

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
FACULDADE DE AGRONOMIA “ELISEU MACIEL”  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SEMENTES**



Dissertação

**DESEMPENHO DA MESA TERMOGRADIENTE E  
AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ TOLERANTE À  
BAIXA TEMPERATURA**

**DEMÓCRITO AMORIM CHIESA FREITAS**

PELOTAS  
Rio Grande do Sul – Brasil  
Agosto de 2005

# DESEMPENHO DA MESA TERMOGRADIENTE E AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ TOLERANTE À BAIXA TEMPERATURA

DEMÓCRITO AMORIM CHIESA FREITAS

Orientador: Prof. SILMAR TEICHERT PESKE

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", da Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Silmar Teichert Peske, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes para obtenção do título de Mestre.

Pelotas  
Rio Grande do Sul – Brasil  
Agosto de 2005

Dados de catalogação na fonte:  
( Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744 )

F866d Freitas, Demócrito Amorim Chiesa

Desempenho da mesa termogradiante e avaliação de genótipos de arroz tolerante à baixa temperatura / Demócrito Amorim Chiesa Freitas . - Pelotas, 2005.

40f. : il.

Dissertação ( Mestrado ) –Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2005, Silmar Teichert Peske, Orientador; co-orientador Francisco Amaral Villela.

1. Oryza sativa L. 2. Germinação 3.Velocidade de germinação 4. tolerância ao frio I Peske, Silmar teichert (orientador)  
II .Título.

CDD 633.18

# **DESEMPENHO DA MESA TERMOGRADIENTE E AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ TOLERANTE À BAIXA TEMPERATURA**

DEMÓCRITO AMORIM CHIESA FREITAS

## **COMITÊ DE ORIENTAÇÃO**

Orientador

Prof. Silmar Teichert Peske, Ph.D. - UFPel.

Co-orientador

Prof. Francisco Amaral Villela, Dr. - UFPel.

## **COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Dr. Silmar Teichert Peske - UFPel

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela - UFPel

Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer - UFPel

Pesq. Dr. Gilberto Antonio Peripolli Bevilaqua - CPACT/Embrapa

Aos meus pais  
Yon e Zizi,  
pelo passado.  
Às minhas filhas  
Vivian, Ana e Paula,  
pelo presente e futuro.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Silmar Teichert Peske, pela orientação, atenção e em especial pela compreensão, confiança e oportunidade.

Ao professor Francisco Villela, pela co-orientação, auxílio e paciência.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela amizade e ensinamentos.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, pela colaboração na condução dos trabalhos.

Aos colegas de curso, pelo estímulo, amizade e companheirismo.

À professora Maria da Graça Alcântara e à colega Gizele Gadotti, pela força e colaboração nos dados de estatística.

À colega, amiga, companheira, colaboradora, Maria da Graça Burgo Valério grande incentivadora e presença constante.

À D<sup>a</sup> Edy, segunda mãe e minhas irmãs, Tina e Zana pelo carinho e apoio.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO .....	vii
ABSTRACT.....	viii
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – MATERIAL E MÉTODOS.....	6
2.1 – Descrição da mesa termogradiente.....	7
2.1.1- Localização da mesa termogradiente.....	9
2.1.2 - Cobertura da mesa termogradiente.....	9
2.1.3 - Termostatos.....	9
2.1.4 - Bordadura.....	10
2.1.5 - Substrato.....	10
2.1.6 - Temperatura.....	11
2.2 – Preparação das sementes.....	11
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
3.1 – Localização da mesa termogradiente.....	14
3.1.1 - Cobertura da mesa termogradiente.....	14
3.1.2 - Réguas.....	15
3.1.3 - Termostatos.....	15
3.1.4 - Bordadura.....	15
3.1.5 - Substrato e Umidade.....	15
3.2 – Ranqueamento dos genótipos.....	17
4 – DISCUSSÃO GERAL.....	26
5 – CONCLUSÕES.....	29
6 – REFERÊNCIAS.....	30

