

EFEITOS DE ISOLADOS DE BACTÉRIAS FLUORESCENTES EM
CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

Isolina Dipp Taunous^{1/}

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia, área de concentração Fitossanidade, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre

Agosto, 1993

^{1/} Engenheira Agrônoma (UPF)

CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

T226e Taunous, Isolina Dipp
Efeitos de isolados de bactérias
fluorescentes em cultivares de ar-
roz irrigado / Isolina Dipp Taunous.
- Porto Alegre : UFRGS, 1993.
x, 80 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Univer-
sidade Federal do Rio Grande do Sul.
Programa de Pós-Graduação em Agrono-
mia- Fitotecnia, Porto Alegre, 1993.

1. Arroz irrigado : Comportamento
de variedade : Inoculação : Bactéria
patogênica. I. Título.

CDD: 633.18932

CDU: 633.18-235(043.3)

Catálogo na publicação: Biblioteca
Setorial da Faculdade de Agro
nomia da UFRGS.

16133

T
633.18932
T226E
E.2

AGR
1994/168922-9
1994/04/04

168922-9
22.2
16133

ISOLINA DIPP TAUNOUS

Eng^ª Agr^ª (UPF)

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FACULDADE DE AGRONOMIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE, (RS) BRASIL

Aprovada em: 27.08.1993

Pela Banca Examinadora



VALMIR DUARTE
Orientador

Homologada em: 31.10.1993

Por



HOMERO BERGAMASCHI
Coordenador do Programa
de Pós-Graduação em
Agronomia

MIGUEL DALMO DE MENEZES PORTO



PAULO REGIS FERREIRA DA SILVA



ARIANO PRESTES
CNPT/EMBRAPA/Passo Fundo



DIETER KEMPF
IRGA/Cachoeirinha



NILTON RODRIGUES PAIM
Diretor da Faculdade
de Agronomia

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pela oportunidade oferecida.

Ao Eng. Agr. Prof. Valmir Duarte, pela orientação e materiais oferecidos para a realização dos trabalhos.

Ao Eng. Agr. Dieter Kempf, pela colaboração e sugestões.

Aos professores da UFRGS, pelos ensinamentos e amizade.

Aos funcionários da UFRGS e da Estação Experimental do Arroz - Instituto Rio Grandense do Arroz (EEA-IRGA), pela colaboração na execução dos trabalhos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de uma bolsa de estudos.

Em especial aos meus familiares, pela grande compreensão, apoio e colaboração indispensáveis.

EFEITOS DE ISOLADOS DE BACTÉRIAS FLUORESCENTES EM CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO^{1/}

Autora: Isolina Dipp Taunous
Orientador: Valmir Duarte

RESUMO

Com o objetivo de verificar a ocorrência de bactérias fitopatogênicas em plantas de arroz, bactérias fluorescentes (Bf1, Bf2, Bf3) foram isoladas de sementes em meio B de King semi-seletivo. Os isolados que induziram reação de hipersensibilidade em fumo foram inoculados em arroz. Nas folhas e colmos de arroz, os isolados induziram lesões necróticas, de coloração cinza, alongadas, com bordas de cor castanha-escura.

O efeito destes isolados bacterianos em plantas de sete cultivares de arroz foi testado através da inoculação de colmos e folhas, 21 dias após a emergência, em casa-de-vegetação. Independente da cultivar ou do ponto da inoculação, todos os isolados induziram a formação de lesões. Baseado no comprimento de lesão e percentagem de plantas com sintomas, o isolado Bf1 foi considerado o mais virulento. Não houve diferença nas reações entre as cultivares.

A campo, oito cultivares de arroz foram semeadas em outubro e dezembro de 1992. A inoculação do colmo com suspensão bacteriana (isolado Bf1) aumentou espiguetas estéreis e manchas nas glumas, reduziu poder germinativo, peso de mil sementes e número de grãos inteiros. Plantas das cultivares BR-IRGA 414 e El Paso 144 apresentaram maior grau de manchamento das glumas do que as plantas das cultivares El Paso 48 e Bluebelle, quando colhidas das parcelas semeadas em outubro.

^{1/} Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Área de Concentração Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (80p.) Agosto, 1993.

EFFECTS OF ISOLATES OF FLUORESCENT BACTERIA IN
IRRIGATED RICE CULTIVARS^{1/}

Authoress: Isolina Dipp Taunous
Adviser: Valmir Duarte

ABSTRACT

In order to verify the occurrence of phytopathogenic bacteria in rice plants, fluorescent bacteria (Bf1, Bf2, Bf3) were isolated from seeds in semiselective King'B medium. Isolates that induced tobacco hypersensitivity reaction were inoculated in rice. In rice leaves and stems, the isolates caused elongated gray blotches and necrosis lesions surrounded by a brownish-black border.

The effect of these bacterial isolates in plants of seven rice cultivars was tested through the stems and leaves inoculation, 21 days after the emergence, in greenhouse. Regardless of cultivar or inoculation site, all isolates induced lesions formation. Based on lesion length and percentage of plants with symptoms, the isolate Bf1 was considered the most virulent. No differences of reaction were found among cultivars.

In the field, eight rice cultivars were sowed in October and December, 1992. Stem inoculation with bacterial suspension (isolate Bf1) increased sterile spikelets and blotch on the glumes, decreased seed viability, 1000-seed weight and number of whole grains. Plants of the cultivars BR-IRGA 414 and El Paso 144 showed higher blotching grade of glumes than plants of the cultivars El Paso 48 and Bluebelle, when harvested from plots sowed in October.

^{1/} M.Sc. Dissertation in Crop Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (80p.) - August, 1993.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Ocorrência das manchas e fatores predisponentes	3
2.2. Transmissão de bactérias por sementes	3
2.3. Rendimento de engenho	4
2.4. Bactérias fitopatogênicas associadas ao arroz	5
2.5. Doenças bacterianas do arroz	9
2.6. Hospedeiros	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Isolados bacterianos fitopatogênicos.	13
3.1.1. Isolamento e manutenção	13
3.1.2. Teste de patogenicidade	14
3.1.3. Características	14
3.2. Incidência e tamanho de lesões em condições de casa-de-vegetação	15

	Página
3.3. Qualidade de sementes <i>versus</i> inoculação a campo	17
3.4. Efeito na germinação	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Isolados bacterianos fitopatogênicos	21
4.2. Incidência e tamanho de lesões em condições de casa-de-vegetação	22
4.3. Qualidade de sementes <i>versus</i> inoculação a campo	36
4.4. Efeito na germinação	42
5. CONCLUSÕES	46
6. BIBLIOGRAFIA CITADA	47
7. APÊNDICES	51

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Comprimento da lesão em folhas de plantas de arroz aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.	25
2. Comprimento da lesão em colmos de plantas na média de sete cultivares de arroz aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992. . .	26
3. Comprimento da lesão em colmos de plantas de arroz aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.	30
4. Índices de correlação entre percentagens de plantas de arroz com sintomas, em condições de casa-de-vegetação, e tamanhos de lesões em folhas e colmos inoculados com isolados de bactérias fluorescentes.	34
5. Percentagem de espiguetas estéreis e características dos grãos de plantas de arroz inoculadas com o isolado Bf1 de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1993.	37
6. Poder germinativo de sementes de arroz inoculadas com os isolados Bf1, Bf2 e Bf3 de bactérias fluorescentes. Cachoeirinha, 1993.	43
7. Percentagem de plântulas anormais oriundas de sementes de arroz inoculadas com os isolados Bf1, Bf2 e Bf3 de bactérias fluorescentes. Cachoeirinha, 1993	45

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

1. Percentagem de plantas de arroz apresentando sintomas aos 14 dias após a inoculação das folhas com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.	23
2. Sintomas nas folhas da planta de arroz da cultivar BR-IRGA 410 aos 14 dias após a inoculação com o isolado Bf1 de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1992.	27
3. Percentagem de colmos de plantas na média de sete cultivares de arroz apresentando sintomas aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.	28
4. Percentagem de colmos de plantas de arroz apresentando sintomas, dentro de cada isolado bacteriano, aos 14 dias após a inoculação em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.	31
5. Percentagem de colmos de plantas de arroz apresentando sintomas aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.	33
6. Sintomas nos colmos das plantas de arroz da cultivar IRGA 416 aos 14 dias após a inoculação com o isolado Bf1 de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1992.	35
7. Grau de manchamento das glumas, dentro do isolado bacteriano Bf1, em plantas de arroz inoculadas no colmo. Cachoeirinha, 1993.	40

8. Grau de manchamento das glumas em plantas de arroz inoculadas no colmo com o isolado Bf1 de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1993. . . 41

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das mais importantes fontes energéticas na alimentação humana. No Brasil, está entre as principais culturas, sendo também uma fonte de carboidratos na dieta de grande parte da população. Entretanto, a produção de arroz pode ser limitada por uma série de fatores, entre os quais destacam-se os de caráter fitopatológico e, dentre estes, as doenças bacterianas que trazem prejuízos à produção do cereal.

A cultura do arroz, em todo o mundo, é afetada por alguns gêneros de bactérias fitopatogênicas e há evidências de transmissão por sementes.

Na avaliação da qualidade de sementes, vem sendo reconhecida, de forma crescente, a importância dos problemas sanitários. No que se refere à patologia de sementes, deve-se considerar, além dos problemas relativos à transmissão dos fitopatógenos, que as próprias sementes podem ser afetadas e com isto comprometerem sua qualidade. Este comprometimento envolve tanto a conservação da semente durante o armazenamento quanto seu vigor e, conseqüentemente, o estabelecimento da cultura no campo.

A presença de bactérias fitopatogênicas foi

comprovada na cultura do arroz no Brasil, entretanto o problema ainda foi pouco estudado no país.

A ausência de pesquisas sobre bactérias fitopatogênicas na cultura do arroz no Brasil pode ser devido a que doenças bacterianas não ocorrem na cultura do arroz no país, ocorrem mas não são importantes ou não têm sido diagnosticadas. Este trabalho teve como objetivos verificar: 1) a presença de bactérias fitopatogênicas em sementes, 2) o efeito da inoculação de bactérias sobre cultivares de arroz em condições de casa-de-vegetação e campo, bem como, 3) o efeito da inoculação bacteriana na germinação de sementes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ocorrência das manchas e fatores predisponentes

A ocorrência de manchas nas glumas do arroz (*Oryza sativa* L.) vem aumentando nos últimos tempos e atinge proporções epidêmicas quando a emissão das panículas coincide com períodos de chuvas contínuas. Como *Pseudomonas fuscovaginae* Miyajima, Tanii & Akita e *P. syringae* pv. *syringae* van Hall são favorecidas com temperaturas amenas e umidade relativa elevada, as grandes áreas temperadas produtoras de arroz da América do Sul estão sujeitas a severos ataques quando estas condições ocorrem (ZEIGLER *et al.*, 1987).

A incidência de manchas nas glumas é mais severa sob condições de estresse das plantas (SALIVE & VARGAS, 1985; FROSI *et al.*, 1986; ZEIGLER *et al.*, 1987).

2.2. Transmissão de bactérias por sementes

O preço mais elevado do arroz para semente em comparação com o de consumo representa o necessário estímulo econômico para o produtor (BERNARDES & MOHR, 1961).

Procedimentos de quarentena e controle têm sido

desenvolvidos para prevenir o risco de distribuição global de patógenos de plantas, mas não tem sido dada a devida atenção à sanidade de semente de arroz quanto a doenças bacterianas (GOTO et al., 1987).

As práticas culturais predispõem o arroz à ocorrência de doenças bacterianas de tal forma que, em certas circunstâncias, algumas bactérias consideradas pouco virulentas são capazes de causar doenças (GOTO et al., 1987). Das bactérias que causam doença em arroz, evidência de transmissão por semente tem sido obtida para *Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola* (Fang et al.) Dye, *Pseudomonas avenae* Manns, *P. glumae* Kurita & Tabei, *P. fuscovaginae* e *P. syringae* pv. *syringae* (GOTO et al, 1987; ZEIGLER et al., 1986 e 1987). Falta informação sobre a eficiência e os meios de transmissão de *P. fuscovaginae* no campo (ZEIGLER et al., 1986).

Conforme MEW et al. (1989), o período de sobrevivência de *X. campestris* pv. *oryzae* (Ishiyama) Dye na semente é crítico para possibilitar seu transporte e transmissão. Apesar deste inóculo não ser importante na disseminação por sementes, ele pode se tornar essencial para a introdução em regiões onde a doença não existe.

2.3. Rendimento de engenho

É vantagem econômica que o arroz forneça, no processo de beneficiamento, a maior percentagem possível de grãos inteiros. BERNARDES & MOHR (1961) mencionam que é desejável

o rendimento mínimo de 60% de grãos inteiros e polidos.

