan R (2001). Induction of systemic resistance in rice against sheath blight disease by *Pseudomonas fluorescens*. *Soil Biology and Biochemistry* 33:603-612.
- Nunes CDM, Ribeiro AS, Terres ALS (2004) Principais doenças em arroz irrigado e seu controle. In: Gomes AS, Magalhães Jr. AM (Eds.) Arroz irrigado no sul do Brasil. Brasília DF. Embrapa Informação Tecnológica. pp. 579-622.
- Prabhu AS, Filippi MC (1997) Arroz (*Oryza sativa* L.) controle de doenças. In: Vale FXR, Zambolim L (Eds.) Controle de doenças de plantas. Vol.1. Viçosa MG. Ministério da Agricultura e Abastecimento. pp. 51-81.
- Rodrigues FA, Vale, FXR, Datnoff LE, Prabhu AS, Korndöfer GH (2003) Effect of rice growth stages and silicon on sheath blight development. *Phytopathology* 93:256-261.
- Santos AS, Moura AB, Silveira AO (2001) Promoção de crescimento de plantas de arroz induzida por bactérias pré-selecionadas para o biocontrole da mancha-parda. *Fitopatologia Brasileira* 26 (Supl.):300.
- Seebold KW, Datnoff LE, Correa-Victoria FJ, Kucharek TA, Snyder GH (2000) Effect of silicon rate host resistance on blast, scald, and yield of upland rice. *Plant Disease* 84:871-876.
- Stadnik MJ, Buchenauer H (1999) Control of wheat disease by benzothiadiazole-derivative and modern fungicides. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 106:466-475.
- Vidhysekarán P, Rabindran R, Muthamilan M, Nayar K, Rajappan K, Subramanian N, Vasumathi K (1997) Development of a powder formulation of *Pseudomonas fluorescens* for control of rice blast. *Plant Pathology* 46:291-297.
- Vidhysekarán P, Kamala N, Ramanathan A, Rajappan K, Paranidharan V, Velazhahan R (2001) Induction of systemic resistance by *Pseudomonas fluorescens* Pfl against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in rice leaves. *Phytoparasitica* 29:155-166.
- Wiwattanapatapee R, Pengoo A, Kanjanameesathian M, Matchavanich W, Nilratana L, Janthangsri A (2004) Floating pellets containing bacterial antagonist for control sheath blight of rice: formulations, viability and bacterial release studies. *Journal of Controlled Release* 95:455-462.

TPP 8020 - Recebido 28 Fevereiro 2008

Versão modificada recebida 3 setembro 2009 - Aceito 16 Novembro 2009

Editor de Seção: Wagner Bettiol