## DESEMPENHO DA MESA TERMOGRADIENTE E AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ TOLERANTE À BAIXA TEMPERATURA. UFPel-2005

Autor: DEMÓCRITO AMORIM CHIESA FREITAS

Orientador: SILMAR TEICHERT PESKE

**RESUMO.** Para avaliar o desempenho de uma mesa termogradiante na manutenção de diferentes temperaturas e ranquear genótipos de arroz quanto à capacidade de germinação à baixa temperatura, foi empregada uma mesa termogradiante do Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas – RS, fabricada no Brasil. Foram utilizados quarenta genótipos de arroz, com ranqueamento através da determinação da percentagem e velocidade da germinação em quatro temperaturas (10°, 13°, 16° e 19°C) e o desempenho dos genótipos em relação ao estresse à baixa temperatura. Concluiu-se que: a) Há grande variabilidade entre genótipos de arroz, quanto à tolerância a germinação em baixa temperatura, destacando-se o Colonial, IRGA 418, BR IRGA 411 e o EEA 406. b) Determinados genótipos de arroz apresentam germinação superior a 50% em temperatura de 10°C, até duas semanas após a semeadura. c) A mesa termogradiante é um equipamento capaz de manter estável a temperatura em cada régua, com variação máxima de um grau Celsius. d) A mesa termogradiante permite monitorar o desempenho de sementes de genótipos de arroz, em diferentes temperaturas, simultaneamente.

Palavras chave: *Oryza sativa*, germinação, velocidade de germinação, tolerância ao frio.

## PERFORMANCE OF THE THERMOGRADIENT TABLE AND EVALUATION OF RICE GENOTYPES TOLERANT TO LOW TEMPERATURE. UFPel - 2005

Author: DEMÓCRITO AMORIM CHIESA FREITAS

Adviser: SILMAR TEICHERT PESKE

**ABSTRACT.** To evaluate the performance of a thermogradient table in the maintenance of different temperatures and ranking genotypes of rice according to its germination capacity at low temperature. For this procedure it was used a thermogradient table of the Seed Analysis Laboratory of Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” of Universidade Federal de Pelotas – RS, manufactured in Brazil. Forty genotypes of rice were used, ranking through the determination of the percentage and speed of the germination in four temperatures (10°C, 13°C, 16°C and 19°C) and the behavior of the genotypes in relation to the stress at low temperature. It was concluded that: a) there is great variability among genotypes of rice, as for the tolerance of the germination in low temperature, with emphasis in the following varieties: Colonial, IRGA 418, BR IRGA 411 and EEA 406. b) There are genotypes of rice that present more than 50% of germination in temperature of 10°C up to two weeks after the sowing. c) The thermogradient table is an equipment capable of maintaining stable temperature in each ruler, with a maximum variation of one degree Celsius. d) The thermogradient table allows to monitor the performance of seeds of genotypes of rice, in different temperatures, simultaneously.

Index terms: *Oryza sativa*, germination, germination speed, cold tolerance.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz é a principal fonte de alimento para um terço da população mundial, cerca de dois bilhões de habitantes (Trento et al., 2003), especialmente na Ásia onde é a base alimentar (Peske et al., 2004) e está presente na mesa de dois terços da humanidade (Anselmi, 1987).

O Brasil é um dos dez maiores produtores mundiais de arroz e o maior da América do Sul. A região sul do Brasil responde próxima a 50% da produção nacional de arroz (Gomes et al., 2004).

O crescimento da população obriga a busca constante por aumento da produtividade, além da redução de custos na produção de alimentos.

No Rio Grande do Sul, por exemplo, o potencial produtivo das oito variedades de arroz irrigado lançadas pela pesquisa nas últimas décadas, e cultivadas em mais de 90% da área, é superior a oito toneladas por hectare (Menezes & Ramirez, 2004), enquanto a média do Estado na safra 2004/2005, foi de seis toneladas por hectare (Henkin et al., 2005).

