

ISSN 1678-2518

Dezembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento***

**Tolerância de genótipos de  
arroz irrigado ao frio nos  
estádios de germinação e  
emergência**

*Paulo Ricardo Reis Fagundes  
Ariano Martins de Magalhães Jr.  
Sílvio Steinmetz*

Pelotas, RS  
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado  
Endereço: BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221  
Home page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.

Suplentes: Isabel Helena Vernetti Azambuja, Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Heberlê

Revisão de texto: Marcos de Oliveira Treptow

Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira

Editoração eletrônica: Juliane Nachtigal (estagiária)

1ª edição

1ª impressão (2010): 25 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Fagundes, Paulo Ricardo Reis

Tolerância de genótipos de arroz irrigado ao frio nos estádios de germinação e emergência / Paulo Ricardo Reis Fagundes, Ariano Martins de Magalhães Junior, Sílvio Steinmetz. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

19 - p. : il. ; 21 cm . -- (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 118)

1. Arroz irrigado. 2. Resistência a temperatura - frio. 3. Melhoramento genético vegetal. 4. Genótipo. I. Magalhães Junior, Ariano Martins. II. Steinmetz, Sílvio. III Título. IV. Série.

CDD 633.18

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução .....	9
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	12
Considerações finais .....	18
Referências .....	19

# Tolerância de genótipos de arroz irrigado ao frio nos estádios de germinação e emergência

*Paulo Ricardo Reis Fagundes<sup>1</sup>*

*Ariano Martins de Magalhães Jr.<sup>1</sup>*

*Sílvio Steinmetz<sup>1</sup>*

## RESUMO

A produtividade da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul (RS), apesar de razoável, em torno de 7 mil quilos por hectare, é instável, principalmente em função das condições climáticas adversas predominantes em alguns anos. Dentre os fatores climáticos, destaca-se a ocorrência de baixas temperaturas do solo, inferiores a 20°C, prejudiciais na fase de estabelecimento da cultura. Na maioria dos casos, a semeadura é realizada observando-se o zoneamento agrícola; porém, um número significativo de sementes, é implantado em datas que precedem aquelas recomendadas pela pesquisa para as diferentes regiões do Estado, o que pode resultar em severos danos devido à deposição das sementes no solo ainda frio.

O objetivo deste trabalho é identificar genótipos de arroz irrigado que apresentem um maior grau de tolerância ao frio no estágio germinação-emergência.

Para tanto, foram conduzidos experimentos, nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009, em tanques de alvenaria localizados no telado, na Estação Experimental de Terras Baixas - ETB, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em época de elevada probabilidade de ocorrência de baixas temperaturas do ar e do solo. Os tratamen-

<sup>1</sup> Eng. Agrôn. , Dr., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Paulo.fagundes@cpact.embrapa.br ; ariano.martins@cpact.embrapa.br ; Silvio.steinmetz@cpact.embrapa.br

tos foram dispostos segundo o delineamento experimental de Blocos Aumentados de Federer, com quatro cultivares testemunhas, replicadas nos blocos, para comparação do nível de tolerância. A tolerância ao frio foi determinada com base no Índice de Velocidade de Emergência (IVE), o qual foi corrigido pelo poder germinativo de cada genótipo, que configura a velocidade de emergência de cada genótipo ponderada pelo poder germinativo de suas sementes (IVEPG).

Com base nos resultados obtidos em quatro anos de avaliação é possível concluir que: a) Há variabilidade em genótipos de arroz irrigado, quanto a tolerância à baixa temperatura do solo nos estádios de germinação e emergência; b) genótipos de arroz irrigado germinam e emergem em solos que apresentam temperaturas médias, a três centímetros de profundidade, iguais ou inferiores a 13,0°C.; c) os genótipos que apresentam melhor germinação e emergência em condições de baixas temperaturas do solo pertencem ao grupo “japônica” ou “japônica tropical”, com destaque para as cultivares Nourim Mochi e Oro e; d) a cultivar BRS Querência apresenta tolerância à baixa temperatura do solo sendo, entre todas as cultivares comerciais brasileiras, a que demonstrou melhor comportamento quanto ao caráter avaliado.

