

# AVALIAÇÃO EM ARROZ PARA TOLERÂNCIA AO FRIO<sup>1</sup>

ARLEI LAERTE TERRES<sup>2</sup>, JOSÉ GALLI<sup>3</sup> e ALCEU SALLABERRY RIBEIRO<sup>2</sup>

**RESUMO** - Foi realizada extensiva revisão bibliográfica sobre a importância de baixas temperaturas em arroz, ao mesmo tempo que se iniciou a avaliação de genótipos possivelmente portadores de tolerância ao frio na Zona Sul do Rio Grande do Sul. Dos resultados obtidos, concluiu-se que as temperaturas abaixo de 16°C são as que mais diretamente influenciam, pela esterilidade floral, a produtividade, especialmente quando ocorrem próximo ao início da floração. Este período engloba a fase em que se processa a microsporogênese. Entre os materiais que mostraram melhor tolerância destacaram-se Bluebelle, Calrose 76, CR 126-42-1, IR 2403-PLPB-7-2-1-3B, IR 3941-45, IR 3941-77, JC 99, K 35-67-2-1-3-1, Oirase, Shimokita, Some Wake, Suweon 235, Towada (ACC 8318), TY 12 e Yamabiko, que além de tolerância ao frio mostraram boas características que podem ser usadas no programa regional de melhoramento. Como seria de esperar, entre as cultivares passíveis de identificação observou-se maior tolerância nas com características do grupo japonico. Comportamento similar foi observado nas cultivares portadoras de pericarpio vermelho.

Termos para indexação: arroz, *Oryza sativa* L., tolerância ao frio.

## SCREENING IN RICE FOR COLD TOLERANCE

**ABSTRACT** - An extensive bibliographical review on the importance of low temperatures in rice cultivars was made. At the same time, an evaluation of genotypes tolerant to cool temperatures was initiated in the south area of Rio Grande do Sul, Brazil. From the results obtained, it was concluded that temperatures below 16 Celsius degrees are directly influencing rice productivity because of floret sterility especially when occurring near the beginning of flowering, i.e., the putative microsporogenic stage. Bluebelle (local check), Calrose 76, CR 126-42-1, IR 2403-PLPB-7-2-1-3B, IR 3941-45, IR 3941-77, JC 99, K 35-67-2-1-3-1, Oirase, Shimokita, Some Wake, Suweon 235, Towada (ACC 8318), TY 12 and Yamabiko, presented in this study with temperature data, showed the best cold tolerance. As expected, the Japonica-like group showed higher tolerance than other groups. Similar performance was noticed in the genotypes carrying red kernels.

Index terms: rice, *Oryza sativa* L., cold tolerance.

## INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, o arroz é cultivado sob condições de irrigação contínua, no litoral norte, depressão central, fronteira oeste e litoral sul. Nessas regiões, as características do clima e solo são bastante distintas entre si, determinando diferenças no comportamento agrônomico das cultivares de arroz.

Especialmente no litoral sul, as baixas temperaturas noturnas são freqüentes durante a fase reprodutiva do arroz. Nos municípios em que se cultiva arroz foram semeados, na safra 1977/1978, 102.000 ha, dos quais, 28.000 (27%) sofreram pre-

juízos pelo frio (Instituto Riograndense do Arroz, Porto Alegre, RS 1979).

Pesquisa realizada no Estado tem demonstrado o efeito da temperatura sobre o comportamento dos diversos tipos de cultivares de arroz. Estrela et al. (1973), Howell & Spiro (1974), Cruz et al. (1974, 1975) e Terres et al. (1979), em estudos conduzidos no litoral sul, associaram os altos percentuais de esterilidade verificados nas cultivares CICA-4, DAWN, EEA-406 e CICA-9, com a ocorrência de baixas temperaturas noturnas durante o período reprodutivo das plantas. Efeitos semelhantes foram verificados por Souza & Pedrosa (1974, 1976), na depressão central, nas cultivares IRGA-408, CICA-4 e CICA-6 e linhagem P 738-97-3-1, todas do tipo moderno, quando semeadas em dezembro, época tardia.

O efeito do frio sobre o rendimento do arroz, é de importância econômica e tem sido objeto de consideráveis estudos no mundo inteiro, conforme pode ser visto pelos trabalhos de Inoue et al. (1965) e Okabe & Toriyama (1972) no Japão:

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 29 de agosto de 1980. Trabalho conduzido pelo Convênio EMBRAPA (UEPAE/Pelotas)/UFPEL, apresentado na II Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz-Goiânia, GO, fevereiro 1980.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) - EMBRAPA, Caixa Postal 553, CEP 96.100 - Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., Pesquisador do CNPq e da FAEM, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Caixa Postal 354, CEP 96.100 - Pelotas, RS.

Owen (1971) na Austrália, Heu & Bae (1972) na Coreia, Chang & Vergara (1972) em Taiwan, Athwal (1972) em Bangladesh, Paquistão e Nepal, Peterson et al. (1974) nos Estados Unidos, International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas (1977) na China e Hargrove (1978) na Índia.

Cultivares de arroz do tipo moderno, oriundas de regiões tropicais, revelam segundo Inoue et al. (1965), Carnahan et al. (1972) e Chang & Vergara (1972) - alta sensibilidade ao frio, quando semeadas em regiões temperadas.