O potencial do rendimento do arroz está relacionado a uma série de fatores adversos e complexos (Cruz et al., 2003). No que se refere às variabilidades climatológicas, destacam-se a temperatura do ar e a radiação solar (Steinmetz et al., 2001c). Alta radiação solar é um pré-requisito para uma taxa alta de fotossíntese (Vargas, 1985).

No Rio Grande do Sul, a semeadura do arroz ocorre geralmente em condições climáticas adversas como baixas temperaturas do ar e do solo (Steinmetz et al., 2001b).

É observada baixa germinação das sementes, em cultivares modernas, quando semeadas em solos com baixa temperatura, porém são semeados em condições de solo adversas para escapar da baixa temperatura do ar na fase reprodutiva, fase mais crítica para a cultura (Terres & Galli, 1985).

As baixas temperaturas afetam o comportamento agrônômico do arroz dependendo da cultivar, da intensidade e duração do frio (Terres & Galli, 1985). Além da necessidade de elevar a densidade de sementes por área, alongam o período de emergência das plântulas, prejudicando o estabelecimento da lavoura (Campos, 1998). O que leva ao aumento nas doses de herbicidas em razão da baixa competitividade do arroz em relação às invasoras (Terres & Galli, 1985). O fato também dificulta o manejo da água, atrasando o início da irrigação e ocasionando maturação desuniforme, diminuindo o rendimento de grãos e causando perdas pela desuniformidade da umidade na colheita e secagem.

Estima-se que o frio cause algum tipo de dano a aproximadamente sete milhões de hectares em todo o mundo, e no cone sul cerca de um milhão de hectares estão sujeitas a este problema (Cruz et al., 2003).

A tolerância ao frio é altamente desejável em genótipos de arroz cultivados no sul do País (Cruz, 2001). Porém a origem tropical da maioria dos cultivares em uso contribui para a redução da produtividade no Rio Grande do Sul, com mais intensidade na região sul do Estado (Rosso et al., 2001).

A baixa temperatura é provavelmente um dos estresses ambientais mais comuns durante a germinação e a emergência em culturas de verão semeadas precocemente (Blum, 1988).

A semente de cada espécie e respectivas cultivares tem temperatura mínima e ótima temperatura de germinação (Nedel, 2003). Os efeitos da temperatura sobre a germinação podem ser influenciados pela condição fisiológica e qualidade da semente (Popinigis, 1974), pela própria umidade que a mesma possui (Nedel, 2003).

O arroz para germinar tem como temperatura mínima do ar de 10°C (Popinigis, 1974) e para boa emergência, a temperatura do solo deve ser igual ou maior a 20°C (Magalhães Júnior, 2004; Nedel, 2003; Steinmetz et al., 2001a). Sementes de alta qualidade apresentam maior amplitude de temperatura de germinação (Nedel, 2003).

A semeadura em período de baixas temperaturas é feita para que a floração do arroz ocorra em condições de temperatura do ar superior à 15°C, que podem ocasionar decréscimo no rendimento de grãos. O período de menor risco, de baixas temperaturas, é o mês de janeiro e a primeira quinzena de fevereiro.

A ocorrência de frio durante o período reprodutivo do arroz acarreta sempre maior prejuízo à cultura em relação ao período vegetativo (Terres & Galli, 1985), e no estado do Rio Grande do Sul pode ser de 25%, chegando em algumas lavouras no sul do Estado a 50% (Terres et al., 1994).

Para altas produtividades é necessário que o período reprodutivo coincida com a fase de maior radiação solar total ao nível do solo, temperatura do ar mais elevada e menor umidade relativa do ar, essenciais para o período reprodutivo, fatores que convergem para o fim do mês de dezembro e início de janeiro (Pulver & Menezes, 2001; Terres, 1991), as cultivares de ciclo médio (120 a 130 dias da emergência a maturação) devem ser semeadas na primeira

quinzena de outubro e as de ciclo longo ( mais de 135 dias) na segunda quinzena de setembro (Fernández et al., 1985; Anselmi, 1985).