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

# Cold Tolerance Of Rice Genotypes At The Stages Germination And Emergence

*Paulo Ricardo Reis Fagundes*

*Ariano Martins de Magalhães Jr.*

*Sílvio Steinmetz*

## ABSTRACT

The productivity of paddy rice in Rio Grande do Sul (RS), although reasonable, around seven tons per hectare, is unstable, mainly due to adverse weather conditions prevailing in some years. Among the climate elements, stands the occurrence of low soil temperatures, below 20 °C, which harmful to rice plant development. In most cases, sowing is performed by observing the agricultural zoning but a significant number of these are deployed on dates preceding those recommended for different regions of the state, which can result in severe damage due to deposition of seeds in the still cold soil.

The objective of this study is to identify rice genotypes with the greatest degree of cold tolerance at the germination-emergence stage. For that, experiments were conducted in 2006, 2007, 2008 and 2009, in masonry tanks of masonry in the screen house located at the Lowland Experimental Station - ETB, Embrapa Temperate Climate in Capao do Leão, RS, early in the season when there was a occurrence of low air and soil temperatures. The treatments were arranged in Federer augmented blocks design, with four check cultivars, replicated in blocks, to compare the level of cold tolerance. Cold tolerance was determined based on the emergence rate index (IVE), which was corrected by the germination of each genotype, which sets the rate of emergence of each genotype, weighted by the germination of them (IVEPG).

Based on the results of four years of evaluation, we conclude that: a) There is variability in rice genotypes for tolerance to low soil temperature in the stages of development and emergency; b) irrigated rice

genotypes for tolerance to low soil temperature in the stages of development and emergency; b) irrigated rice genotypes irrigated germinate and emerge in soils with average temperatures at three inches deep, at or below 13.0 ° C; c) genotypes with higher germination and emergence at low soil temperatures belong to the japonica and tropical japonica , especially Mochi Nourim Oro cultivars; d) the BRS Querencia is tolerant to low soil temperature, and among all Brazilian cultivars tested that showed the highest tolerance.

Index terms: *Oryza sativa* L., cold tolerance, plant breeding.

## Introdução

A produtividade da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul, apesar de razoável, em torno de 7 mil quilos por hectare, é instável, principalmente em função das condições climáticas adversas predominantes em alguns anos. Dentre os elementos do clima, destacam-se a ocorrência de baixas temperaturas, inferiores a 18°C, prejudiciais na fase de estabelecimento da cultura e, principalmente, na fase reprodutiva. O problema abrange todo o Estado, mas é particularmente importante nas regiões Litoral Sul e da Campanha onde é maior a probabilidade de ocorrência de temperaturas baixas, inferiores à 15°C durante à noite. Entretanto, dependendo da cultivar, do vigor da semente, do estado nutricional da cultura, do sistema de cultivo, da intensidade e da duração do período de frio, entre outros aspectos, temperaturas inferiores a 20°C já são consideradas prejudiciais ao desenvolvimento das plantas. A literatura relata como críticas as temperaturas estimadas entre 15 e 17°C para os genótipos resistentes ou tolerantes, e de 17 a 19°C, no caso dos suscetíveis (NISHIYAMA et al., 1987). Como regra, grande parte dos produtores de arroz irrigado do RS têm adotado a estratégia de antecipar, tanto quanto o possível, a época de semeadura da lavoura. Na maioria dos casos, a semeadura é realizada observando-se o zoneamento agrícola porém; algumas lavouras são implantadas em datas que precedem aquelas recomendadas pela pesquisa para as diferentes regiões do Estado. Tanto a primeira situação como, principalmente, a segunda, podem resultar em severos danos devido à deposição das sementes no solo ainda frio. A percentagem e velocidade da germinação serão dificultadas, o período de emergência alongado com redução no desenvolvimento das plântulas, que apresentarão clorose nas folhas jovens e ficarão submetidas, por um período maior de tempo, à ação de fatores adversos do ambiente, como), por exemplo, pragas, insetos e fungos. Além disto, a competição com plantas invasoras, normalmente mais capacitadas a se desenvolverem em um solo mais frio, resulta na necessidade de um maior número de aplicações de herbicidas, afetando a rentabilidade da lavoura e a sustentabilidade da atividade em geral. A

instabilidade relacionada à ocorrência de baixas temperaturas é agravada pela utilização, na maior parte da área orizícola do RS, de cultivares semi anãs, pertencentes ao grupo Índica, menos adaptadas às baixas temperaturas do que as cultivares do grupo japônica de clima temperado ou mesmo japônica tropical.