A reação varietal ao frio ocorre em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz. Assim, para Athwal (1972), genótipos de arroz tolerantes ao frio, na fase de plântula, podem ser suscetíveis em outra fase, provavelmente, por ser essa tolerância determinada por grupos de gens diferentes para cada estádio. Segundo o mesmo autor, a seleção de plantas tolerantes ao frio deve ser baseada na fase de desenvolvimento do arroz em que a baixa temperatura geralmente ocorre na região para qual a tolerância for necessária.

De acordo com Inoue et al. (1965), Tanaka (1963), Owen (1969, 1971), Chang & Vergara (1972), Athwal (1972), Peterson et al. (1974), Lin & Peterson (1975), Board (1979) e Board et al. (1979), a temperatura média em torno de 15°C reduz seriamente o rendimento de grãos de arroz. Porém, Satake (1969) afirma que a temperatura crítica (noturna) para induzir esterilidade no arroz é de 15 a 17°C, para alguns genótipos e de 17 a 19°C para outros. Já para Yoshida (1978), temperaturas médias abaixo de 20°C, durante o florescimento, são prejudiciais às plantas de arroz. Conforme Vergara & Lilis (1968), em temperaturas abaixo de 22°C a panícula poderá não emergir completamente da folha bandeira.

A fase reprodutiva, para Angladette (1969), Owen (1971), Chang & Vergara (1972) e Stansel (1975), é a mais sensível às baixas temperaturas. Elas são mais prejudiciais ao arroz - segundo Terao et al. (1941), Inoue et al. (1965), Matsushima et al. (1965, 1966), Bhattacharyya & De Datta (1971), Nishiyama (1970), Satake & Hayase (1970), Carnahan et al. (1972), e Satake (1976 a, 1976 b) na fase da microsporogênese, isto é, na fase após a meiose, a qual, segundo Lin & Peterson (1972), Peterson et al. (1974), e Lin et al. (1974),

ocorre aproximadamente de 15 a 10 dias antes da emissão das panículas (emborrachamento), enquanto que Satake (1976 b) e Chung (1978) observaram esta fase de 9 e 10 dias antes, respectivamente.

No Rio Grande do Sul, a quantificação das baixas temperaturas e a fase em que elas são mais prejudiciais à planta do arroz ainda não são precisamente conhecidas.

Tolerância genética ao frio, em arroz, é evidente, como foi demonstrado por Lin et al. (1974), que observaram ampla variação na percentagem de flores estéreis de vários genótipos, sob baixa temperatura. Trabalhos em andamento no Japão, Coreia e Estados Unidos, visando transferir o caráter tolerância ao frio de cultivares japonesas e húngaras, têm apresentado resultados promissores, conforme Satake & Toriyama (1979), Heu & Bae (1972), Carnahan et al. (1972) e Adair (1972).

Considerando o efeito do frio na lavoura orizícola do sul do Rio Grande do Sul e a necessidade de obter cultivares de arroz menos sensíveis ao frio, foram iniciados trabalhos de pesquisa com o objetivo de identificar fontes genéticas de arroz tolerantes a baixas temperaturas. A partir dessas determinações será possível orientar a realização de introduções, diretamente para cultivo ou para hibridações controladas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados no sul do Rio Grande do Sul, Brasil, em Santa Vitória do Palmar (Latitude 33°21'S; Longitude 53°22'W; Elevação 6 m) e em Pelotas (Latitude 31°47'S; Longitude 52°27'W; Elevação 13 m), dois experimentos do International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas (1979), com 194 genótipos. As cultivares testemunhas foram China 1039 e RP KN-2 (resistentes), IR-8 (susceptível) e Bluebelle (local). Esta última foi incluída por ser atualmente a mais cultivada no sul do Estado.

Basicamente, obedeceu-se a metodologia indicada pelo International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas (1979).

A semeadura foi em época tardia, em ambos os locais, visando expor os genótipos às baixas temperaturas noturnas que ocorrem, freqüente e principalmente, durante o ciclo reprodutivo do arroz.

A instalação em Santa Vitória do Palmar - solo Formiga, e em Pelotas - solo Pelotas, foi em 21 e 30 de novembro de 1978, respectivamente. Cada parcela foi constituída de três linhas espaçadas de 0,20 m e com 5 m de com-

primento. A densidade empregada foi de 16 sementes por metro linear.

Parte da semente - (2 g de cada tratamento) - foi semeada em viveiro, para testar reação à brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.).

Em ambos os locais foram aplicados, na semeadura, 10 kg de N, 60 kg de  $P_2O_5$  e 60 kg de  $K_2O$  por hectare, conforme análise do solo local. Em cobertura, foram adicionados 20 kg de N, aos 48 e 40 dias após a semeadura, respectivamente, no primeiro e segundo locais.

Em Santa Vitória do Palmar, a irrigação teve início aos 50 dias após a semeadura e, em Pelotas, aos 41 dias.

O controle das plantas invasoras (*Echinochloa* spp.) foi feito pela aplicação de Saturn G, na dose de 80 kg/ha, no primeiro local, e Stam F-34, na dose de 5 l/ha, no segundo local.

Os parâmetros considerados na avaliação dos genótipos tolerantes ao frio foram, de acordo com o International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas (1977), principalmente, ciclo (floração - 80%), esterilidade de flores, exsensão de panícula, altura de plantas e aceitabilidade fenotípica. A determinação de esterilidade (%) foi baseada em 15 panículas, e a altura, (cm) na média de cinco amostras, ambas tomadas ao acaso, em cada parcela. As demais determinações foram feitas conforme International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas (1975), como referência padrão.

A aparência e a produção de grãos dos genótipos, assim como a reação à brusone, não foram tomadas como parâmetros principais.