Orizicultores podem sofrer perdas econômicas ao comercializar grãos moderadamente ou severamente manchados e incompletos aos engenhos, devido aos descontos estabelecidos (ZEIGLER & ALVAREZ, 1987).

2.4. Bactérias fitopatogênicas associadas ao arroz

A pesquisa de FARIA & PRABHU (1984), relatando a identificação de *Erwinia* sp. como causadora de uma doença similar à causada por *P. fuscovaginae*, é um dos poucos trabalhos sobre bactérias fitopatogênicas em arroz no Brasil. Além disso, FROSI et al. (1986) relataram *P. fuscovaginae* como agente causal de manchas nos grãos de arroz. Até 1985, segundo MARQUES & FONSECA (1985), não há registro da ocorrência de *X. campestris* pv. *oryzae* no Brasil.

Espécies de *Pseudomonas* fluorescentes fitopatogênicas foram isoladas a partir de sementes de arroz manchadas e de bainha de folha-bandeira em arroz cultivado no Brasil (ZEIGLER et al., 1987; ROTT et al., 1991).

Mundialmente, vários trabalhos recentes sobre doenças bacterianas que afetam o grão, plântula e folha-bandeira do arroz têm sido publicados (ROTT et al., 1989a, 1989b, 1991; SALIVE & VARGAS, 1985; ZEIGLER & ALVAREZ, 1986, 1987, 1990). *Erwinia herbicola* (Löhnis) Dye, *Pseudomonas glumae*, *P. syringae* pv. *syringae*, *P. fuscovaginae*, *P. syringae* pv. *aptata* (Brown & Jamieson) Stevens, *Xanthomonas cinnamona*

(Miyake & Tsunoda) Muko e *X. atroviridigenum* (Miyake & Tsunoda) Tagami & Mizukami causam manchamento de grãos; *P. syringae* pv. *panici* (Elliot) Young et al., *P. avenae*, *Erwinia* sp., *P. glumae* e *P. plantarii* causam necrose de plântulas; *P. syringae* pv. *syringae* e *P. fuscovaginae* causam podridão da bainha. A fitopatogenicidade de *E. herbicola* não foi comprovada por ZEIGLER & ALVAREZ (1990).

O manchamento das glumas parece estar aumentando em importância (SALIVE & VARGAS, 1985; ZEIGLER & ALVAREZ, 1986; ZEIGLER et al., 1987).

MIYAJIMA (1983), citado por GOTO et al. (1987), e ZEIGLER et al. (1987) verificaram que a ocorrência de bactérias fluorescentes em sementes é proporcional à intensidade do manchamento das glumas. Espécies de *Pseudomonas* podem ser recuperadas de sementes que apresentam ou não sintomas de manchamento das glumas (ZEIGLER & ALVAREZ, 1987 e 1990).

Segundo ZEIGLER & ALVAREZ (1986), a semente é o principal meio de disseminação de *Pseudomonas* fluorescentes. *Pseudomonas avenae* pode ser transmitida por sementes sem sintomas que se tornam a fonte de infecção primária. A bactéria pode ser obtida de panículas inoculadas artificialmente, sendo que a taxa mais alta ocorre quando as panículas são inoculadas no estágio de florescimento (GOTO et al., 1987).

Manchamento de grãos, necrose de bainha e esterilidade de espiguetas de arroz são sintomas semelhantes causados por alguns patógenos, entre eles *P. fuscovaginae*

(FROSI et al., 1986; ZEIGLER et al., 1986; GOTO et al., 1987; ROTT et al., 1989a; TILQUIN, 1993). Em função disto, ROTT et al. (1989a) sugerem a utilização de um meio semi-seletivo para isolamento de algumas *Pseudomonas* fluorescentes.

A caracterização e identificação de *P. fuscovaginae* é um processo longo quando determinado por características citológicas, morfológicas e bioquímicas. A combinação de testes diagnósticos é recomendada para a identificação de *P. fuscovaginae* e diferenciação de outras *Pseudomonas* fluorescentes no arroz (ROTT et al., 1989b, 1991). Teste de sintomas em plântulas pode ser aplicável para necrose causada por *Pseudomonas glumae*, *P. avenae* e *Pseudomonas* sp. (*P. plantarii*) (GOTO et al., 1987).

Comparando as características fisiológicas de *Pseudomonas fuscovaginae* e *P. marginalis* (Brown) Stevens isoladas na América Latina, Ásia e África, ZEIGLER & ALVAREZ (1987) e ZEIGLER et al. (1987) concluíram que a designação de *P. fuscovaginae* como uma espécie separada pode não ser apropriada, pois uma doença com sintomatologia idêntica àquela causada por *P. marginalis* foi relatada no Brasil e o patógeno não foi identificado de forma definitiva.

No conjunto de testes realizados por ZEIGLER & ALVAREZ (1989) para diferenciação entre *Pseudomonas fuscovaginae*, *P. avenae*, *P. glumae* e *P. syringae* pv. *syringae*, três características foram utilizadas: *P. fuscovaginae* e *P. oryzicola* Klement produzem um pigmento azul fluorescente sobre o meio B de King; *P. avenae* e *P. glumae*

não produzem. Dentro de cada par, a habilidade em usar arginina para o crescimento distingue as espécies - *P. fuscovaginae* e *P. glumae* são positivas, enquanto que *P. oryzicola* e *P. avenae* são negativas. Além disso, *P. oryzicola* pode utilizar sacarose, ao contrário das demais. Os patógenos fluorescentes poderiam ser claramente separados em dois grupos: aqueles positivos para arginina dihidrolase e oxidase, compatíveis com *P. fuscovaginae*, e aqueles negativos para arginina dihidrolase e oxidase, compatível com *P. syringae* pv. *syringae* (ZEIGLER et al., 1987; GOTO et al., 1987).

As estirpes bacterianas fitopatogênicas recuperadas por ZEIGLER & ALVAREZ (1990) dos grãos manchados podem ser distinguidas de *E. herbicola* pelo fato de não crescerem anaerobicamente e apresentarem múltiplos flagelos polares.

A virulência de *Pseudomonas fuscovaginae* e de *P. glumae* é instável e pode ser perdida durante repetidas transferências. *Pseudomonas* patogênicas não são nutricionalmente fastidiosas como *X. campestris* pv. *oryzae* (GOTO et al., 1987).

Pseudomonas glumae extraída de sementes infectadas ou plântulas levemente infectadas podem se desenvolver na filosfera sem produzir sintomas. A população deste patógeno aumenta rapidamente na emissão das panículas. Várias bactérias têm sido isoladas de grãos com sintomas de "podridão bacteriana do grão". Estas bactérias atacam grãos de arroz sob temperaturas mais baixas do que aquelas para *P. glumae*.

Os sintomas da "podridão bacteriana do grão" variam, dependendo da temperatura e da quantidade de N aplicada antes da emergência da panícula (OU, 1985; ZEIGLER & ALVAREZ, 1987; GOTO et al., 1987).

A "queima da plântula", cujo agente causal é *P. plantarii*, inibe o crescimento do sistema radicular. As plântulas murcham e morrem, mas nunca apodrecem (GOTO et al., 1987).

Há forte evidência do envolvimento de *Pseudomonas* spp. fluorescentes na síndrome *manchado del grano*, porém nem todos os casos de grãos de arroz manchados deveriam ser atribuídos a estes patógenos (ZEIGLER et al., 1987).

2.5. Doenças bacterianas do arroz

As primeiras referências à *P. fuscovaginae*, agente causal da "podridão bacteriana marrom da bainha do arroz", são no Japão, em clima frio (MISAGHI & GROGAN, 1969). Mais tarde, sua presença foi evidenciada em vários países tropicais da América Latina (GOTO et al., 1987; ROTT et al., 1989a, 1991; ZEIGLER & ALVAREZ, 1990).

"Listra bacteriana", causada por *P. syringae* pv. *panici* (*P. setariae*) foi observada na Ásia (ZEIGLER & ALVAREZ, 1987).

"Podridão bacteriana da bainha", causada por *P. oryzae*, foi relatada na Hungria e Ásia (OU, 1985). Isolados japoneses de *P. oryzae* apresentam características

semelhantes a *P. marginalis* (ZEIGLER & ALVAREZ, 1987).

Pseudomonas fuscovaginae, *P. syringae* pv. *syringae*, *P. avenae*, e *P. glumae* demonstraram estar distribuídas amplamente no mundo, sendo isoladas de arroz com sintoma também na América Latina (ZEIGLER & ALVAREZ 1986 e 1990).

Espécies de *Pseudomonas* fluorescentes fitopatogênicas foram isoladas tanto de sementes manchadas, como de folhas-bandeiras de plantas de arroz de vários países, entre eles o Brasil. *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* foi encontrada somente no Chile (ZEIGLER et al., 1987; GOTO et al., 1987).

2.6. Hospedeiros

As *Pseudomonas* spp. fitopatogênicas têm uma vasta gama de hospedeiros, particularmente entre as gramíneas, e grandes populações podem se alojar em plantas daninhas (ZEIGLER et al., 1986; ZEIGLER & ALVAREZ, 1990). Em função disto, a distribuição restrita de *Pseudomonas fuscovaginae* e *P. syringae* pv. *syringae* pode refletir a existência de limitações do ambiente e não de origens geográficas (ZEIGLER et al., 1987).

Pseudomonas fuscovaginae está relacionada com *P. marginalis*, podendo, como esta, infectar outros hospedeiros tais como: sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), milho (*Zea mays* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.). Uma gama variada de hospedeiros, combinada com meios alternativos de disseminação planta-a-planta, poderia confundir as medidas de controle

baseadas apenas na purificação de semente (ZEIGLER et al., 1986; TILQUIN, 1993).

ZEIGLER et al. (1986) citam espécies de plantas que são suscetíveis à *P. fuscovaginae*:

a) Plantas monocotiledôneas

Butomaceae: *Limnocharis flava* (L.) Buchen.

Commelinaceae: *Commelina diffusa* Burn F.

Cyperaceae: *Cyperus difformis* Vahl., *C. ferax* L. C. Rich, *C. macrocephalus* Liebm., *C. surinamensis* Vahl., *C. rotundus* L., *Cyperus* spp., *Kyllinga brevifolia* Rottb.

Gramineae: *Andropogon gayanus* Kunth., *Brachiaria brizantha* (Hoechst ex A. Rich) Stapf., *B. decumbens* Stapf., *B. dictyoneura* Stapf., *B. eminii* Mez., *B. humidicola* (Rendle) Schweickt., *B. jubata* (*B. soluta*), *B. mutica* (Forsk.) Stapf., *B. nigropedata* (Munro) Stapf., *B. ruziziensis* Germ & Evrard., *Chloris gayana* Kunth., *Chloris* sp., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Digitaria decumbens* Stent., *Echinochloa colonum* (L.) Link., *E. crus-galli* (L.) Beauv., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Eriochloa* sp., *Ischaemum rugosum* Salisb., *Leptochloa filiformis* (Lam.) Beauv., *Panicum maximum* Jacq., *Paspalum paspalodes* (Michx.) Scribn., *Pennisetum purpureum* Schum., *Rottboellia exaltata* L. F., *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf., *Trichachne insularis* (L.) Nees.

Pontederiaceae: *Heteranthera reniformis* R. et P.

b) Plantas dicotiledôneas

Amaranthaceae: *Amaranthus* sp.

Compositae: *Eclipta alba* (L.) Hasek.

Euphorbiaceae: *Euphorbia hypericifolia* L., *Caperonia palustris* (L.) St. Hil.

Portulacaceae: *Portulaca oleracea* L.

Scrophulariaceae: *Lindernia pyxidaria* L.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Algumas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) usadas neste trabalho (BR-IRGA 409, 410, 412, 413, 414 e Bluebelle) foram selecionadas por serem as mais cultivadas no Rio Grande do Sul (RS), conforme KAYSER (1991). Outras cultivares (IRGA 416, El Paso 48, 144 e EMBRAPA Taim-7) foram incluídas por estarem sendo comercializadas no Estado.

3.1. Isolados bacterianos fitopatogênicos

3.1.1. Isolamento e manutenção

Amostras de 100 g de sementes de arroz das cultivares BR-IRGA 409, 410, 412, 413, 414, IRGA 416, Colombiano e El Paso 144, oriundas da Zona Sul, Litoral, Depressão Central, Fronteira Oeste e Campanha do RS, com e sem manchas nas glumas, foram lavadas em água corrente por 1 h e maceradas num gral com pistilo. Adicionou-se, então, água destilada esterilizada (1:1, p:v) ao macerado. Após 10 min., mergulhou-se uma alça de platina flambada neste macerado e inoculou-se o meio de cultura B de King semi-seletivo - KBS - contido em placas de Petri (ROTT et al., 1989a). Colônias bacterianas

fluorescentes foram repicadas, sucessivamente, neste meio até a obtenção de colônias puras.