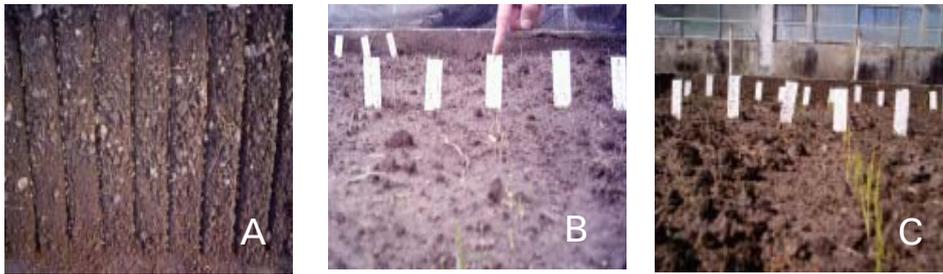
Em função do exposto, o objetivo deste trabalho foi identificar genótipos de arroz irrigado que apresentem um maior grau de tolerância ao frio no estágio germinação-emergência (S0-V3) e, assim, recomendá-los para o cultivo ou, no caso de não apresentarem características agrônômicas ou industriais compatíveis com a exigência da lavoura ou do consumidor, utilizá-los como fontes para tolerância ao frio nos cruzamentos direcionados, atendendo a demanda do setor produtivo orizícola por alternativas viáveis para a solução ou amenização do problema “frio” no Rio Grande do Sul.

## Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009, em tanques localizados no telado, na Estação Experimental de Terras Baixas - ETB, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em época de elevada probabilidade de ocorrência de baixas temperaturas do ar e do solo. (Figura 1).



**Figura 1.** Aspecto do experimento de arroz irrigado para tolerância ao frio nos estádios S0-V3: Semeadura (A); Vista geral (B); Data Log para o monitoramento da temperatura do solo à 3 cm de profundidade (C).



**Figura 2.** Aspecto do experimento de arroz irrigado para tolerância ao frio nos estádios S0-V1 e V2-V3: Densidade de semeadura (A); Estádio de desenvolvimento S3 (B); Estádio de desenvolvimento V1 (C).

Foi determinada a tolerância ao frio através do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) proposto por Popiningis (1985) de: (a) linhagens oriundas do IRRI, e componentes do “International Rice Cold Tolerance Nursery”; (b) cultivares introduzidas dos programas de melhoramento de arroz do Chile, Uruguai e Argentina; (c) cultivares comerciais indicadas para o cultivo no RS; (d) cultivares introduzidas de outros Países; (e) famílias elites dos ensaios de Rendimento de Famílias (ERF), Preliminar (EP) e Regional (ERR) e Avançado (AV), do projeto de melhoramento genético. Nos três últimos anos, o IVE foi corrigido pelo poder germinativo (PG%) de cada genótipo, que configura a velocidade de emergência de cada um ponderada pelo poder germinativo das sementes dos mesmos (IVEPG).

Os tratamentos foram dispostos segundo o delineamento experimental de Blocos Aumentados de Federer, com quatro cultivares testemunhas, replicadas nos blocos, para comparação do nível de tolerância, a saber: BRS Querência, Oro, Diamante e Brilhante. As parcelas foram formadas por uma fileira de 100 sementes de cada genótipo. O monitoramento da temperatura do solo foi realizado através de sensores termopares (termômetros) localizados a três centímetros de profundidade. Os dados foram registrados em Data Log e transferidos para o computador.

## Resultados e discussão

Durante os quatro anos de execução dos experimentos foram testados 494 genótipos de arroz irrigado para tolerância ao frio no estágio de germinação-emergência (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo do número e origem dos genótipos avaliados para tolerância ao frio no subperíodo de desenvolvimento germinação-emergência (S0-V3), Capão do Leão, RS. Período 2006-09.