As observações de campo, sobre o comportamento agrônomico de cada genótipo, foram constantes, durante todas as fases de desenvolvimento das plantas, vindo a constituir a avaliação relativa a "aceitabilidade fenotípica". Nesta foi considerado o ciclo de até 130 dias após a semeadura, esterilidade de flores menor que 32%, exsensão de panícula, em geral, até nota 5, altura de planta até 130 cm e tipo de planta com potencialidade de produção.

Os dados de temperatura, precipitação pluviométrica, radiação solar e horas de sol foram registrados durante todo o transcorrer da investigação.

## RESULTADOS

Na Tabela 1, estão relacionados, alfabeticamente, aqueles genótipos de arroz, constituintes do IRCTN-1978, que foram considerados de aceitabilidade boa e mediana, respectivamente, nota 3 e 5. Os demais, não considerados promissores, não foram listados e são facilmente encontrados no International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas (1979).

As Figs. 1, 2, 3, 4, 5 e 6, contêm os dados de temperatura de Santa Vitória do Palmar e de Pelotas.

As Tabelas 2 e 3 contêm os dados pluviométricos, radiação solar e horas de sol ocorridos durante o ano agrícola de 1978/1979, respectivamente, em Santa Vitória do Palmar e em Pelotas.

## DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos em ambos os locais, notou-se que muitos genótipos se apresentaram sensíveis ao frio e, por isso, foram descartados. A semeadura "no tarde" contribuiu para o mau desempenho dessas cultivares por expô-las às baixas temperaturas, o que concorda com os estudos conduzidos por Owen (1971), Lin et al (1974), Chung (1978) e Satake & Toriyama (1979).

Outro fato que ocorreu em ambos os locais foi que a maioria dos genótipos emborracharam a partir de 20 de janeiro (Tabela 1), quando a temperatura mínima estava em torno de 16°C (Fig. 1 e 2).

Como foi visto, esta temperatura induz a considerável esterilidade de flores, especialmente naqueles genótipos de arroz mais sensíveis ao frio ocorrendo na microsporogênese.

Comparando o desempenho dos genótipos dos dois locais (Tabela 1), verifica-se que, em Santa Vitória do Palmar, a percentagem de flores estéreis foi maior do que em Pelotas.

Por outro lado, a altura de planta, em Pelotas, foi comumente maior do que em Santa Vitória do Palmar. Em Santa Vitória do Palmar (Figs. 1, 3 e 5), além de as temperaturas médias mínimas, em geral, terem sido menores que em Pelotas (Figs. 2, 4 e 6), a variação entre as máximas e mínimas diárias foi maior.

As cultivares usadas como testemunhas, no presente estudo, de certo modo confirmaram o comportamento previamente estabelecido pelo International Rice Research Institute Los Baños, Filipinas (1979). Assim, particularmente a cultivar China 1039 (resistente) teve desempenho mediano, principalmente pela alta proporção de grãos gessados por ela apresentada, enquanto que a cultivar IR 8 confirmou plenamente a sua sensibilidade às baixas temperaturas; este genótipo, além de mostrar, em ambos os locais, o maior ciclo, apresentou também a máxima esterilidade de flores. Este resultado é semelhante ao de Carmona et al. (1974), Galli et al. (1979) e Terres et al. (1979), com cultivares do tipo IR 8 (moderno) no Rio Grande do Sul.

TABELA 1. Genótipos de arroz de melhor desempenho entre os constituintes do Internacional Rice Cold Nursery - IRCTN, 1978/79 - Santa Vitória do Palmar (1) e Pelotas (2), RS.

Genótipos	Origem	Floração-80% em D.A.S. <sup>a</sup>		Esterilidade de flores - %		Exercício de panícula <sup>b</sup>		Tipo de grão <sup>c</sup>	Altura cm		Reação à brusone em Pelotas <sup>d</sup>		Aceitabilidade fenotípica <sup>e</sup>	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)		(1)	(2)	(fo)	(pa)	(1)	(2)
AC 3828	Índia	111	101	5	9	5	5	M	98	100	5	0	5	5
Bermi	Índia	100	84	23	17	1	1	LV	124	124	6	3	5	5
Biggs 72/3764	U.S.A.	114	99	29	26	3	1	L	100	108	8	0	5	5
Bluebella (Test. local)	Brasil	103	96	16	20	3	1	L	93	106	9	5	3	3
Cairose 76	U.S.A.	101	86	16	6	3	3	M	83	88	-	3	3	3
China 988 (HPU 16)	Índia	111	95	5	6	5	3	M	105	104	6	0	5	5
China 988-LS 13	Índia	111	96	14	18	5	5	L	107	105	8	0	5	5
China 988-Bala-2	Índia	111	95	4	6	5	1	M	108	106	6	0	5	5
China 1039 (Test. Resist.)	Nepal	98	86	18	9	3	3	M	107	108	4	3	5	5
Chubu 22	Japão	109	91	28	13	1	3	C	76	83	-	0	5	5
CR 126-42-1	Índia	112	98	19	14	5	3	M	79	85	6	0	3	3
CR 126-42-5	Índia	112	98	19	15	5	5	M	79	80	5	0	5	5
Elko (ACC 9417)	Japão	106	91	7	7	1	1	C	101	107	9	0	5	5
Elkou (ACC 7998)	Japão	115	104	5	5	3	1	C	85	103	-	0	5	5
Giza 14	Egito	117	108	8	16	3	1	C	93	104	7	0	5	5
Habiganj Boro II	Bangladesh	111	97	19	17	3	3	C	115	114	4	0	5	5
HP 46	Índia	114	102	16	11	5	5	MV	119	119	-	0	5	5
HPU 129	Índia	118	103	11	7	3	1	M	100	103	9	1	5	5
Imochi-314	Japão	115	99	17	22	5	3	M	81	84	5	0	5	5
IR 1846-284-1-1	IRRI	116	101	10	17	5	5	L	90	101	6	1	5	5
IR 1846-296-3	IRRI	114	101	10	17	3	3	M	96	98	6	5	5	5
IR 1846-300-1-1	IRRI	105	90	21	21	5	3	L	90	80	8	7	5	5
IR 2344-PLPB-3-1-2B	Índia	105	96	20	24	3	5	L	88	92	5	1	5	5
IR 2403-PLPB-7-2-1-3B	Índia	111	108	32	28	3	3	L	108	107	2	0	5	3
IR 2637-44-2	IRRI	119	103	17	30	3	3	EL	100	106	8	7	5	5
IR 3941-14-2-2-3	IRRI	111	101	12	25	7	5	M	80	79	2	1	7	5
IR 3941-45	IRRI	114	99	16	11	5	5	M	78	77	4	0	3	3
IR 3941-54-1-2-2	IRRI	118	107	21	15	5	5	L	82	83	3	1	5	5