Os isolados bacterianos foram mantidos em tubos de ensaio, contendo: 1) meio de cultura ágar glicose nutritivo - NGA - (extrato de carne:peptona:glicose:ágar, 3:5:2,5:15 g/l de água destilada) (SCHAAD, 1988), coberto com óleo mineral esterilizado até atingir o nível de 10 mm acima do topo do meio de cultura, mantidos à 4°C; 2) glicerol 50% (glicerol:água) (KIRÁLY *et al.*, 1974), mantidos à -20°C; e 3) água destilada esterilizada, mantidos à 4°C.

3.1.2. Teste de patogenicidade

Folhas de plantas de fumo (*Nicotiana tabacum* L.), cultivadas em casa-de-vegetação, foram inoculadas, conforme método descrito por GITAITIS *et al.* (1987), aos 35 dias após a emergência, com uma suspensão de cada um dos isolados bacterianos fluorescentes obtidos.

Colmos e folhas de plantas de arroz, cultivadas em casa-de-vegetação, foram inoculados através de seringa (ROTT *et al.*, 1989b), aos 21 dias após a emergência, com os isolados bacterianos que induziram reação de hipersensibilidade em folhas de fumo.

3.1.3. Características

Os isolados bacterianos Bf1, Bf2 e Bf3 foram testados

para a produção de pigmento fluorescente em meio B de King (peptona:K₂HPO₄:MgSO₄.7H₂O:ágar:glicerol, 20:1,5:1,5:15 g:15 ml/l de água destilada) e Gram (SCHAAD, 1988), além de Gram KOH pelo método de SUSLOW *et al.* (1982). No teste de oxidase (SCHAAD, 1988), utilizou-se palito-de-dentes esterilizado para coletar o inóculo Bf1 e friccionar em fitas de oxidase comercial impregnadas com solução de tetrametil-p-fenileno-diamina dihidroclorato 1% (p:v). A estirpe foi considerada oxidase-positiva se a coloração púrpura desenvolveu-se dentro de 10-60 s, e oxidase-negativa se não houve coloração após 60 s. A morfologia das células, dos três isolados, foi observada em microscópio ótico.

3.2. Incidência e tamanho de lesões em condições de casa-de-vegetação

As cultivares de arroz BR-IRGA 409, 410, 412, 413, 414, IRGA 416 e Bluebelle foram semeadas em solo de mato contido em sacos plásticos pretos (11,5 X 17,5 cm), e as plantas mantidas com uma lâmina de 2 cm de água acima do nível do solo. As temperaturas mínima e máxima foram 19 e 31°C, respectivamente, e a umidade relativa na casa-de-vegetação manteve-se ao redor de 75%, entre julho e setembro de 1992, período em que o experimento foi conduzido por três vezes. Após a emergência, fez-se desbaste, mantendo-se 10 plantas por saco.

Inóculo. Após 48 h em meio NGA à 25°C, colônias dos

isolados bacterianos Bf1, Bf2 e Bf3 foram transferidas, individualmente, com cotonetes esterilizados, para erlenmeyer com solução tampão de fosfato de potássio 0,01 M (1,13 g K_2HPO_4 e 0,48 g KH_2PO_4 /l de água destilada), pH 7,2. A concentração das suspensões bacterianas foi ajustada para $DO_{620} = 0,2 \pm 0,01$ de absorvância num espectrofotômetro marca PROCYON SC-90.

Inoculação. Vinte e um dias após a emergência, cinco plantas de cada saco foram inoculadas nas folhas e as demais no colmo. A inoculação das folhas constou do encharcamento de uma área, 2 mm de diâmetro, abaxial, com uma suspensão bacteriana introduzida, por pressão, com seringa sem agulha. No colmo, 0,3 ml da suspensão bacteriana foi introduzida a 5 cm do solo com uma seringa hipodérmica; testemunhas foram inoculadas com solução tampão. As plantas foram mantidas sob saco plástico transparente por 24 h antes e depois da inoculação.

Avaliação. O número de plantas com sintomas nas folhas e colmos, área manchada igual ou maior do que 5 mm, e o comprimento das lesões foram registrados aos sete e 14 dias após a inoculação. Calculou-se a proporção entre plantas com sintomas em relação ao total de plantas inoculadas.

Análise estatística. O experimento fatorial 7 X 4 foi conduzido no delineamento completamente casualizado com parcelas subdivididas em duas épocas de avaliação, aos sete e 14 dias, com três repetições. Os fatores foram: 1) cultivares de arroz e 2) isolados bacterianos Bf1, Bf2 e Bf3

ou solução tampão. A proporção de plantas com sintomas e as médias do comprimento das lesões foram transformadas pela fórmula $\sqrt{(X + 1)}$, e a análise estatística foi realizada fixando as épocas de avaliação. A correlação entre a presença de sintomas nas folhas e colmos com o comprimento das lesões em folhas e colmos, respectivamente, foi calculada usando as médias das três repetições.

3.3. Qualidade de sementes versus inoculação a campo

As cultivares de arroz BR-IRGA 409, 410, 414, IRGA 416, EMBRAPA Taim-7, El Paso 48, 144 e Bluebelle foram semeadas em outubro e dezembro de 1992 na Estação Experimental do Arroz - IRGA, Cachoeirinha, RS, na densidade de 100 kg de sementes/ha, em parcelas com seis linhas de 5 m, distantes 0,2 m. A bordadura consistiu das duas linhas laterais e de 0,5 m em ambas as cabeceiras das duas linhas centrais. Aproximadamente sessenta dias após a emergência, fez-se desbaste mantendo-se 10 plantas por metro linear nas duas linhas centrais.

Inóculo. A preparação e o ajuste da concentração do inóculo Bfl foram feitos como descritos no item anterior.

Inoculação. No final do emborrachamento, três grupos de 10 plantas foram inoculados no colmo através de injeção de 0,3 ml de suspensão bacteriana, com seringa hipodérmica, 2 cm abaixo do pulvino da bainha da folha-bandeira, quando a distância entre o colo da folha-bandeira e o pulvino da

bainha da folha-bandeira era de 3 cm, conforme método modificado de FILIPPI & PRABHU (1992). As plantas testemunhas foram injetadas apenas com solução tampão de fosfato de potássio.

Avaliação. Após a colheita, determinou-se a percentagem de espiguetas estéreis, peso de mil sementes, grau de manchamento das glumas, poder germinativo, o percentual de arroz beneficiado e polido resultante do benefício do arroz em casca (renda do benefício) e o percentual de grãos inteiros e quebrados resultantes do benefício (rendimento dos grãos). O grau de manchamento das glumas do arroz foi determinado em amostras de 100 sementes por subamostra, com base na escala modificada de ZEIGLER *et al.* (1987): 0 = sem manchas; 1 = manchas pequenas e escassas; 2 = > 50% da amostra com \leq 25% de glumas manchadas; 3 = 25-50% da amostra com \geq 25% de glumas manchadas e algumas completamente manchadas; 4 = 50-75% da amostra com \geq 25% de manchas nas glumas e, no máximo, 25% da amostra com glumas completamente manchadas; 5 = \geq 75% de glumas manchadas com > 50% de glumas completamente manchadas. A escala original considerava as manchas nas glumas e nas sementes, enquanto que esta escala considera apenas as manchas nas glumas.

Análise estatística. O experimento fatorial 8 X 2 foi conduzido no delineamento blocos casualizados com três subamostras de 10 plantas por parcela, com quatro repetições. Os fatores foram: 1) cultivares de arroz e 2) isolado Bf1 ou solução tampão. A percentagem de ocorrência de plântulas

anormais e de grãos quebrados das parcelas semeadas em outubro de 1992 foi transformada pela fórmula do *arco seno* $\sqrt{X/100}$. Devido à perda de subamostras por parcela, causada por danos de ratos e pássaros, algumas análises de variância tiveram os Graus de Liberdade do erro experimental reduzidos.

3.4. Efeito na germinação

Oitocentas sementes de cada cultivar (BR-IRGA 409, 410, 412, 413, 414, IRGA 416, Bluebelle, El Paso 48, 144 e EMBRAPA Taim-7) foram desinfestadas, através da imersão, por 30 s, em etanol 70%, NaOCl 1% e água destilada esterilizada, consecutivamente.

Inóculo. A preparação e o ajuste da concentração do inóculo foram feitos como descritos no item 3.2, exceto a solução tampão de fosfato de potássio, que foi substituída por água destilada.

Inoculação. Duzentas sementes de cada cultivar foram imersas por 60 s na suspensão de um dos três isolados ou em água destilada, e, em seguida, distribuídas em papel filtro umedecido (BRASIL, 1980) e mantidas em germinador à $25 \pm 1^\circ\text{C}$, durante 10 dias. Foram distribuídas 100 sementes por papel filtro.

Avaliação. O número de sementes germinadas e de plântulas anormais foi registrado no décimo dia, após a inoculação, e transformado em percentagem.

Análise estatística. O experimento fatorial 10 X 4

foi conduzido no delineamento completamente casualizado com duas repetições, Os fatores foram: 1) cultivares de arroz e 2) isolados bacterianos Bf1, Bf2, Bf3, água destilada ou teste de germinação normal. O experimento foi conduzido três vezes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Isolados bacterianos fitopatogênicos

Entre os vários isolados bacterianos fluorescentes obtidos em meio KBS, três induziram reação de hipersensibilidade em fumo (*Nicotiana tabacum* L.). Estes três isolados também induziram a formação de lesões em folhas e colmos de plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), os quais foram denominados Bf1, Bf2 e Bf3. Os três isolados têm células na forma de bastonetes, Gram-negativas e produzem pigmentos fluorescentes em meio B de King. O teste de oxidase foi executado apenas com o isolado Bf1, com reação foi positiva.

Os isolados Bf1, Bf2 e Bf3 induziram manchas necróticas, de coloração cinza, alongadas, com bordas de cor castanha-escura, quando inoculados em folhas e colmos de plantas de arroz.

O crescimento do isolado Bf1 no meio semi-seletivo KBS indica a possibilidade de tratar-se de *Pseudomonas fuscovaginae* Miyajima, Tanii & Akita, já identificada no Brasil (FROSI et al., 1986). O teste de oxidase, um dos testes usados para diferenciar *P. fuscovaginae* de *P. syringae* pv. *syringae* van Hall, deu positivo, como esperado para a

primeira espécie (AGRAWAL et al. 1989). Além disso, entre os agentes causais de doenças bacterianas que induzem sintomas de manchamento das glumas do arroz, apenas *P. fuscovaginae* e *P. syringae* pv. *syringae* produzem pigmento fluorescente em meio B de King (ZEIGLER & ALVAREZ, 1990).

4.2. Incidência e tamanho de lesões em condições de casa-de-vegetação

São apresentados e discutidos apenas os resultados da avaliação do 14º dia após a inoculação, pois esta foi considerada a melhor época de avaliação.

A ocorrência de sintomas em folhas de plantas de arroz inoculadas com o isolado Bf1 foi maior do que naquelas inoculadas com Bf2 ou Bf3 nos experimentos um e três (Figura 1 e Apêndice 2). No experimento dois, Bf3 se sobressaiu (61%). No entanto, a percentagem de plantas com sintomas manteve-se elevada, variando de 34 a 64%, quando inoculadas com o isolado Bf1. Embora os experimentos tenham sido conduzidos em condições controladas, o aumento da incidência de plantas com sintomas induzidos por Bf3 no experimento dois indica possível potencialidade patogênica destas bactérias, não expressa nos experimentos um e três devido, talvez, a alguma situação particular não controlada neste.