Genótipos	Origem	Ano				Total
		2006	2007	2008	2009	
Progenies	Cruzamentos	82				82
Linhagens	Ensaio	121	34	117	89	361
Cultivares	Testemunhas	8				8
Introduções	IRCTN/Coleção	32		3	8	43
Subtotal		243	34	120	97	
<b>Total</b>						<b>494</b>

A Tabela 2 resume os dados obtidos no monitoramento da temperatura do solo realizado por meio de sensores termopares (termômetros), localizados a três centímetros de profundidade.

No primeiro ano, o experimento foi instalado em 03/08/2006 e foram avaliados 243 genótipos. As temperaturas do solo variaram de 11,3°C a 19,9°C, entre 04/08/2006 a 23/08/2006, sendo 14,7°C a temperatura média para o período (Tabela 2), bem abaixo da temperatura crítica para a germinação e emergência das plântulas (STEINMETZ et al., 2001).

**Tabela 2.** Data de Semeadura, temperaturas mínimas, máximas e médias diárias, a três centímetros de profundidade no solo. Embrapa Clima Temperado. Capão do Leão, RS. 2006/2007/2008/2009.

Data	2006			2007			2008			2009			
	Temperaturas (°C)												
	Mínima	Máxima	Média										
04/08	11,6	19,7	14,9	11,3	17,6	14,4	11,8	18,4	13,9	26/07	2,6	18,4	8,2
04/08	11,6	19,7	14,9	11,3	17,6	14,4	11,8	18,4	13,9	26/07	3,0	20,6	9,2
05/08	14,8	25,1	18,4	12,1	15,9	14,1	12,6	23,2	18,0	27/07	3,4	20,5	9,5
06/08	14,9	20,9	16,6	14,8	17,5	15,8	12,9	20,5	15,5	28/07	3,7	18,7	8,4
07/08	15,3	24,7	18,8	15,5	17,9	16,7	14,5	20,4	16,5	29/07	3,1	18,1	7,7
08/08	15,4	20,4	17,4	16,9	19,9	18,3	14,4	20,4	16,4	30/07	1,2	17,4	7,0
09/08	14,8	18,4	17,1	16,7	20,2	18,1	14,5	19,7	16,8	31/07	6,1	15,6	11,1
10/08	11,7	22,5	15,5	18,1	23,1	20,8	12,7	20,5	15,8	01/08	12,0	14,7	12,9
11/08	10,2	16,9	13,8	18	22,5	20,3	11,2	18,9	15,3	02/08	11,5	20,4	13,5
12/08	16,9	21,6	18,5	18,5	22,7	20,2	11,9	20,6	16,3	03/08	6,9	20,9	11,8
13/08	17,1	20,5	18,2	18,3	24,5	21,3	11,1	19,5	15,2	04/08	10,1	20,4	14,5
14/08	17,8	21,2	19,0	18,8	25,5	21,8	13,2	19,2	15,0	05/08	8,4	23,2	13,5
15/08	12,1	20,2	15,6	19,4	25,8	22,4	12,8	18,3	15,4	06/08	6,5	21,4	12,3
16/08	11,5	18,6	13,5	19,4	25,8	22,4	12,5	18,2	15,5	07/08	12,4	13,3	12,6
17/08	8,9	23,4	14,1	12/09	26,4	23,0	13,9	21,4	16,1	08/08	11,1	14,2	12,9
18/08	9,4	17,7	12,9	19,4	25,2	21,9	12,9	21,7	17,1	09/08	8,7	22,1	13,6
19/08	7,0	20,2	12,1	14/09	18,5	22,9	14,2	22,8	18,2	10/08	6,0	23,5	12,4
20/08	7,7	15,0	10,1	15/09	18,7	24,1	14,0	22,5	18,5	11/08	6,3	25,5	13,3
21/08	4,6	16,9	9,0	16/09	19,3	24,8	14,8	23,6	18,9	12/08	9,0	27,1	14,9
22/08	4,4	20,8	10,8	17/09	17,6	21,2	19,1			13/08	10,2	25,1	15,6
23/08	8,4	15,1	9,5							14/08	12,3	26,7	17,7
										15/08	14,7	24,3	18,5
										16/08	10,6	16,3	13,2
										17/08	10,2	15,6	12,5
										18/08	12,0	15,9	13,3
										19/08	10,8	15,1	12,5
										20/08	7,7	20,0	11,7
										21/08	6,2	22,4	11,8
Média	11,3	19,9	14,7	Média	15,6	20,9	17,0	Média	12,3	Média	7,8	19,7	12,2