TABELA 1. Continuação

Genótipos	Origem	Floração-80% em D.A.S. <sup>a</sup>		Esterilidade de flores - %		Exercício de panícula <sup>b</sup>		Tipo de grão <sup>c</sup>	Altura cm		Reação à brusone em Pelotas <sup>d</sup>	Aceitabilidade fenotípica <sup>e</sup>		
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)		(1)	(2)		(1)	(2)	
IR 3941-68-1-3-2	IRRI	111	103	20	28	5	7	L	77	81	2	1	5	5
IR 3941-77	IRRI	106	99	21	24	5	3	L	75	90	4	1	3	3
IR 5031-B-JN1B	Índia	109	101	9	21	5	5	L	102	116	7	1	5	5
IR 5867-45-2	IRRI	115	101	9	24	3	3	L	91	103	5	3	5	5
IR 5867-45-2-1-2	IRRI	115	101	8	16	3	3	L	97	103	4	0	5	5
IR 5867-45-2-3-2	IRRI	116	103	21	21	3	3	L	92	102	-	0	5	5
IR 7167-33-2-3	IRRI	120	109	24	17	5	3	MV	96	102	2	0	5	5
IR 7167-33-2-4	IRRI	125	110	13	15	3	3	M	95	109	2	1	5	5
IR 7167-33-2-5	IRRI	123	111	20	19	5	3	L	92	104	1	1	5	5
IR 8460-7-2	IRRI	120	110	15	11	5	5	M	80	84	1	0	5	5
Jalya	Índia	103	91	18	12	1	1	MV	120	129	-	3	5	5
JC 99	Índia	97	84	8	5	1	3	C	85	85	6	3	3	3
K 31-163-3 (Khudwani)	Índia	101	91	19	7	1	1	MV	109	106	9	0	5	5
K 35-67-2-1-3-1	Índia	111	101	14	6	5	1	M	98	102	1	0	5	3
K 39-96-1-1-1-2	Índia	101	86	17	10	3	3	L	98	101	2	0	5	5
K 78-13	Índia	94	77	8	10	1	1	M	100	94	9	1	5	5
K 84	Índia	+	90	-	9	-	3	M	-	97	-	-	-	5
K 140-52-3	Índia	98	80	13	15	3	3	MV	105	108	5	1	5	5
K 143-1-2	Índia	101	91	9	4	3	3	MV	111	106	-	1	5	5
Kalimpong I	Índia	123	109	22	5	3	3	C	91	101	-	0	5	5
KH 1001	Índia	115	107	12	13	3	1	M	102	112	-	0	5	5
KH 17854	Índia	101	88	17	8	1	1	M	102	110	9	3	5	5
Kulu	Austrália	124	105	11	11	5	5	L	90	104	8	3	7	5
Moosa-Tarum	Irã	103	87	22	20	5	3	L	120	118	3	5	5	5
Oirase	Japão	83	72	2	3	1	1	C	80	73	8	0	3	3
P 33-C-19	Índia	111	103	23	19	3	3	L	78	81	-	1	5	5
P 33-C-83	Índia	119	110	25	21	3	3	L	84	84	1	1	5	5
RP 1311-109-1	Índia	102	86	9	16	7	5	L	67	64	6	5	5	5
RXT 42	Índia	121	103	20	20	3	3	M	119	114	-	0	5	5
Shensy Variety	R.P. China	129	119	16	21	7	5	M	68	75	-	1	5	5
Shimokita	Japão	83	77	9	26	1	1	C	72	71	1	0	3	3
Some Wake	Japão	83	78	2	4	1	1	C	94	103	-	0	3	3
Suweon 235	Korea	101	+	8	-	3	-	C	95	-	-	0	3	3
Tat sumi-Mochi	Japão	87	84	7	4	1	1	CG	89	86	-	0	5	-