O maior comprimento de lesão registrado em folhas de plantas de arroz inoculadas foi devido ao isolado Bf1

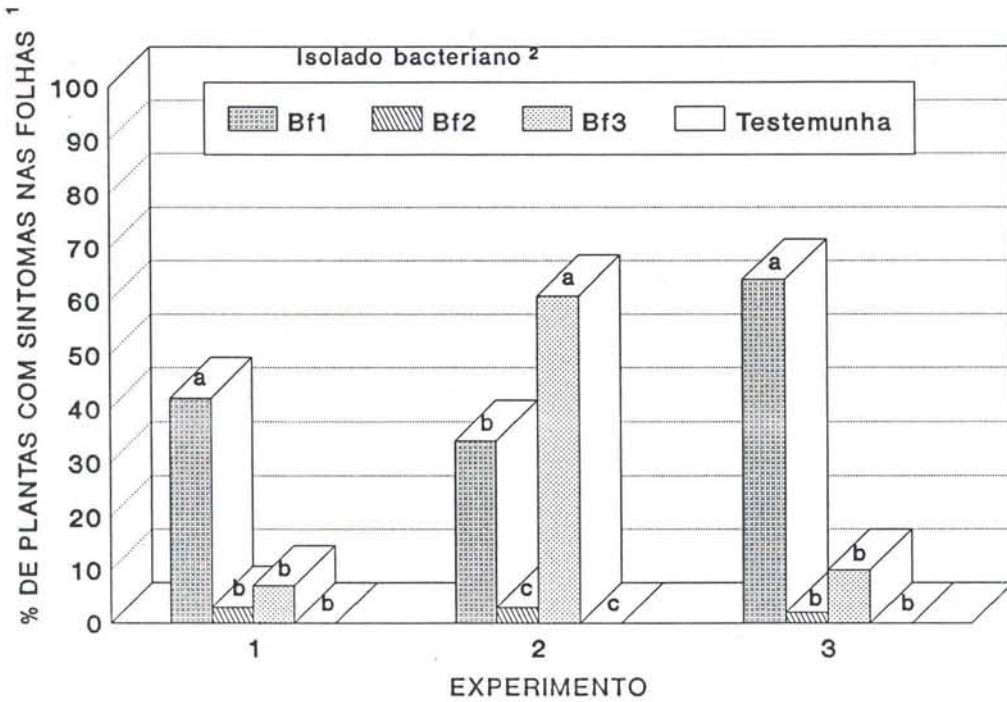


FIGURA 1 - Percentagem de plantas de arroz apresentando sintomas aos 14 dias após a inoculação das folhas com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

¹ Média de sete cultivares

² Colunas identificadas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5 %).

(6,02 mm), no experimento um (Tabela 1 e Apêndice 6). No experimento dois, Bf3 se sobressaiu (5,29 mm) mas não diferiu significativamente do isolado Bf1. O comprimento das lesões foi maior do que 5 mm apenas nos experimentos um e dois, com os isolados Bf1 e Bf3, respectivamente. A baixa virulência dos isolados Bf1 e Bf3 em folhas de plantas de arroz pode ter explicação nos fatores meteorológicos, como o fotoperíodo reduzido durante o período de realização do experimento.

Nos experimentos um e três, o comprimento da lesão em colmos de plantas de arroz inoculadas com o isolado Bf1 foi maior do que naquelas inoculadas com Bf2 ou Bf3. No experimento dois, o comprimento da lesão causada por Bf1 e Bf3 foi maior do que daquela causada por Bf2. Apenas nos experimentos dois e três a lesão induzida pelos três isolados foi superior a 5 mm (Tabela 2 e Apêndice 8). Embora o experimento fosse realizado em condições controladas, a virulência bastante elevada do isolado Bf1 nos experimentos dois e três pode indicar a potencialidade patogênica destas bactérias conforme alguma situação particular do ambiente.

A ocorrência de colmos de plantas de arroz apresentando sintomas, após inoculação com o isolado Bf1, foi maior do que naquelas inoculadas com Bf2 ou Bf3 nos experimentos um e três (Figura 3 e Apêndice 4). A oscilação na ocorrência de colmos com sintomas induzidos por Bf1 foi bastante acentuada entre os experimentos um (17%) e dois (65%), indicando a possibilidade de condições ambientais diferenciadas. No experimento dois, a inoculação do isolado Bf2 causou menor

TABELA 1 - Comprimento da lesão em folhas de plantas de arroz aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Isolado	Comprimento da lesão (mm) ^{1,2}		
	Experimento		
	1	2	3
Bf1	6,02 a	3,89 a	4,44 a
Bf2	0,30 b	0,30 b	0,56 b
Bf3	2,00 b	5,29 a	0,72 b
Testemunha	0,00 b	0,00 b	0,00 b
P	0,00001	0,00001	0,00001
C.V. (%)	56,82	45,80	49,13

¹ Média de sete cultivares

² Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5 %).

TABELA 2 - Comprimento da lesão em colmos de plantas na média de sete cultivares de arroz aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Isolado	Comprimento da lesão (mm)		
	Experimento		
	1	2	3
Bf1	4,57 a	40,32 a	38,68 a
Bf2	0,16 b	8,53 b	9,94 b
Bf3	0,62 b	38,62 a	13,04 b
Testemunha	0,00 b	0,46 c	0,34 c
P	0,0001	0,00001	0,00001
C.V. (%)	66,39	30,26	63,34

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5 %).



FIGURA 2 - Sintomas nas folhas da planta de arroz da cultivar BR-IRGA 410 aos 14 dias após a inoculação com o isolado Bf1 de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1992.

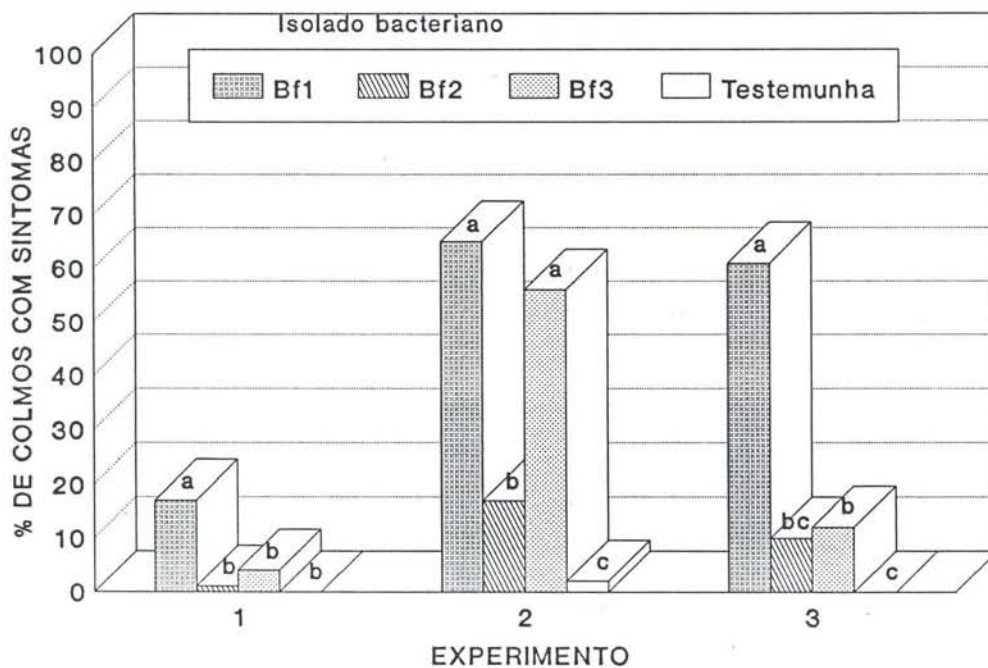


FIGURA 3 - Percentagem de colmos de plantas na média de sete cultivares de arroz apresentando sintomas aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.
Colunas identificadas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

ocorrência de colmos com sintomas do que nas plantas inoculadas com Bf1 ou Bf3.

Em relação às outras cultivares, plantas da cultivar BR-IRGA 410 e Bluebelle apresentaram maior comprimento de lesão em colmos quando inoculadas com o isolado Bf2. Este isolado foi menos virulento do que Bf1 ou Bf3 em plantas das cultivares BR-IRGA 409, 412, 413, 414 e IRGA 416 (Tabela 3 e Apêndice 8). Considerando que o experimento dois foi o único que apresentou significância estatística para a interação entre cultivar e isolado, o experimento em casa-de-vegetação deveria ser repetido mais vezes para confirmar a significância do efeito desta interação no comprimento da lesão nos colmos.

Plantas da cultivar BR-IRGA 410 apresentaram menor ocorrência (23%) de colmos com sintomas, quando inoculadas com o isolado Bf1, do que as plantas das cultivares BR-IRGA 409, 412, 413, 414 e Bluebelle (Figura 4 e Apêndice 4). Quando a inoculação foi realizada com Bf2, plantas da cultivar Bluebelle apresentaram maior ocorrência (53%) de colmos com sintomas do que as plantas das cultivares BR-IRGA 409, 413, 414 e IRGA 416. Considerando que o experimento dois foi o único que apresentou significância estatística para a interação entre cultivar e isolado, o experimento em casa-de-vegetação deveria ser repetido mais vezes para confirmar a significância do efeito desta interação na ocorrência de colmos com sintomas.

O isolado Bf2 induziu menor ocorrência de sintomas do

TABELA 3 - Comprimento da lesão em colmos de plantas de arroz aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Comprimento da lesão (mm) ^{1,2}			
	Isolado			
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha
BR-IRGA 409	57,60 A a	3,49 BC b	48,16 A a	0,00 A b
BR-IRGA 410	22,02 A a	31,60 A a	32,45 A a	0,00 A b
BR-IRGA 412	43,13 A a	9,56 ABC b	49,86 A a	0,00 A b
BR-IRGA 413	50,33 A a	1,20 C b	39,91 A a	2,49 A b
BR-IRGA 414	44,47 A a	2,14 BC b	30,93 A a	0,00 A b
IRGA 416	36,55 A a	4,75 BC b	37,70 A a	0,00 A b
Bluebelle	33,42 A a	22,75 AB a	33,45 A a	1,49 A b
P	0,013			
C.V. (%)	30,26			

¹ No experimento dois

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas ou da mesma letra minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Tukey, 5 %).

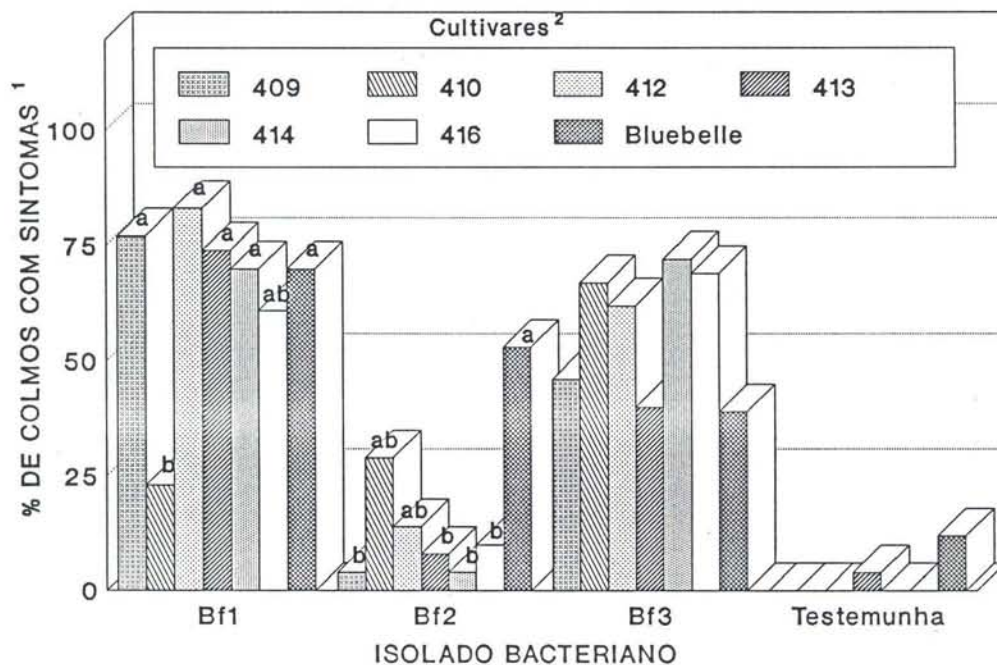


FIGURA 4 - Percentagem de colmos de plantas de arroz apresentando sintomas, dentro de cada isolado bacteriano, aos 14 dias após a inoculação em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

¹ No experimento dois

² Colunas identificadas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

que Bf1 e Bf3, nos colmos de plantas das cultivares BR-IRGA 409, 412, 414 e IRGA 416 inoculadas; enquanto Bf2 apresentou menor indução (8%) de sintomas do que Bf1 (74%) nas plantas da cultivar BR-IRGA 413, e Bf3 apresentou maior indução (67%) de sintomas do que Bf1 (23%) e Bf2 (29%) em plantas da cultivar BR-IRGA 410 (Figura 5 e Apêndice 4). Considerando que o experimento dois foi o único que apresentou significância estatística para a interação entre cultivar e isolado, o experimento em casa-de-vegetação deveria ser repetido mais vezes para confirmar a significância do efeito desta interação na ocorrência de colmos com sintomas.

Houve correlação positiva, com coeficientes elevados, entre a freqüência e tamanho das lesões, tanto nas folhas como nos colmos (Tabela 4 e Apêndices 2, 4, 6 e 8). Demonstra que as lesões induzidas pelos isolados Bf1, Bf2 e Bf3 nas folhas e colmos foram a causa determinante dos sintomas nas plantas de arroz inoculadas com estes isolados bacterianos.

Independente da cultivar ou do local (folha ou colmo) inoculado, os três isolados induziram à formação de lesão. Baseado na percentagem de plantas com sintomas e no comprimento das lesões, o isolado Bf1 foi o mais virulento.