O Índice de Velocidade de Emergência médio do experimento foi aproximadamente a metade do obtido para as testemunhas, indicando que estas, à princípio, são um bom parâmetro para a avaliação do caráter.

Destacaram-se, com base no Índice de Velocidade de Emergência – IVE (Tabela 3), os genótipos Nourin Mochi, Tomoe Mochi, Oro, Brilhante, Japonês Grande, do grupo japonico; BRS Querência, BRS Firmeza e TFETB64, do grupo japonico tropical ou moderno americano; e IRGA 417e BRS Fronteira, do grupo indica.

**Tabela 3.** Índice de Velocidade de Emergência – IVE, dos 10 genótipos mais tolerantes ao frio nos estádios germinação-emergência. Embrapa Clima Temperado – ETB. Capão do Leão, RS, 2006.

Genótipo	Oriem	IVE
Nourin Mochi	Japão	2.70
Tomoe Mochi	Japão	2.26
ORO	Chile	1.78
IRGA 417	Brasil	1.78
Brilhante	Chile	1.66
BRS Querência	Brasil	1.60
BRS Fronteira	Brasil	1.56
TFETB64	Brasil	1.52
Japonês Grande	Brasil	1.47
BRS Firmeza	Brasil	1.46
Testemunhas		1.28*
Experimento		0.78**

No segundo ano, o experimento foi instalado mais tardiamente em relação ao ano anterior, em 28/08/2007, sendo avaliadas apenas 34 linhagens do Ensaio Avançado, as quais foram acrescidas de 130 genótipos selecionados no ano anterior. As temperaturas mínimas, máximas e médias, ocorridas durante o período de realização do experimento, foram, em média, respectivamente, 4,3°C, 1,0°C e 2,3°C, mais elevadas em relação ao primeiro ano, variando de 15,6°C a 20,9°C, no período de 28/08 a 17/09 (Tabela 2). Como consequência, a velocidade

de emergência foi maior do que em 2006. O IVE médio das testemunhas foi 28% superior ao do experimento, indicando uma boa tolerância ao frio para os genótipos que superaram este valor (Tabela 4). Os dez genótipos que apresentaram maior tolerância, com base no IVE foram: Nourin Mochi, Japonês Grande e Oro, do grupo japônica; e Lemont, BRA050151, BRA 050166, TFETB 070011, BRA 050081, BRA 050058 e TFETB 070017, do grupo japônica tropical.

**Tabela 4.** Índice de Velocidade de Emergência – IVE, dos 10 genótipos mais tolerantes ao frio nos estádios germinação-emergência. Embrapa Clima Temperado – ETB. Capão do Leão, RS, 2007.

Genótipo	Origem	IVE	PG%	IVEPG
Nourin Mochi	Japão	4,64	98	4,74
Japonês Grande	Japão	4,02	98	4,12
Oro	Chile	3,96	93	4,08
BRA 050151	Brasil	3,20	91	3,90
BRA 050166	Brasil	3,30	96	3,88
TFETB 070011	Brasil	3,27	85	3,84
BRA 050081	Brasil	3,39	85	3,73
Lemont	EUA	3,33	82	3,46
BRA 050058	Brasil	3,07	89	3,40
TFETB 070017	Brasil	3,07	92	3,33
Testemunhas*				3,15*
Média**				2,27**

\* Refere-se ao IVEPG médio das testemunhas, BRS Querência, Brilhante, Diamante e Oro.

\*\* Refere-se ao IVEPG médio do experimento.