TABELA 1. Continuação

Genótipos	Origem	Floração-80% em D.A.S. <sup>a</sup>		Esterilidade de flores - %		Exsertão de panícula <sup>b</sup>		Tipo de grão <sup>c</sup>	Altura cm		Reação à brusone em Pelotas <sup>d</sup>	Aceitabilidade fenotípica <sup>e</sup>		
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)		(1)	(2)		(1)	(2)	
Towada (ACC 8318)	Japão	112	96	5	4	1	1	C	83	77	-	0	3	3
TY 12	Japão	120	104	7	6	3	3	C	82	83	2	0	3	3
151/54	Irã	114	100	24	28	5	5	L	80	83	5	3	5	5
Yamabiko	Japão	113	97	7	7	3	1	C	86	90	7	0	3	3
Yoneshiro	Japão	87	83	7	5	1	1	C	80	81	-	3	5	5

a = dias após a semeadura

b = 1 (completa exsertão) e 9 (incompleta exsertão)

c = C (curto), M (médio), L (longo), E (extra, V (vermelho) e G (glutinoso)

d = 0 (imune) e 9 (muito suscetível); (fo) = folhas e (pa) = panículas, (-) não testado

e = 1 (excelente) e 9 (inacessível).

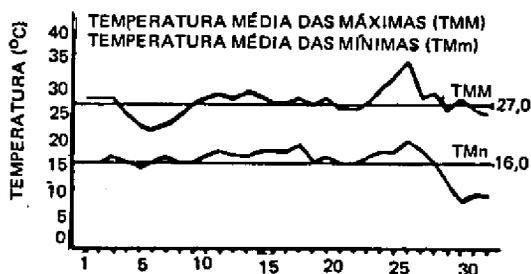


FIG. 1. Janeiro, 1979 - Santa Vitória do Palmar, RS.

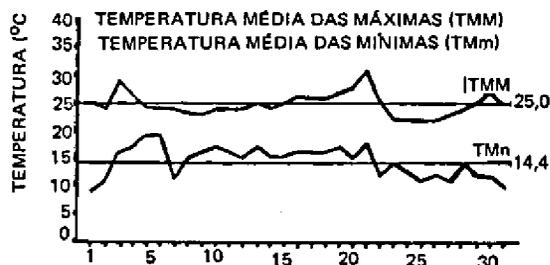


FIG. 5. Março, 1979 - Santa Vitória do Palmar, RS.

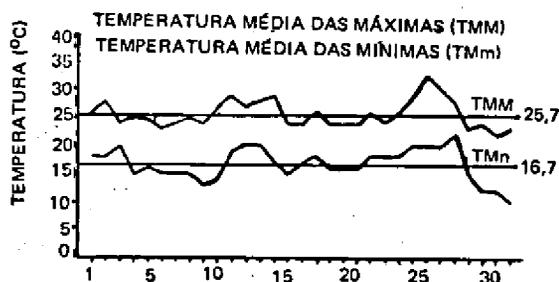


FIG. 2. Janeiro, 1979 - Pelotas, RS.

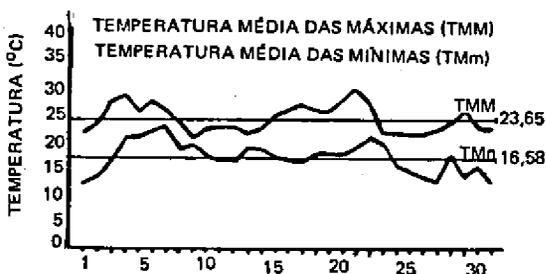


FIG. 6. Março, 1979 - Pelotas, RS.

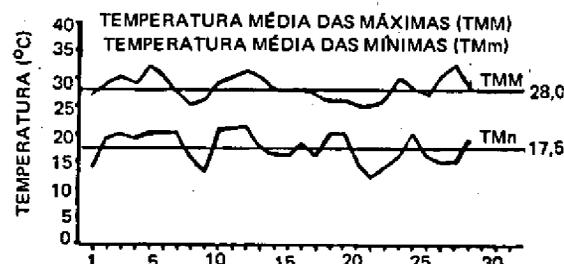


FIG. 3. Fevereiro, 1979 - Santa Vitória do Palmar, RS.

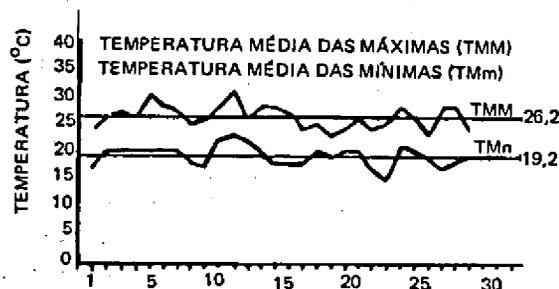


FIG. 4. Fevereiro, 1979 - Pelotas, RS.

Na avaliação final, aqueles genótipos listados na Tabela 1, que tiveram aceitabilidade fenotípica boa (nota 3), foram considerados como tolerantes às condições climáticas ocorridas. Estes genótipos foram Bluebelle (testemunha local), Calrose 76, CR126-42-1, IR 2403-PLPB-7-2-1-3B, IR 3941-45, IR 3941-77, JC 99, K 35-67-2-1-3-1, Oirase, Shimokita, Some Wake, Suweon 235, Towada (ACC 8318) TY 12 e Yamabiko.

O bom desempenho da cultivar Bluebelle, nos dois locais, ressaltando-se a sua suscetibilidade à brusone (Tabela 1), explica a razão do seu grande sucesso, atualmente, na lavoura orizícola da região sul do Estado.

A cultivar Calrose 76 é tida, conforme Board (1978), como tolerante ao frio, na Califórnia.