Embora a técnica de recorte da folha induza infecção para várias doenças bacterianas, ela não tem sido usada em larga escala para selecionar resistência varietal (KAUFFMAN et al., 1973).

A hipótese da quebra de barreira da planta através da inoculação com seringa hipodérmica parece ser bastante

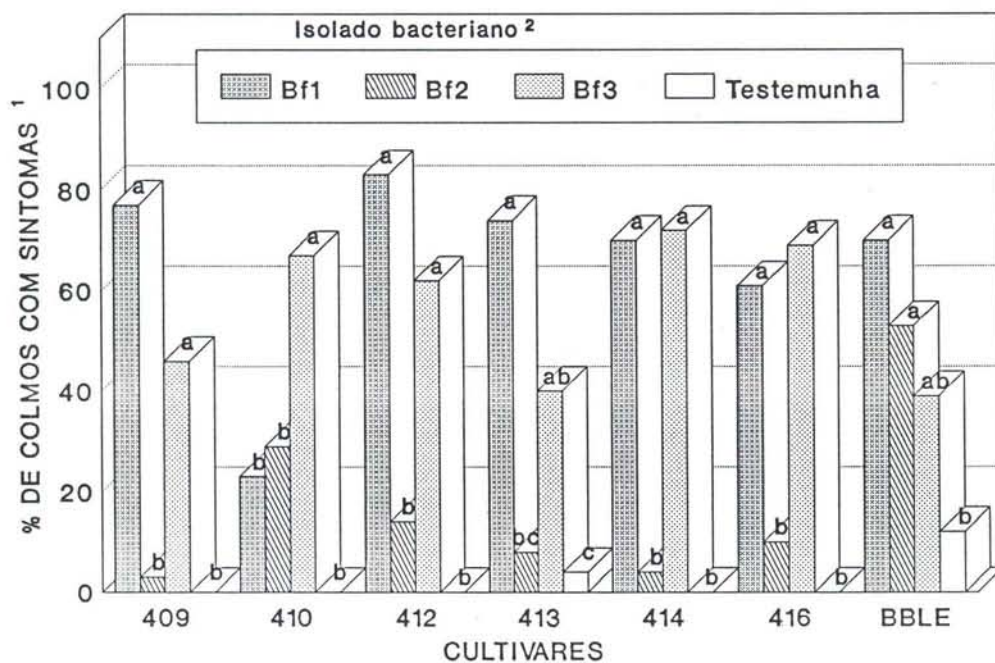


FIGURA 5 - Percentagem de colmos de plantas de arroz apresentando sintomas aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

¹ No experimento dois

² Colunas identificadas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

TABELA 4 - Índices de correlação entre percentagens de plantas de arroz com sintomas, em condições de casa-de-vegetação, e tamanhos de lesões em folhas e colmos inoculados com isolados de bactérias fluorescentes.¹

		Lesão nas folhas			Lesão nos colmos			
		Experimento			Experimento			
		1	2	3	1	2	3	
% de plantas com sintomas nas folhas	Experimento	1	<i>r</i>	0,86				
			<i>P</i>	0,000				
		2	<i>r</i>		0,84			
			<i>P</i>		0,000			
		3	<i>r</i>			0,88		
			<i>P</i>			0,000		
% de colmos com sintomas	Experimento	1	<i>r</i>		0,81			
			<i>P</i>		0,000			
		2	<i>r</i>			0,85		
			<i>P</i>			0,000		
		3	<i>r</i>				0,75	
			<i>P</i>				0,000	

¹ Dados coletados das cultivares de arroz: BR-IRGA 409, 410, 412, 413, 414, IRGA 416 e Bluebelle.



FIGURA 6 - Sintomas nos colmos das plantas de arroz da cultivar IRGA 416 aos 14 dias após a inoculação com o isolado Bf1 de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1992.

plausível, considerando que os patógenos bacterianos não sintetizam a quantidade necessária de enzimas requerida para destruir as camadas externas das células da planta no tempo envolvido para indução de sintomas da doença (ANDERSON, 1982).

4.3. Qualidade de sementes *versus* inoculação a campo

As plantas foram inoculadas apenas com o isolado Bf1. Das parcelas semeadas em outubro de 1992, o material utilizado nas avaliações demonstrou que em plantas de arroz inoculadas com o isolado Bf1 houve aumento da ocorrência de espiguetas estéreis e o grau de manchamento das glumas foi maior, houve menor ocorrência de sementes germinadas e de grãos inteiros do que nas testemunhas (Tabela 5 e Apêndices 9, 10, 11, 12 e 15). Das parcelas semeadas em dezembro de 1992, o grau de manchamento das glumas foi mais elevado em plantas inoculadas com Bf1, enquanto que a percentagem de germinação e o peso de mil sementes foi menor do que nas testemunhas. Embora a ocorrência de sementes germinadas tenha diminuído mais no material colhido das plantas inoculadas com o isolado Bf1 do que no material das testemunhas, nas duas épocas de semeadura (outubro e dezembro) no campo, a potencialidade patogênica desta bactéria parece ser beneficiada com as condições climáticas da época recomendada para semeadura de arroz no Rio Grande do Sul.

O início do florescimento é o momento crítico em que

TABELA 5 - Percentagem de espiguetas estéreis e características dos grãos de plantas de arroz inoculadas com o isolado Bf1 de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1993.

Isolado	Semeadura	Espiguetas estéreis (%) ^{1,2}	Grau de manchamento das glumas ^{1,2}	Peso de mil sementes (g) ^{1,2}	Germinação (%) ^{1,2}	Grãos inteiros (%) ^{1,2}
Bf1	O	22 a	2 a	23,69	83 b	58 b
Testemunha	U T	14 b	1 b	23,74	86 a	59 a
P		0,00001	0,00001	0,79	0,01	0,01
C.V. (%)		20,55	22,08	3,33	5,38	3,37
Bf1	D	12	2 a	25,20 b	84 b	60
Testemunha	E Z	11	1 b	25,53 a	86 a	60
P		0,09	0,03	0,05	0,01	0,56
C.V. (%)		16,57	20,10	2,53	3,33	5,50

¹ Média de oito cultivares

² Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5 %).

fatores bióticos exercem maior influência no manchamento das glumas e na má formação dos grãos. Variações extremas de temperatura, na fase reprodutiva, também afetam negativamente a formação dos grãos (CHANG & OKA, 1976). Temperaturas abaixo de 20°C, nesta fase, especialmente durante o emborrachamento, provocam a esterilidade das espiguetas (YOSHIDA, 1981). Esta é uma situação que ocorre com freqüência durante os meses de florescimento do arroz no Estado. Para SATAKE & KOIKE (1983), a esterilidade por frio, no florescimento, se deve à incapacidade do pólen germinar sobre o estigma.

As espiguetas estéreis predominam na base das panículas. Esta forma de distribuição pode ter implicações em algumas características dos grãos. Os grãos da base são os últimos a se desenvolverem e permanecem por mais tempo no interior na bainha das folhas, especialmente sob condições meteorológicas desfavoráveis, quando ocorre uma retenção parcial ou redução na velocidade de emissão das panículas (CHANG & OKA, 1976), ficando os grãos sujeitos a condições menos favoráveis para sua formação e mais propícias ao ataque por microrganismos.

As temperaturas médias e as médias das mínimas nos meses em que os grãos se desenvolveram foram mais elevadas que as normais, exceto para o mês de fevereiro, com temperatura média das mínimas um pouco inferior (Apêndice 19). A precipitação total, por outro lado, foi bastante inferior à normal no mês de abril e moderadamente inferior nos meses de fevereiro e março. Deste modo, as condições meteorológicas,

na fase de florescimento, configuraram-se como secas e quentes na área onde foi desenvolvido o experimento de campo. Condições mais próximas das normais significam a ocorrência de temperaturas mais baixas e maiores precipitações, implicando em condições favoráveis para um aumento generalizado, tanto na incidência de esterilidade das espiguetas, como de manchas nas glumas, e provavelmente correlacionado com uma maior incidência de infecções provocadas por bactérias.

Na ocasião em que o isolado Bf1 foi inoculado, nas parcelas semeadas em outubro de 1992, plantas das cultivares BR-IRGA 414 e El Paso 144 apresentaram maior grau de manchamento das glumas (grau 3) do que as plantas das cultivares El Paso 48, Bluebelle, BR-IRGA 409 e 410 (Figura 7 e Apêndice 10). Como as plantas não inoculadas, com exceção daquelas da cultivar El Paso 48, também apresentaram glumas com manchas, pode-se concluir que o grau de manchamento das glumas foi aumentado pela ação bacteriana.

O grau de manchamento das glumas (Figura 8 e Apêndice 10), colhidas de parcelas semeadas em outubro de 1992, foi maior nas plantas de arroz inoculadas com o isolado Bf1 do que nas testemunhas, com exceção das plantas da cultivar BR-IRGA 409. Os resultados indicam a influência da bactéria no manchamento das glumas do arroz no Rio Grande do Sul. Mais trabalhos, para obter maior número de isolados bacterianos fitopatogênicos, deveriam ser realizados para verificar a importância da presença de bactérias fitopatogênicas no manchamento das glumas de arroz.

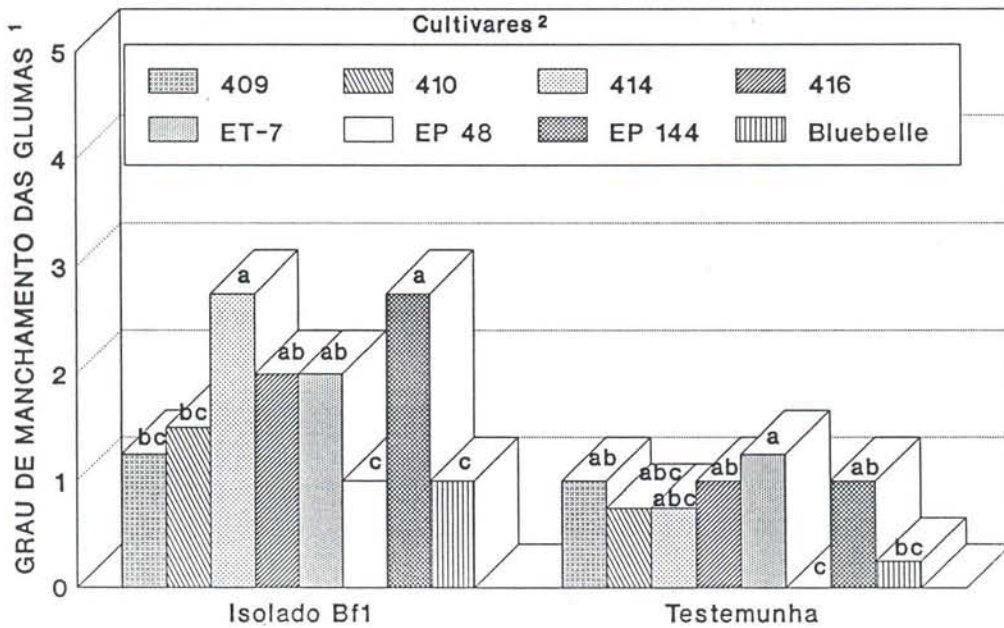


FIGURA 7 - Grau de manchamento das glumas, dentro do isolado bacteriano Bf1, em plantas de arroz inoculadas no colmo. Cachoeirinha, 1993.

¹ Colheita de parcelas semeadas em outubro/1992

² Colunas identificadas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

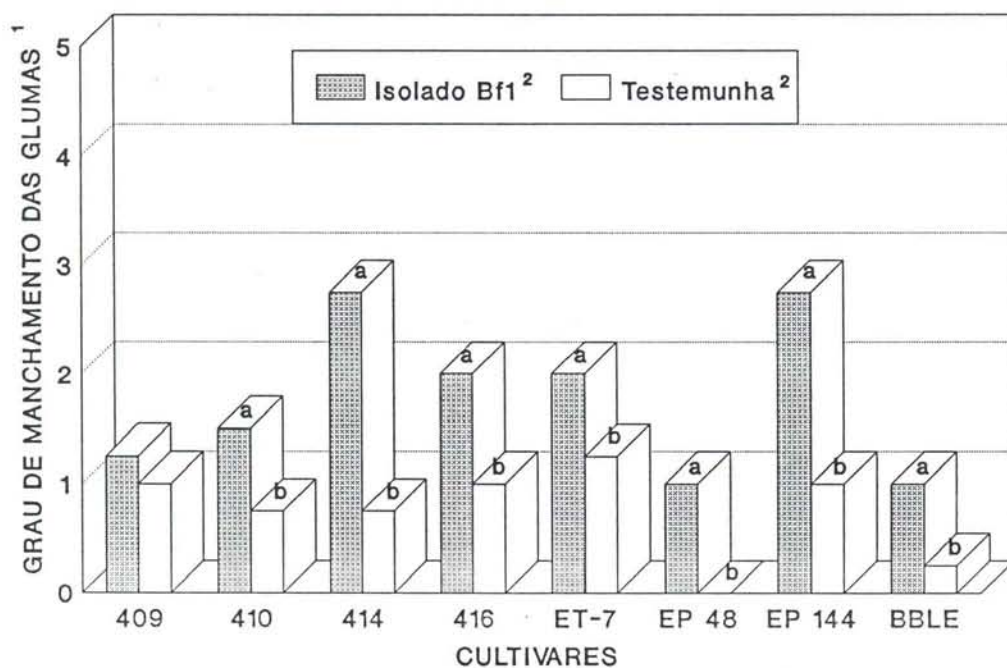


FIGURA 8 - Grau de manchamento das glumas em plantas de arroz inoculadas no colmo com o isolado Bf1 de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1993.