No experimento instalado no terceiro ano, foi avaliado um total de 160 genótipos, sendo 117 linhagens do programa de melhoramento e três cultivares. Embora, as temperaturas mínimas ocorridas no período tenham sido 3,3°C inferiores ao do ano anterior, as temperaturas máximas e a média foram bastante próximas do ano anterior. O IVEPG médio das testemunhas foi próximo do dobro da média obtida no experimento e, mais uma vez, configura um bom parâmetro para seleção de genótipos tolerantes. Os dez genótipos que apresentaram maior tolerância, com base no IVEPG (Tabela 5) foram: Diamante, Oro, Brilhante e Nourin Mochi, do grupo japônica e BRA 05014, LTB 07014, LTB 07013, LTB 07016, LTB 06011 e CNAi 10754; do grupo índica.

**Tabela 5.** Índice de Velocidade de Emergência – IVE, dos 10 genótipos mais tolerantes ao frio nos estádios S0-V1 (germinação-emergência) e V2-V4 (vegetativo). Embrapa Clima Temperado – ETB. Capão do Leão, RS, 2008.

Genótipo	Origem	IVE	PG%	IVEPG
Diamante	Chile	2,98	83	3,31
BRA050104	Brasil	1,78	81	2,20
LTB07014	Brasil	1,73	80	2,16
CNAi 10754	Brasil	1,46	71	2,06
LTB07013	Brasil	1,48	72	2,06
Oro	Chile	1,51	78	1,94
LTB07016	Brasil	1,14	62	1,84
LTB 06011	Brasil	0,89	49	1,82
Nourin Mochi	Japão	1,20	66	1,82
LTB07010	Brasil	1,45	81	1,79
Testemunhas				2,03*
Experimento				1,08**

\* Refere-se ao IVEPG médio das testemunhas, BRS Querência, Brilhante, Diamante e Oro.

\*\* Refere-se ao IVEPG médio do experimento

Em 2009, foram avaliados 190 genótipos, sendo 97 pela primeira vez. A média das temperaturas máximas ocorridas durante o período de realização do experimento foi muito semelhantes a ocorrida nos anos anteriores. Contudo, a média das mínimas observadas foi 4,5°C, 7,8°C e 3,5°C, respectivamente inferior às dos anos anteriores (Tabela 2). Como consequência, houve uma redução no IVEPG em relação ao período 2006 a 2008, principalmente em relação ao experimento de 2007. Devido a ocorrência de temperaturas do solo muito baixas, constata-se que a diferença entre IVEPG das testemunhas em relação ao experimento, embora permaneça favorável às primeiras, foi reduzida em relação aos anos anteriores. Destacaram-se na avaliação os genótipos HSC16, Diamante, Brilhante, Tatsumi Mochi, HS-379, Oro, 86014-TR891-7-2-1, Ambar, Nourin Mochi, Tomoe Mochi, do grupo japônica e BRS Querência, do grupo japônica tropical (Tabela 6).

**Tabela 6.** Índice de Velocidade de Emergência – IVE, dos 10 genótipos mais tolerantes ao frio nos estádios S0-V1 (germinação-emergência) e V2-V4 (vegetativo). Embrapa Clima Temperado – ETB. Capão do Leão, RS, 2009.

Genótipo	Origem	IVE	PG%	IVEPG
HSC16	IRCTN	1,29	83	1,55
Tatsumi Mochi	Japão	0,95	82	1,17
HS-379	IRCTN	1,12	97	1,15
Diamante	Chile	1,05	87	1,15
Brilhante	Chile	1,06	93	1,10
Oro	Chile	0,88	86	1,03
86014-TR891-7-2-1	IRCTN	0,69	69	1,00
Ambar	Chile	0,56	66	0,89
Nourim Mochi	Japão	0,79	89	0,88
Tomoe Mochi	Japão	0,75	89	0,84
BRS Querência	Brasil	0,38	75	0,51
Testemunhas				0,79*
Média				0,50**

\* Refere-se ao IVEPG médio das testemunhas, BRS Querência, Brilhante, Diamante e Oro.

\*\* Refere-se ao IVEPG médio do experimento.