A tolerância, aqui verificada, com as cultivares Oirase, Shimokita, Some Wake, Suweon 235, Towada (ACC 8318), TY 12 e Yamabiko, todas do grupo japonico, coincide com os resultados obtidos por Owen (1969), Hen & Bae (1972), Kaneda & Beachel (1972) e Chang & Vergara (1972) com genótipos deste grupo, em clima temperado.

TABELA 2. Dados de precipitação pluviométrica e horas de sol - Santa Vitória do Palmar, 1978/1979.

	Meses				
	dezembro/78	janeiro/79	fevereiro/79	março/79	abril/79
Nº de dias de chuva	9,0	1,0	4,0	7,0	8,0
Precipitação total (mm)	132,7	4,9	112,8	60,1	41,7
Média de horas de sol *	7,6	10,6	7,7	7,1	6,2

\* Por dia, baseado nas médias de cada mês (horas e décimos). Dados obtidos junto à Superintendência do Desenvolvimento da região Sul - SUDESUL.

TABELA 3. Dados de precipitação pluviométrica, radiação solar e horas de sol - Pelotas, 1978/1979.

	Meses				
	dezembro/78	janeiro/79	fevereiro/79	março/79	abril/79
Nº de dias de chuva	10,0	3,0	10,0	11,0	11,0
Precipitação total (mm)	101,0	14,7	116,6	79,0	102,0
Radiação solar - cal/cm <sup>2</sup> *	744,0	862,0	666,0	506,0	386,0
Média de horas de sol *	9,3	10,6	7,9	6,2	5,2

\* Por dia baseado sobre as médias de cada mês (média de horas de sol é dada em horas e décimos). Dados obtidos dos boletins agrometeorológicos mensais da Estação Agro-Climatológica, UFPel.

A cultivar IR 2403-PLPB-7-2-1-3B, embora tenha apresentado alta esterilidade (32%), aparentou potencialidade de produção. Por outro lado, Oirase, Some Wake e Towada (ACC 8318) tiveram menor percentagem de flores estéreis, porém, apresentaram baixa potencialidade. A cultivar Oirase mostrou suscetibilidade à brusone.

A precocidade dos genótipos Oirase e Some Wake talvez seja a razão da baixa esterilidade de flores por eles demonstrada, o que não evidencia, necessariamente, tolerância ao frio, conforme diz Inoue et al. (1965). Entretanto, não fica eliminada a hipótese de que a precocidade seja um mecanismo utilizado pela planta do arroz durante a fase reprodutiva, para ficar menos tempo exposta a condições adversas, inclusive a baixa temperatura.

A cultivar K 35-67-2-1-3-1 aparentou alta potencialidade de produção, entretanto, juntamente com CR 126-42-1 e IR 3941-77, teve nota 5 de exscreção de panícula em Santa Vitória do Palmar.

Os genótipos JC 99, TY 12 e Yamabiko, todos de grãos curtos, mostraram estabilidade de produção nos dois locais e, juntamente com Bluebelle,

Calrose 76, Shimokita e Suweon 235, apresentaram grãos vítreos, após o polimento.

Por outro lado, IR 3941-45 apresentou grãos vítreos e gessados, possivelmente mistura ou segregação. Porém, teve produção, em ambos os locais, superior ao Bluebelle e semelhante ao China 1039 (testemunha resistente).

Bluebelle, IR 3941-77 e Some Wake, em Santa Vitória do Palmar, aparentemente sofreram redução de altura por causa do frio.

Bermi, HP 46, IR 7167-33-2-3, Jalya, K 31-163-3 (Khudwani), K 140-52-3 e K 143-1-2 foram incluídos na Tabela 1, por serem potencialmente produtivos, evidenciando assim tolerância ao frio, porém, tiveram aceitabilidade fenotípica mediana, em face do caráter vermelho do grão.

Tatsumi-Mochi mostrou certa tolerância ao frio, teve, entretanto, aceitabilidade fenotípica mediana pelo caráter "glutinoso" do endosperma. Porém este caráter, em estudo de Sasaki et al. (1973), esteve associado à germinabilidade das sementes do arroz, sob condições de baixa temperatura.

CONCLUSÕES

Considerando as condições climáticas ocorridas, nos dois locais, em 1978, durante a condução deste estudo, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

1. Em Santa Vitória do Palmar, a maioria dos genótipos testados mostrou aumento de esterilidade e diminuição de estatura, em relação à Pelotas, provavelmente por causa de maior amplitude entre as temperaturas máximas e mínimas diárias.

2. A ocorrência de temperaturas baixas (16°C), em ambos os locais, a partir de 20 de janeiro, foi a responsável pela sensibilidade demonstrada pela maioria dos genótipos de arroz testados.

3. As testemunhas China 1039 e IR 8 comportaram-se, respectivamente, como tolerante e suscetível ao frio, o que traz maior segurança às comparações feitas.

4. Os genótipos que apresentaram, no geral, melhor desempenho, isto é, tolerância ao frio, foram: Bluebelle - testemunha local - Calrose 76, CR 126-42-1, IR 2403-PLPB-7-2-1-3B, IR 3941-45, IR 3941-77, JC 99, K 35-67-2-1-3-1, Oirase, Shimokita, Some Wake, Suweon 235, Towada (ACC 8318), TY 12 e Yamabiko.

5. Os genótipos do grupo japonico, Oirase, Shimokita, Some Wake, Suweon 235, Towada (ACC 8318), TY 12 e Yamabiko, proporcionalmente, foram mais tolerantes ao clima temperado de Santa Vitória do Palmar e de Pelotas que os demais grupos.