¹ Colheita de parcelas semeadas em outubro/1992

² Colunas identificadas de mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Estes resultados estão de acordo com a suspeita da participação de bactérias entre as causas das manchas nas glumas de arroz (FROSI *et al.*, 1986; RIBEIRO *et al.*, 1987). *Pseudomonas* spp. são as principais bactérias conhecidas por infectar grãos e bainhas de arroz, e podem causar apenas leve manchamento das glumas quando a infecção é tardia (ZEIGLER *et al.*, 1987).

O experimento precisaria ser repetido para que se pudesse analisar os resultados comparativamente nas diferentes safras da cultura do arroz.

4.4. Efeito na germinação

Variações no poder germinativo das sementes e na ocorrência de plântulas anormais devem ser avaliadas apenas considerando o efeito do isolado na cultivar, pois as sementes das cultivares utilizadas nos testes de germinação não apresentavam poder germinativo semelhante e a origem destas era desconhecida.

O poder germinativo das sementes da cultivar BR-IRGA 413, inoculadas com o isolado Bf1, foi menor do que naquelas inoculadas com Bf2; enquanto que a menor germinação de sementes da cultivar BR-IRGA 414 foi causada pelo isolado Bf3 (Tabela 6 e Apêndice 17). Considerando que o experimento dois foi o único que apresentou significância estatística para a interação entre cultivar e isolado, o experimento em laboratório deveria ser repetido mais vezes para confirmar a

TABELA 6 - Poder germinativo de sementes de arroz inoculadas com os isolados Bf1, Bf2 e Bf3 de bactérias fluorescentes. Cachoeirinha, 1993.

Cultivar	Poder germinativo (%) ^{1,2}				
	Isolado				
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha	Normal
BR-IRGA 409	90 AB a	88 ABC a	84 A a	93 A a	91 A a
BR-IRGA 410	93 AB a	86 ABC a	87 A a	88 AB a	89 ABC a
BR-IRGA 412	86 ABC a	82 BC a	83 A a	82 BC a	89 BC a
BR-IRGA 413	77 CD b	89 AB a	83 A ab	85 AB ab	88 ABC a
BR-IRGA 414	84 BC a	79 C a	68 B b	82 BC a	83 ABC a
IRGA 416	94 A a	93 A a	89 A a	92 A a	90 AB a
Bluebelle	79 C a	80 BC a	86 A a	85 AB a	81 BC a
El Paso 48	69 DE b	70 D ab	71 B ab	74 CD ab	79 C a
El Paso 144	24 F c	24 E c	27 C bc	35 E b	46 D a
EMBRAPA Taim-7	68 E b	63 D b	65 B b	66 D b	81 BC a
P	0,004				
C.V. (%)	5,67				

¹ No experimento dois

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas ou da mesma letra minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Duncan, 5%).

significância do efeito desta interação na germinação de sementes.

A percentagem de plântulas anormais das sementes da cultivar BR-IRGA 413, inoculadas com o isolado Bf1, foi maior do que naquelas inoculadas com Bf2; enquanto que a maior ocorrência de plântulas anormais nas sementes da cultivar BR-IRGA 414 foi causada pelo isolado Bf3 (Tabela 7 e Apêndice 18). Considerando que o experimento dois foi o único que apresentou significância estatística para a interação entre cultivar e isolado, o experimento em laboratório deveria ser repetido mais vezes para confirmar a significância do efeito desta interação na ocorrência de plântulas anormais.

O experimento precisaria ser repetido para que se pudesse analisar os resultados comparativamente nas diferentes safras da cultura do arroz.

A realização de um levantamento estadual, verificando a presença de isolados bacterianos fitopatogênicos em amostras das sementes de arroz das cultivares mais utilizadas nas diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, possibilitaria conseguir maiores informações sobre a sanidade das sementes.

TABELA 7 - Percentagem de plântulas anormais oriundas de sementes de arroz inoculadas com os isolados Bf1, Bf2 e Bf3 de bactérias fluorescentes. Cachoeirinha, 1993.

Cultivar	Plântulas anormais (%) ^{1,2}				
	Isolado				
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha	Normal
BR-IRGA 409	2 CDE a	2 CD a	4 BC a	1 EF a	1 B a
BR-IRGA 410	0 E a	1 CD a	2 C a	2 CDEF a	2 AB a
BR-IRGA 412	1 DE a	2 CD a	2 BC a	5 BCDE a	3 AB a
BR-IRGA 413	8 AB a	1 D b	3 BC ab	0 F b	3 AB ab
BR-IRGA 414	4 BCD b	5 BCD b	14 A a	8 ABC ab	4 AB b
IRGA 416	2 BCDE ab	2 CD ab	2 BC ab	1 F b	4 AB a
Bluebelle	7 ABC a	6 BC a	4 BC a	2 DEF a	7 A a
El Paso 48	7 ABC a	10 AB a	8 AB a	10 AB a	5 A a
El Paso 144	5 BCD a	6 BC a	6 BC a	7 ABCD a	5 A a
EMBRAPA Taim-7	15 A a	15 A a	16 A a	15 A a	7 A b
P	0,05				
C.V. (%)	29,54				

¹ No experimento dois

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas ou da mesma letra minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si (Duncan, 5%).

5. CONCLUSÕES

Nas condições que foram conduzidas esta pesquisa, pode-se concluir que:

1) Existem bactérias fitopatogênicas em sementes colhidas de lavouras de arroz do Rio Grande do Sul.

2) Manchas necróticas, de coloração cinza, alongadas, com bordas de cor castanha-escura, em folhas e colmos, comumente atribuídas a fungos nas condições do Rio Grande do Sul, podem também ser causadas por bactérias.

3) Existe diferença no grau de manchamento das glumas entre as cultivares de arroz.

4) Bactérias fluorescentes fitopatogênicas podem afetar o número de espiguetas estéreis, grau de manchamento das glumas, poder germinativo, peso de mil sementes e o número de grãos inteiros resultantes do benefício do arroz no engenho.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AGRAWAL, P. C.; MORTENSEN, C. N. & MATHUR, S. B. 1989. *Seed-borne diseases and seed health testing of rice*. Technical Bulletin n. 3. Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries and CAB International Mycological Institute. 106 p.
- ANDERSON, A. J. 1982. Preformed resistance mechanisms. In: MOUNT, S. M. & LACY, G. H. *Phytopathogenic prokaryotes*, New York, Academic Press, v. 1, p. 120.
- BERNARDES, B. C. & MOHR, W. 1961. *Cultura e adubação do arroz*. Porto Alegre, 48 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. 1980. *Regras para análise de sementes*. Brasília. 188 p.
- CHANG, T. T. & OKA, H. I. 1976. Genetic variousness in the climatic adaptation of rice cultivars. In: IRRI. *Climate and rice*. Los Baños, p. 87-111.
- FARIA, J. C. de & PRABHU, A. S. 1984. Brown Stripe (BST), a new bacterial disease of rice. *Int. Rice Res. Newsl.*, Manila, Fil., v. 9, n. 3, p. 12.
- FILIPPI, M. C. & PRABHU, A. S. 1992. Método de inoculação para avaliação da resistência à brusone nas panículas em arroz. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 208.
- FROSI, J. F.; ZEIGLER, R. & PULVER, E. 1986. Identificação de *Pseudomonas fuscovaginae* no Brasil e sua possível influência na mancha de grãos de arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 15, Porto Alegre, 1986. *Anais...* Porto Alegre: IRGA. p. 331-336.
- GITAITIS, R. D.; SASSER, M. J.; BEAVER, R. W.; McINNES, T. B. & STALL, R. E. 1987. Pectolytic xanthomonads in mixed infections with *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *P. syringae* pv. *tomato*, and *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in tomato and pepper transplants. *Phytopathology*, St. Paul, MN, v. 77, n. 4, p. 611-615.

- GOTO, M.; ZEIGLER, R. S. & JOHN, V. T. 1987. Progress in seed health research on seedborne and contaminant bacteria, viruses, and nematodes. In: INT. RICE RES. INST., 1987, Manila, Fil. *Rice seed health*. p. 131-150.
- KAUFFMAN, H. E.; REDDY, A. P. K.; HSIEH, S. P. Y. & MERCA, S. D. 1973. An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. *Plant Dis.*, St. Paul, MN, v. 57, n. 6, p. 537-541.
- KAYSER, V. H. Análise do quadro comparativo da área plantada por cultivares no Rio Grande do Sul - safras 1987/88, 88/89, 89/90. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 44, n. 394, p. 15-30, jan./fev. 1991.
- KIRÁLY, Z.; KLEMENT, Z.; SOLYMOSSY, F. & VÖRÖS, J. 1974. *Methods in plant pathology with special reference to breeding for disease resistance*. Amsterdam, Elsevier Scientific. 509 p.
- MARQUES, A. S. dos A. & FONSECA, J. N. L. 1985. Queima bacteriana do arroz. *Comunicado técnico da EMBRAPA/CENARGEN*, Brasília, p. 1-4.
- MEW, T. W.; UNNAMALAI, N. & BARAOIDAN, M. R. 1989. Does rice seed transmit the bacterial blight pathogen? In: INT. RICE RES. INST., 1989, Manila, Fil. *Bacterial blight of rice*. p. 55-63.
- MISAGHI, I. & GROGAN, R. G. 1969. Nutritional and biochemical comparisons of plant-pathogenic and saprophytic fluorescent pseudomonads. *Phytopathology*, St. Paul, MN, v. 59, p. 1436-1450.
- OU, S. M. 1985. *Rice diseases*. 2nd. ed. Kew, Surrey, England, Commonwealth Mycological Institute. 380 p.
- RIBEIRO, A. S.; NUNES, C. D. M. & ZONTA, E. P. 1987. Etiologia das manchas das glumas em arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 40, n. 371, p. 20-25.
- ROTT, P.; HONEGGER, J. & NOTTEGHEM, J. L. 1989a. Isolation of *Pseudomonas fuscovaginae* with a semiselective medium (KBS). *Int. Rice Res. Newsl.*, Manila, Fil., v. 14, n. 1, p. 29.
- ROTT, P.; HONEGGER, J.; NOTTEGHEM, J. L. & RANOMENJANAHARY, S. 1991. Identification of *Pseudomonas fuscovaginae* with biochemical, serological, and pathogenicity tests. *Plant Dis.*, St. Paul, MN, v. 75, n. 8, p. 843-846.

- ROTT, P.; NOTTEGHEM, J.L. & FROSSARD, P. 1989b. Identification and characterization of *Pseudomonas fuscovaginae*, the causal agent of bacterial sheath brown rot of rice, from Madagascar and other countries. *Plant Dis.*, St. Paul, MN, v. 73, n. 2, p. 133-137.
- SALIVE R., A. & VARGAS Z., J. P. Manchado del grano de arroz. *Arroz*, Bogotá, Colombia, v. 34, n. 334, p. 9-17, ene./feb. 1985.
- SATAKE, T. & KOIKE, S. 1983. Sterility caused by cooling treatment at the flowering stage in rice plants. *Japanese Journal of Crop Science*, Tokyo, v. 52, n. 2, p. 207-214.
- SCHAAD, N. W. 1988. *Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria*. 2nd. ed. St. Paul, MN, American Phytopathological Society. 164 p.
- SUSLOW, T. V.; SCHROTH, M. N. & ISAKA, M. 1982. Application of a rapid method for gram differentiation of plant pathogenic and saprophytic bacteria without staining. *Phytopathology*, St. Paul, MN, v. 72, n. 7, p. 917-918.
- TILQUIN, J. P. 1993. Efficiency of natural selection for bacterial sheath rot (BSR) in bulked families. *Int. Rice Res. Newsl.*, Manila, Fil., v. 18, n. 1, p. 23-24.
- YOSHIDA, S. 1981. *Fundamentals of rice crop science*. Los Baños, IRRI. 269 p.
- ZEIGLER, R. S.; ARICAPA, G. & HOYOS, E. 1987. Distribution of fluorescent *Pseudomonas* spp. causing grain and sheath discoloration of rice in Latin America. *Plant Dis.*, St. Paul, MN, v. 71, n. 10, p. 896-900.
- ZEIGLER, R. S. & ALVAREZ, E. 1986. Bacterial sheath brown rot (BSBR) in Latin America. *Int. Rice Res. Newsl.*, Manila, Fil., v. 11, n. 5, p. 15-16.
- ZEIGLER, R. S. & ALVAREZ, E. 1987. Bacterial sheath brown rot of rice caused by *Pseudomonas fuscovaginae* in Latin America. *Plant Dis.*, St. Paul, MN, v. 71, n. 7, p. 592-597.
- ZEIGLER, R. S. & ALVAREZ, E. 1989. Differential culture medium for *Pseudomonas* species causing sheath rot (ShR) and grain discoloration (GID) of rice. *Int. Rice Res. Newsl.*, Manila, Fil., v. 14, n. 1, p. 27-28.
- ZEIGLER, R. S. & ALVAREZ, E. 1990. Characteristics of *Pseudomonas* spp. causing grain discoloration and sheath rot of rice, and associated pseudomonad epiphytes. *Plant Dis.*, St. Paul, MN, v. 74, n. 11, p. 917-922.