Em 2009, ano em que as temperaturas do solo apresentaram os valores mais baixos em comparação com os demais, os genótipos que apresentaram melhor IVEPG eram originários de programas de melhoramento conduzidos em locais que apresentam elevada pressão de seleção para frio nos estádios de desenvolvimento avaliados ou constam do catálogo do IRCTN, conduzido pelo International Rice Research Institute, nas Filipinas.

Considerando-se os resultados dos quatro anos de avaliação, verifica-se que os genótipos de arroz irrigado podem germinar em temperaturas médias do solo inferiores a 20°C, embora esta seja a temperatura mínima exigida para a boa emergência da plântulas (MAGALHÃES JÚNIOR et al., 2004; NEDEL, 2003; STEINMETZ et al., 2001). As cultivares Nourim Mochi (japonesa) e Oro (Chilena), ambas de origem japonesa, confirmaram, em três dos quatro anos em que foram avaliadas, um ótimo nível de tolerância ao frio nos estádios de germinação e emergência; sendo seguidas de Tomoe Mochi, Ambar, Diamante, Brilhante, BRS Querência e Japonês Grande, do grupo japonesa, que apresentaram bom comportamento em pelo menos dois anos de avaliação.

Entre as linhagens provenientes do programa de melhoramento de arroz irrigado da Embrapa, destacaram-se BRA 05014 , BRA050151, BRA 050166, BRA 050081, BRA 050058, CNAi 10754, LTB 06011, LTB 07010, LTB 07011 (TFETB 070011), LTB 07013 (TFETB 070011), LTB 07014 (TFETB 070011), LTB 07016 (TFETB 070011) e LTB07017 (TFETB070017). Finalmente, é promissor o comportamento das cultivares Ambar Tatsumi Mochi, e das linhagens HSC 16, HS-379 e 86014-TR891-7-2-1 que, em pelo menos um dos experimentos, estiveram entre as dez mais resistentes à baixa temperatura nos estádios de desenvolvimento avaliados.

A maior parte dos genótipos identificados como portadores de algum grau de tolerância ao frio, no subperíodo S0-V3, pertencem aos grupos japônica ou japônica tropical, corroborando com os resultados obtidos por Kim et al. (2000) que identificou vários acessos no grupo japônica com algum grau de tolerância ao frio.

## **Conclusões**

Há variabilidade em genótipos de arroz irrigado quanto à tolerância a baixa temperatura do solo nos estádios de desenvolvimento e emergência (S0-V3).

Genótipos de arroz irrigado germinam e emergem em solos que apresentam temperaturas médias, a três centímetros de profundidade, iguais ou inferiores a 13,0°C.

Os genótipos que apresentam melhor germinação e emergência em condições de baixas temperaturas do solo são os pertencentes ao grupo japônica ou japônica tropical, com destaque para as cultivares Nourim Mochi e Oro.

A cultivar BRS Querência apresenta tolerância à baixa temperatura do solo, sendo entre todas as cultivares comerciais brasileiras a que demonstrou melhor comportamento quanto ao caráter avaliado.

## Referências

KIM, K. M.; SOHN, J. K.; CHUNG, I. K. Analysis of OPT8511 RAPD fragments closely linked with cold sensitivity at seedling stage in rice (*Oryza sativa* L.). **Molecules and Cells**, Seoul, v. 10, n. 4, p. 382-385, Aug. 2000.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; GOMES, A. da S.; SANTOS, A. B. dos (Ed.). **Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 270 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistema de produção, 3).

NEDEL, J. L. Fundamentos da qualidade de sementes. In: NEDEL, J. L. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2003. p. 95-138.

NISHIYAMA, I.; LEE, M. H.; YUN, Y. D. Varietal difference in stomatal aperture in rice seedlings in relation to the cool temperature susceptibility in tongil group varieties. **Japanese Journal of Crop Science**, Tóquio, v. 56, n. 4, p. 482-490, Dec. 1987.

POPININGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.

STEINMETZ, S.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; AMARAL, A. G. Espacialização da temperatura do solo visando determinar o início da semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Riograndense do Arroz, 2001. p. 137-139.