6. A maioria dos genótipos de arroz vermelho, componentes do IRCTN-1978, apresentou tolerância ao frio em ambos os locais e foram: Bermi, HP 46, IR 7167-33-2-3, Jalya, K 31-163-3 (Khudwani), K 140-52-3 e K 143-1-2.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos mestres rurais, Geraldo Macedo Pereira e Evaldo Khun Manke, da EMBRAPA (UEPAE/Pelotas), à gerência e à equipe técnica da Granja Mangueira, em Santa Vitória do Palmar, RS.

REFERÊNCIAS

ADAIR, C.R. Seedling vigor of rice as influenced by temperature. In: RICE TECHNICAL WORKING

GROUP, 14, Davis, 1972. Proceedings. Davis, University of California, 1972. p. 29.

ANGLADETTE, A. Ecologia del arroz. In: \_\_\_\_\_ El arroz. Barcelona, Blume, 1969. p. 75.

ATHWAL, D.S. IRRI's current research program. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Rice, science and man. Los Baños, Philippines, 1972. p. 41-64.

BHATTACHARYYA, A.K. & DE DATTA, S.K. Effects of soil temperature. Regimes on growth characteristics, nutrition and grain yield of IR 22 rice. Agron. J., 63: 443-9, 1971.

BOARD, J.E. Low temperature floret sterility in rice as affected by cultivar and environmental characteristics. Diss. Abstr., 39/12:5695, 1978.

\_\_\_\_\_. Low temperature-induced floret sterility in rice. A review of recent literature. University of California, 1979. p. 7 (Agricultural Experiment Station. Agronomy Progress Report, 99).

\_\_\_\_\_; PETERSON, M.L. & RUTGER, J.N. Response of California rice varieties to cool temperature. Calif. Agric., 33:10-1, 1979.

CARMONA, P.S.; SILVA, N.B. & PEDROSO, B.A. Melhoramento do arroz na Estação Experimental do Arroz - IRGA - ano agrícola 1973/1974. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 4, Pelotas, IPEAS/IRGA. 1974. Anais... Pelotas, 1974. p. 35-45.

CARNAHAN, H.L.; ERICKSON, J.R. & MASTENBROEK, J.J. Tolerance of rice to cool temperature - USA. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Rice Breeding. Los Baños, Philippines. 1972. p. 535-40.

CHANG, T.T. & VERGARA, B.S. Ecological and genetic information on adaptability and yielding ability in tropical rice varieties. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Rice Breeding. Los Baños, Philippines. 1972. p. 431-53.

CHUNG, G.S. Rice breeding and culture. In: OFFICE RURAL DEVELOPMENT. Annual Research Report. Korea, Seodun Dong Suweon, 1978. p. 72-6.

CRUZ, O.C.; ESTRELA, P.; CARMONA, P.S.; GALLI, J.; TERRES, A.L.S.; LEAL, J.C.; SILVA, P.R. da & GOMES, A. da S. Ensaio regional de variedades e linhagens de arroz. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 4, Pelotas, IPEAS/IRGA, 1974. Anais... Pelotas, 1974. p. 51-6.

\_\_\_\_\_; CARMONA, P.S.; PEDROSO, B.A.; GALLI, J.; TERRES, A.L.; GONÇALO, J.F.P.; DAVIS, M.D.; BERTHOLDI, R.E.; PINHEIRO, B.M.; LEAL, J.E. & SILVA, P.R.F. Ensaio estadual de variedades e linhagens de arroz irrigado. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 5, Cachoeirinha, IPEAS/IRGA. 1975. Anais... Cachoeirinha, 1975. p. 31-5.

ESTRELA, P.; CRUZ, O.; CARMONA, P.S.; GALLI, J. & TERRES, A.L.S. Ensaio regional IRGA/IPEAS de variedades e linhagens de arroz irrigado. In: REUNIÃO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 3, Cachoeirinha, IPEAS/IRGA, 1973. Anais... Cachoeirinha, 1973. p. 1-4.

GALLI, J.; TERRES, A.L.S.; RIBEIRO, A.S.; AMARAL, A.S. & GASTAL, F.L.C. O melhoramento genético do arroz para o litoral sul do RS, no convênio EMBRAPA/UFPeL. In: REUNIÃO DE TÉCNICOS ESPECIALISTAS EM RIZICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1, Campinas, CATI, 1979. Anais... Campinas, 1979. p. 267-70.