ZEIGLER, R. S.; HOYOS, E. & ARICAPA, G. 1986. Nonrice hosts of the causal agent of bacterial sheath brown rot (BSBR) in Latin America. *Int. Rice Res. Newsl.*, Manila, Fil., v. 11, n. 5, p. 19-20.

7. APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Análise de variância da proporção de plantas de sete cultivares de arroz com sintomas aos sete dias após a inoculação das folhas, com três isolados de bactérias fluorescentes, em relação ao total de plantas inoculadas, transformada em $\sqrt{(X + 1)}$.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Repetição	2	0,01	0,89 NS	0,03	2,10 NS	0,02	1,32 NS
Cultivar (CV)	6	0,02	1,74 NS	0,02	1,82 NS	0,04	2,77 *
Isolados (I)	3	0,18	19,33 **	0,32	23,27 **	0,32	23,51 **
CV X I	18	0,01	0,74 NS	0,01	0,63 NS	0,02	1,16 NS
Erro Exp.	54	0,01		0,01		0,01	
C.V. (%)		9,13		10,41		10,69	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 2 - Análise de variância da proporção de plantas de sete cultivares de arroz com sintomas aos 14 dias após a inoculação das folhas, com três isolados de bactérias fluorescentes, em relação ao total de plantas inoculadas, transformada em $\sqrt{(X + 1)}$.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Repetição	2	0,004	0,56 NS	0,02	2,00 NS	0,005	0,41 NS
Cultivar (CV)	6	0,01	1,36 NS	0,03	2,49 *	0,01	0,64 NS
Isolado (I)	3	0,16	20,31 **	0,34	30,00 **	0,37	28,42 **
CV X I	18	0,01	0,76 NS	0,01	0,80 NS	0,01	0,73 NS
Erro Exp.	54	0,01		0,01		0,01	
C.V. (%)		8,47		9,67		10,53	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 3 - Análise de variância da proporção de plantas de sete cultivares de arroz com sintomas aos sete dias após a inoculação dos colmos, com três isolados de bactérias fluorescentes, em relação ao total de plantas inoculadas, transformada em $\sqrt{(X + 1)}$.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Repetição	2	0,003	0,89 NS	0,0005	0,18 NS	0,0008	0,28 NS
Cultivar (CV)	6	0,004	1,27 NS	0,01	4,53 **	0,01	2,49 *
Isolado (I)	3	0,06	16,49 **	0,43	168,27 **	0,52	172,25 **
CV X I	18	0,004	1,08 NS	0,02	7,17 **	0,004	1,38 NS
Erro Exp.	54	0,004		0,002		0,003	
C.V. (%)		5,76		4,29		4,90	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 4 - Análise de variância da proporção de plantas de sete cultivares de arroz com sintomas aos 14 dias após a inoculação dos colmos, com três isolados de bactérias fluorescentes, em relação ao total de plantas inoculadas, transformada em $\sqrt{(X + 1)}$.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Repetição	2	0,0002	0,05 NS	0,0009	0,19 NS	0,01	2,92 NS
Cultivar (CV)	6	0,003	1,12 NS	0,006	1,18 NS	0,005	1,19 NS
Isolado (I)	3	0,03	9,88 **	0,36	75,18 **	0,30	76,55 **
CV X I	18	0,002	0,86 NS	0,01	3,08 **	0,006	1,46 NS
Erro Exp.	54	0,003		0,005		0,004	
C.V. (%)		5,39		6,01		5,69	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 5 - Análise de variância do comprimento da lesão em folhas de plantas de sete cultivares de arroz aos sete dias após a inoculação, com três isolados de bactérias fluorescentes, em relação ao total de plantas inoculadas, transformado em $\sqrt{(X + 1)}$.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Repetição	2	1,91	2,56 NS	1,18	1,35 NS	0,57	1,39 NS
Cultivar (CV)	6	0,64	0,86 NS	1,40	1,59 NS	0,90	2,19 NS
Isolado (I)	3	11,85	15,94 **	12,00	13,67 **	8,96	21,72 **
CV X I	18	0,64	0,86 NS	0,42	0,48 NS	0,34	0,81 NS
Erro Exp.	54	0,74		0,88		0,41	
C.V. (%)		54,82		50,26		42,28	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 6 - Análise de variância do comprimento da lesão em folhas de plantas de sete cultivares de arroz aos 14 dias após a inoculação, com três isolados de bactérias fluorescentes, em relação ao total de plantas inoculadas, transformado em $\sqrt{(X + 1)}$.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Repetição	2	1,19	1,39 NS	2,15	3,49 *	0,27	0,52 NS
Cultivar (CV)	6	0,71	0,83 NS	1,51	2,45 *	0,57	1,09 NS
Isolado (I)	3	11,84	13,79 **	12,03	19,52 **	7,28	13,88 **
CV X I	18	0,76	0,88 NS	0,36	0,58 NS	0,42	0,81 NS
Erro Exp.	54	0,86		0,62		0,52	
C.V. (%)		56,82		45,80		49,13	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 7 - Análise de variância do comprimento da lesão em colmos de plantas de sete cultivares de arroz aos sete dias após a inoculação, com três isolados de bactérias fluorescentes, em relação ao total de plantas inoculadas, transformado em $\sqrt{(X + 1)}$.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Repetição	2	1,05	2,30 NS	0,08	0,03 NS	0,48	0,17 NS
Cultivar (CV)	6	0,11	0,24 NS	0,48	0,18 NS	3,60	1,28 NS
Isolado (I)	3	9,74	21,32 **	137,04	53,22 **	129,33	45,96 **
CV X I	18	0,31	0,68 NS	3,47	1,35 NS	4,73	1,68 NS
Erro Exp.	54	0,46		2,58		2,81	
C.V. (%)		46,15		35,04		46,00	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 8 - Análise de variância do comprimento da lesão em colmos de plantas de sete cultivares de arroz aos 14 dias após a inoculação, com três isolados de bactérias fluorescentes, em relação ao total de plantas inoculadas, transformado em $\sqrt{(X + 1)}$.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Repetição	2	1,20	0,22 NS	2,56	1,54 NS	6,21	1,17 NS
Cultivar (CV)	6	0,16	0,17 NS	1,01	0,61 NS	5,54	1,05 NS
Isolado (I)	3	8,39	9,33 **	136,78	82,55 **	93,41	17,68 **
CV X I	18	0,23	0,26 NS	3,65	2,20 *	4,32	0,82 NS
Erro Exp.	54	0,90		1,66		5,28	
C.V. (%)		66,39		30,26		63,34	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 9 - Análise de variância da percentagem de espiguetas estéreis de arroz colhidas das parcelas semeadas em outubro e dezembro de 1992.

Causa	GL	Semeadura			
		Outubro/1992		Dezembro/1992	
		QM	F	QM	F
Bloco	3	30,68	1,47 NS	1,02	0,42 NS
Cultivar (CV)	7	63,25	3,03 *	36,25	14,83 **
Erro Exp.(A)	21	20,87		2,44	
Isolado (I)	1	922,64	66,82 **	11,39	3,09 NS
CV X I	7	23,93	1,73 NS	3,10	0,84 NS
Erro Exp.(B)	24	13,81		3,68	
C.V. (A) (%)		17,87		9,55	
C.V. (B) (%)		20,55		16,57	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS. Não significativo.

APÊNDICE 10 - Análise de variância do grau de manchamento das glumas de arroz colhidas das parcelas semeadas em outubro e dezembro de 1992.

Causa	GL	Semeadura			
		Outubro/1992		Dezembro/1992	
		QM	F	QM	F
Bloco	3	0,35	2,20 NS	0,06	0,26 NS
Cultivar (CV)	7	2,09	13,17 **	0,98	4,38 **
Erro Exp.(A)	21	0,16		0,22	
Isolado (I)	1	17,02	217,80 **	0,39	5,00 *
CV X I	7	0,66	8,43 **	0,18	2,26 NS
Erro Exp.(B)	24	0,08		0,08	
C.V. (A) (%)		22,24		24,06	
C.V. (B) (%)		22,08		20,10	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 11 - Análise de variância do peso de mil sementes de arroz colhidas das parcelas
semeadas em outubro e dezembro de 1992.

Causa	GL	Semeadura			
		Outubro/1992		Dezembro/1992	
		QM	F	QM	F
Bloco	3	0,76	0,41 NS	1,20	1,02 NS
Cultivar (CV)	7	5,71	3,10 *	27,30	23,22 **
Erro Exp.(A)	21	1,84		1,18	
Isolado (I)	1	0,04	0,07 NS	1,72	4,17 *
CV X I	7	1,17	1,89 NS	0,32	0,78 NS
Erro Exp.(B)	24	0,62		0,41	
C.V. (A) (%)		4,05		3,02	
C.V. (B) (%)		3,33		2,53	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 12 - Análise de variância do poder germinativo das sementes de arroz colhidas das parcelas semeadas em outubro e dezembro de 1992.

Causa	GL	Semeadura			
		Outubro/1992		Dezembro/1992	
		QM	F	QM	F
Bloco	3	52,12	1,53 NS	9,85	0,73 NS
Cultivar (CV)	7	93,68	2,74 *	61,98	4,62 **
Erro Exp.(A)	21	34,12		13,42	
Isolado (I)	1	150,06	7,22 *	62,02	7,68 *
CV X I	7	14,63	0,70 NS	8,52	1,05 NS
Erro Exp.(B)	24	20,77		8,08	
C.V. (A) (%)		4,88		3,04	
C.V. (B) (%)		5,38		3,33	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 13 - Análise de variância da percentagem de plântulas anormais oriundas das sementes de arroz colhidas das parcelas semeadas em outubro, transformada em arco seno $\sqrt{X/100}$, e dezembro de 1992.

Causa	GL	Semeadura			
		Outubro/1992		Dezembro/1992	
		QM	F	QM	F
Bloco	3	28,47	3,05 NS	13,56	1,90 NS
Cultivar (CV)	7	27,79	2,98 *	39,34	5,52 **
Erro Exp.(A)	21	9,33		7,13	
Isolado (I)	1	7,11	0,96 NS	0,27	0,06 NS
CV X I	7	7,05	0,95 NS	5,17	1,20 NS
Erro Exp.(B)	24	7,42		4,31	
C.V. (A) (%)		17,94		16,39	
C.V. (B) (%)		22,62		18,02	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 14 - Análise de variância da renda do benefício dos grãos de arroz colhidos das parcelas semeadas em outubro e dezembro de 1992.

Causa	GL	Semeadura			
		Outubro/1992		Dezembro/1992	
		QM	F	QM	F
Bloco	3	5,08	2,73 NS	12,67	1,32 NS
Cultivar (CV)	7	17,70	5,29 **	13,14	1,37 NS
Erro Exp.(A)	16	3,35			
Erro Exp.(A)	21			9,62	
Isolado (I)	1	3,69	1,98 NS	0,00	0,00 NS
CV X I	7	1,84	0,99 NS	17,43	1,21 NS
Erro Exp.(B)	14	1,86			
Erro Exp.(B)	24			14,42	
C.V. (%)		2,14			
C.V. (A) (%)				3,18	
C.V. (B) (%)				5,50	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 15 - Análise de variância da percentagem de grãos inteiros, resultantes do benefício dos grãos de arroz colhidos das parcelas semeadas em outubro e dezembro de 1992.