- HARGROVE, T.R. The diffusion of genetic materials and the objectives for their use among rice breeding programs in India. *Field Crops Res.*, 1:197-213, 1978.
- HEU, M.H. & BAE, S.H. Selection for lines of rice tolerance to low temperature in Korea. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Rice breeding. Los Baños, Philippines. 1972. 533-4.
- HOWELL, J.D. & SPIRO, D.A. Ensaio preliminar comparativo entre métodos selecionados de preparo do solo e sementeira de arroz irrigado. In: REUNIAO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 4, Pelotas, IPEAS/IRGA, 1974. Anais... Pelotas, 1974. p. 18-21.
- INOUE, E.; MIHARA, Y. & Tsuboi, Y. Agrometeorological studies on rice growth in Japan. *Agr. Meteorol.*, 2:85-107, 1965.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Preliminary screening of international rice cold tolerance nursey - IRTC/N, 1977. Los Baños, 1978. p. 32.
- \_\_\_\_\_. Preliminary summary of 1978 IRTP nurseries. Los Baños, 1979.
- \_\_\_\_\_. Scientific exchange with China would stimulate rice production. Los Baños. 1977.
- \_\_\_\_\_. Standard evaluation system for rice. Los Baños, 1975. p. 64.
- INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ, Porto Alegre, RS. Anuário estatístico do arroz. 1979. p. 11, 33.
- KANEDA, C. & BEACHELL, H.M. Resistance of japônica x indica breeding lines to low temperatures. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Rice breeding. Los Baños, Philippines, 1972. p. 541-5.
- LIN, S.S. & PETERSON, M.L. Effects of low air and water temperature and rice genotypes on panicle blanking. In: RICE TECHNICAL WORKING GROUP, 14, Davis, 1972. Proceedings... p. 29-30.
- \_\_\_\_\_. Low temperature induced floret sterility in rice. *Crop. Sci.* 15:657-60, 1975.
- \_\_\_\_\_. & JONES, D.B. Low temperature induced floret sterility in rice. In: RICE TECHNICAL WORKING GROUP 15, Fayetteville, 1974. Proceedings. Fayetteville, University of Arkansas, 1974. p. 22-3.
- MATSUSHIMA, S.; TANAKE, T. & HOSINO, T. Analysis of yield determining process and its application to yield prediction and culture improvement of lowland rice - 75. *Proc. Crop Sci. Japan*, 34(4):478-83, 1965/1966.
- NISHIYAMA, I. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. VII. Electron microscopical observations on tapetal cells dilated by the cooling treatment. *Proc. Crop Sci. Japan*, 39(4):480-4, 1970.
- OKABE, S. & TORIYAMA, K. Tolerance to cool temperatures in Japanese rice varieties. In: THE INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Rice breeding. Los Baños, 1972. p. 529-31.
- OWEN, P.C. The effects of temperature on the growth and development of rice. *Field Crop. Abstr.*, 24(1):1-8, 1971.
- \_\_\_\_\_. The growth of four rice varieties as affected by temperature and photoperiod with uniform daily periods of daylight. *Expl. Agric.*, 5:85-90, 1969.
- PETERSON, M.L.; LIN, S.S.; JONES, D. & RUTGER, J.N. Low night temperature induced sterility in rice. *Rice J.*, 77(7):36-7, 1974.
- \_\_\_\_\_. RUTGER, J.N.; HENDERSON, D.W. & LIN, S.S. Rice panicle blanking. *Rice J.*, 76(7):44-7, 1973.
- SASAKI, T.; KINOSHITA, T. & TAKAHASHI, M. Estimation of the number of genes in the germination ability at low temperature in rice; genetical studies in rice plant. *J. Fac. Agr. Hokkaido University, Sapporo*, 57:301-12, 1973.
- SATAKE, T. Determination of the most sensitive stage to sterile-type cool injury in rice plants. s.l., Hokkaido National Agricultural Experiment Station. (Bulletin, 113), 1976 a.
- \_\_\_\_\_. Research on cool injury of paddy rice plants in Japan. *Japan Agric. Res. Quart.*, 4(4):5-10, 1969.
- \_\_\_\_\_. Sterile-type cool injury in paddy rice plant. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. Climate and rice. Los Baños, Philippines, 1976 b, p. 281-300.
- \_\_\_\_\_. & HAYASE, H. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. V. Estimations of pollen developmental stage and the most sensitive stage to coolness. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan*, 39:468-73, 1970.
- \_\_\_\_\_. & TORIYAMA, K. Two extremely cool-tolerant varieties. International Rice Research Institute. Genetic Evaluation and Utilization - Temperature tolerance. *Int. Rice Res. Newsl.*, 4(2):9-10, 1979.
- SOUZA, P.R. & PEDROSO, B.A. Efeito de épocas de sementeira em cultivares e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. In: REUNIAO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 6, Pelotas, IPEAS/IRGA 1976. Anais... Pelotas, 1976. p. 20-5.
- \_\_\_\_\_. Densidade de sementeira e níveis de nitrogênio em seis variedades de arroz. In: REUNIAO GERAL DA CULTURA DO ARROZ, 4, Pelotas, IPEAS/IRGA, 1974. Anais... Pelotas, 1974. p. 46-7.
- STANSEL, J.W. The rice plant - its development and yield. In: MILLER, J.E. Six decades of rice research in Texas. Texas, USDA, 1975. p. 9-21 (Research Monograph, 4).
- TANAKA, A. Effect of temperature on rice plants. s.l. IRRI, 1963. 12 p.
- TERAO, H.; OTANI, Y.; DOI, Y. & IZUNNI, S. Physiological studies of the rice plant with special reference to the crop failure caused by the occurrence of unseasonable low temperature (VIII). The effect of various low temperatures on the panicle differentiation, heading and ripening in the different stages after transplanting to heading (with English summary). *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan*, 13:317-35, 1941.
- TERRES, A.L.; GALLI, J.; GASTAL, F.L.; RIBEIRO, A.S.; AMARAL, A.S. Ensaio regional de cultivares e linhagens de arroz irrigado no sul do Estado. In: REUNIAO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 9, Pelotas. 1979. Anais... Porto Alegre, IRGA, 1979. p. 32-5.
- VERGARA, R.S. & LILIS, R. Studies on the responses of the rice plant to photoperiod. IV. Effect of temperature during photoinduction. *Philipp. Agric.* 52(2):66-71, 1968.
- YOSHIDA, S. Tropical climate and its influences of rice. s.l., IRRI, 1978. 25 p. (Research Paper Series, 20).