Causa	GL	Semeadura			
		Outubro/1992		Dezembro/1992	
		QM	F	QM	F
Bloco	3	7,76	1,98 NS	49,17	2,47 NS
Cultivar (CV)	7	21,24	4,00 *	36,86	1,85 NS
Erro Exp.(A)	16	5,31			
Erro Exp.(A)	21			19,93	
Isolado (I)	1	30,58	7,79 *	4,00	0,36 NS
CV X I	7	2,94	0,75 NS	13,71	1,25 NS
Erro Exp.(B)	14	3,92			
Erro Exp.(B)	24			11,00	
C.V. (%)		3,37			
C.V. (A) (%)				5,24	
C.V. (B) (%)				5,50	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 16 - Análise de variância da percentagem de grãos quebrados, resultantes do benefício dos grãos de arroz colhidos das parcelas semeadas em outubro, transformada em arco seno $\sqrt{X/100}$, e dezembro de 1992.

Causa	GL	Semeadura			
		Outubro/1992		Dezembro/1992	
		QM	F	QM	F
Bloco	3	0,001	0,62 NS	16,73	3,07 NS
Cultivar (CV)	7	0,002	0,92 NS	44,49	8,17 **
Erro Exp.(A)	16	0,002			
Erro Exp.(A)	21			5,44	
Isolado (I)	1	0,01	2,80 NS	0,06	0,04 NS
CV X I	7	0,002	0,89 NS	0,20	0,14 NS
Erro Exp.(B)	14	0,002			
Erro Exp.(B)	24			1,52	
C.V. (%)		22,24			
C.V. (A) (%)				19,34	
C.V. (B) (%)				14,46	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 17 - Análise de variância do poder germinativo de sementes de 10 cultivares de arroz aos 10 dias após a inoculação com três isolados de bactérias fluorescentes.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Cultivar (CV)	9	660,60	25,99 **	3114,80	164,11 **	2488,34	157,09 **
Isolado (I)	4	4,38	0,17 NS	129,14	6,80 **	28,96	1,83 NS
CV X I	36	31,78	1,25 NS	42,96	2,26 **	23,68	1,50 NS
Erro Exp.	50	25,42		18,98		15,84	
C.V. (%)		6,32		5,67		5,03	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 18 - Análise de variância da percentagem de plântulas anormais oriundas das sementes de 10 cultivares de arroz aos 10 dias após a inoculação com três isolados de bactérias fluorescentes.

Causa	GL	Experimento					
		1		2		3	
		QM	F	QM	F	QM	F
Cultivar (CV)	9	77,93	7,84 **	217,46	16,66 **	177,79	13,13 **
Isolado (I)	4	18,55	1,87 NS	15,29	1,17 NS	5,90	0,44 NS
CV X I	36	15,64	1,57 NS	21,61	1,66 *	18,33	1,35 NS
Erro Exp.	50	9,93		13,06		13,54	
C.V. (%)		24,16		29,54		32,40	

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

NS Não significativo.

APÊNDICE 19 - Dados meteorológicos dos meses de outubro a dezembro/1992, e de janeiro até abril/1993, bem como as normais climatológicas deste período na EEA-IRGA (Cachoeirinha, RS).

Elementos meteorológicos e climatológicos	Meses						
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.
Temperatura máxima do ar (°C)	36,5	34,8	38,8	37,8	34,5	34,5	35,2
Temperatura média das máximas do ar (°C)	26,5	27,7	30,8	32,4	30,5	29,2	28,7
Temperatura média das máximas do ar - normal* (°C)	23,5	26,5	29,1	30,4	30,0	28,5	25,3
Temperatura mínima do ar (°C)	5,7	7,5	11,3	15,0	14,8	13,0	8,3
Temperatura média das mínimas do ar (°C)	13,7	15,2	17,6	20,6	19,3	19,1	16,8
Temperatura média das mínimas do ar - normal* (°C)	13,8	15,8	17,9	19,7	19,7	18,3	15,5
Temperatura média do ar (°C)	20,1	21,5	24,2	26,5	24,9	24,2	22,7
Temperatura média do ar - normal* (°C)	18,4	20,9	23,2	24,6	24,4	23,1	20,2
Umidade relativa média do ar (%)	70,9	70,5	70,5	73,0	74,0	75,7	72,8
Precipitação pluviométrica total (mm)	93,4	58,5	30,2	160,1	84,5	71,4	34,8
Precipitação pluviométrica total - normal* (mm)	101,0	92,0	92,0	102,0	89,0	93,0	118,0

Fonte: Observações meteorológicas (1992 e 1993). Dados da EEA-IRGA (Cachoeirinha, RS), obtidos no mesmo local.

* Normais climatológicas de Cachoeirinha, obtidas junto à Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado do RS, Porto Alegre.

APÊNDICE 20 - Médias da proporção de plantas de arroz com sintomas aos sete dias após a inoculação das folhas com isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Isolado			Testemunha
	Bf1	Bf2	Bf3	
BR-IRGA 409	0,44	0,04	0,24	0,00
BR-IRGA 410	0,85	0,09	0,56	0,00
BR-IRGA 412	0,56	0,00	0,35	0,00
BR-IRGA 413	0,49	0,13	0,20	0,00
BR-IRGA 414	0,55	0,11	0,37	0,00
IRGA 416	0,47	0,07	0,33	0,00
Bluebelle	0,31	0,00	0,21	0,00
Média	0,52	0,06	0,32	0,00

APÊNDICE 21 - Médias da proporção de plantas de arroz com sintomas aos 14 dias após a inoculação das folhas com isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Isolado			Testemunha
	Bf1	Bf2	Bf3	
BR-IRGA 409	0,42	0,00	0,20	0,00
BR-IRGA 410	0,65	0,07	0,38	0,00
BR-IRGA 412	0,57	0,00	0,11	0,00
BR-IRGA 413	0,56	0,07	0,18	0,00
BR-IRGA 414	0,55	0,02	0,23	0,00
IRGA 416	0,35	0,05	0,35	0,00
Bluebelle	0,36	0,00	0,14	0,00
Média	0,49	0,03	0,23	0,00

APÊNDICE 22 - Médias da proporção de colmos de arroz com sintomas aos sete dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Isolado			
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha
BR-IRGA 409	0,63	0,06	0,31	0,01
BR-IRGA 410	0,48	0,24	0,30	0,01
BR-IRGA 412	0,59	0,04	0,32	0,00
BR-IRGA 413	0,57	0,00	0,16	0,01
BR-IRGA 414	0,61	0,10	0,44	0,00
IRGA 416	0,68	0,01	0,33	0,01
Bluebelle	0,59	0,32	0,18	0,00
Média	0,59	0,11	0,29	0,01

APÊNDICE 23 - Médias da proporção de colmos de arroz com sintomas aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Isolado			
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha
BR-IRGA 409	0,53	0,06	0,17	0,01
BR-IRGA 410	0,33	0,18	0,27	0,00
BR-IRGA 412	0,62	0,06	0,05	0,00
BR-IRGA 413	0,46	0,01	0,20	0,01
BR-IRGA 414	0,58	0,06	0,37	0,00
IRGA 416	0,42	0,04	0,28	0,00
Bluebelle	0,46	0,27	0,18	0,04
Média	0,49	0,10	0,22	0,01

APÊNDICE 24 - Médias do comprimento da lesão (mm) em folhas de plantas de arroz aos sete dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Isolado			
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha
BR-IRGA 409	3,67	0,78	2,19	0,00
BR-IRGA 410	10,93	0,56	5,96	0,00
BR-IRGA 412	8,38	0,00	3,82	0,00
BR-IRGA 413	5,91	1,28	1,78	0,00
BR-IRGA 414	5,58	1,22	4,89	0,00
IRGA 416	7,55	1,67	5,67	0,00
Bluebelle	4,15	0,00	1,83	0,00
Média	6,60	0,79	3,73	0,00

APÊNDICE 25 - Médias do comprimento da lesão (mm) em folhas de plantas de arroz aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Isolado			
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha
BR-IRGA 409	3,62	0,00	2,63	0,00
BR-IRGA 410	7,62	1,22	4,66	0,00
BR-IRGA 412	8,01	0,00	1,44	0,00
BR-IRGA 413	6,89	0,56	2,11	0,00
BR-IRGA 414	5,72	2,22	3,70	0,00
IRGA 416	5,89	1,11	6,91	0,00
Bluebelle	4,13	0,00	2,33	0,00
Média	5,98	0,73	3,40	0,00

APÊNDICE 26 - Médias do comprimento da lesão (mm) em colmos de plantas de arroz os sete dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Isolado			
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha
BR-IRGA 409	35,96	9,89	30,55	0,56
BR-IRGA 410	32,99	17,98	16,12	0,56
BR-IRGA 412	34,23	10,67	22,75	0,00
BR-IRGA 413	36,17	0,00	22,86	0,50
BR-IRGA 414	27,79	9,06	23,78	0,00
IRGA 416	27,18	4,00	23,87	1,00
Bluebelle	26,08	23,23	21,32	0,00
Média	31,49	10,69	23,04	0,37

APÊNDICE 27 - Médias do comprimento da lesão (mm) em colmos de plantas de arroz aos 14 dias após a inoculação com isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes em casa-de-vegetação. Cachoeirinha, 1992.

Cultivar	Isolado			
	Bf1	Bf2	Bf3	Testemunha
BR-IRGA 409	37,51	6,17	18,08	2,00
BR-IRGA 410	25,93	22,72	21,11	0,00
BR-IRGA 412	33,11	11,56	11,17	0,00
BR-IRGA 413	29,56	0,56	29,35	1,33
BR-IRGA 414	26,79	8,05	18,68	0,00
IRGA 416	27,95	2,89	21,02	0,00
Bluebelle	28,03	20,66	22,05	0,72
Média	29,84	10,37	20,21	0,58

APÊNDICE 28 - Médias das avaliações da percentagem de espiguetas estéreis e das características dos grãos de plantas de arroz inoculadas com o isolado Bfl de bactéria fluorescente. Cachoeirinha, 1993.

CV ⁹	Avaliações															
	EE ¹		GMG ²		PMS ³		PG ⁴		PA ⁵		RDB ⁶		GI ⁷		GQ ⁸	
	Bfl	T ¹⁰	Bfl	T	Bfl	T	Bfl	T	Bfl	T	Bfl	T	Bfl	T	Bfl	T
409	17	13	2	2	22,91	22,92	83	85	5	6	66	67	59	61	7	6
410	15	13	2	2	24,20	24,30	84	88	5	5	65	66	57	58	9	8
414	21	14	3	1	27,22	26,67	81	86	4	3	66	66	59	61	7	6
416	17	14	2	1	25,57	25,70	85	88	4	4	65	68	59	61	7	7
ET-7	20	18	2	2	23,82	23,72	88	90	3	3	66	65	60	60	7	6
EP 48	16	12	1	1	24,53	24,71	85	86	7	8	63	69	58	63	7	6
EP 144	17	13	3	2	24,01	24,98	74	75	6	5	67	66	61	58	7	8
BBLE	15	11	1	1	23,45	24,14	84	85	5	5	68	68	62	63	7	6
Média	17	14	2	2	24,46	24,64	83	85	5	5	66	67	59	61	7	7

¹Espiguetas estéreis (%)

²Grau de manchamento das glumas

³Peso de mil sementes (g)

⁴Poder germinativo (%)

⁵Plântulas anormais oriundas de sementes (%)

⁶Renda do benefício (%)

⁷Grãos inteiros (%)

⁸Grãos quebrados (%)

⁹Cultivares de arroz: BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, BR-IRGA 414, IRGA 416, EMBRAPA Taim-7, El Paso 48, El Paso 144, Bluebelle

¹⁰Testemunha.

APÊNDICE 29 - Médias do poder germinativo e de plântulas anormais no teste de germinação com sementes de arroz após a inoculação com três isolados de bactérias fluorescentes em experimento conduzido três vezes. Cachoeirinha, 1993.

CV ¹	Isolado									
	Bf1		Bf2		Bf3		Testemunha		Normal	
	PG ²	PA ³	PG	PA	PG	PA	PG	PA	PG	PA
409	89	3	87	3	87	3	90	3	87	4
410	79	3	84	2	82	5	83	5	83	5
412	81	5	82	4	84	4	81	5	82	5
413	84	5	87	3	84	5	85	3	87	4
414	78	6	78	6	77	8	78	8	80	6
416	91	4	91	3	90	3	92	2	86	6
BBLE	84	5	83	9	83	6	82	5	83	8
EP 48	75	7	77	8	75	7	78	8	79	6
EP 144	44	6	40	7	43	7	44	7	54	5
ET-7	79	9	75	10	78	9	74	11	84	5
Média	78	5	78	6	78	6	79	6	81	5

¹Cultivares de arroz: BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, BR-IRGA 412, BR-IRGA 413, BR-IRGA 414, IRGA 416, Bluebelle, El Paso 48, El Paso 144, EMBRAPA Taim-7

²Poder germinativo (%)

³Plântulas anormais oriundas de sementes (%).