A temperatura do solo na segunda quinzena de setembro e na primeira quinzena de outubro é adversa para a semeadura do arroz (Steinmetz et al., 2001c), além da ocorrência freqüente de chuvas, que também faz baixar a temperatura do solo (Terres & Galli, 1985), dificultando a semeadura e o estabelecimento da cultura do arroz.

A escolha da época de semeadura é uma importante prática na obtenção de altos e estáveis níveis de produtividade, pelo fato de aumentar as chances de que as fases críticas da planta escapem dos períodos climáticos adversos e coincidam com os favoráveis (Steinmetz, 2004). Também a densidade adequada de semeadura e utilização de sementes de alta qualidade (Carmona, 2005), são fatores importantes no aumento da produtividade.

Para verificar o desempenho de genótipos de arroz a baixas temperaturas, pode-se utilizar a mesa termogradiente, um equipamento capaz de trabalhar com variação de 5°C a 60°C, distribuídos de uma a oito faixas de temperaturas, possibilitando a observação diária da germinação, velocidade de germinação e o comportamento das espécies em relação às variações de temperatura.

A mesa termogradiente foi desenvolvida para estudar as temperaturas cardinais das espécies e de cultivares da mesma espécie.

A mesa termogradiente, fabricada no Brasil, foi desenvolvida pela parceria entre as empresas Refrigeração Climatek Ltda, Real Máquinas Ltda, da cidade de Pelotas-RS e os professores do Programa de Pós-Graduação em

Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas.

Os objetivos do trabalho foram avaliar o desempenho da mesa termogradiente na manutenção de diferentes temperaturas e ranquear genótipos de arroz quanto à capacidade de germinação à baixa temperatura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes (LDAS) do Departamento de Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPel). Foram usadas sementes de 40 genótipos de arroz (Tabela 1) e uma mesa termogradiente. O delineamento experimental foi completamente casualizado, com sorteio aleatório das parcelas para cada temperatura, num arranjo fatorial de 40 genótipos e quatro temperaturas, e três repetições, totalizando 480 unidades experimentais. Para selecionar os materiais, foi utilizado a média ( $\bar{X}$ ) mais e menos o desvio padrão (DP), selecionando os genótipos que ficaram acima e abaixo da dispersão de 67%, ou seja, média ( $\bar{X}$ )  $\pm$  desvio padrão (DP).

Inicialmente, foram realizados diversos testes com a mesa termogradiente, para corrigir deficiências e aperfeiçoar detalhes, em um período de três meses. Posteriormente, houve a implantação do trabalho, para a avaliação do equipamento.

O trabalho foi realizado no período de outubro de 2003 a fevereiro de 2004.

**TABELA 1-** Entidades cedentes das sementes de diferentes grupos e linhagens.

Entidades	grupo índica	grupo japônica	* linhagens	Total
EMBRAPA	09	01	00	10
IRGA – EEA	06	01	01	08
EPAGRI	03	00	02	05
**A.S.A.	05	00	07	12
L.A.S. Irga/Pelotas	05	00	00	05
Total	28	02	10	40

\*As linhagens são do grupo índica.

\*\* Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>. Dr. Ademir dos Santos Amaral, pesquisador.

## 2.1. Descrição da mesa termogradiente

A mesa termogradiente possui uma entrada geral de água, subdividida em oito saídas, que alimentam oito cubas independentes.

Seis cubas possuem sistema de refrigeração e de aquecimento e duas somente sistema de aquecimento. As cubas possuem bóias para manter estável o nível da água e bombas para forçar a circulação da água nas serpentinas que irão aquecer ou resfriar as régua de alumínio, onde é realizada a sementeira.

Régua nº 8: sem refrigeração	T= 19°
Régua nº 7: sem refrigeração	T= 19°
Régua nº 6: com refrigeração	T= 16°
Régua nº 5: com refrigeração	T= 16°
Régua nº 4: com refrigeração	T= 13°
Régua nº 3: com refrigeração	T= 13°
Régua nº 2: com refrigeração	T= 10°
Régua nº 1: com refrigeração	T= 10°

**FIGURA 1-** Vista superior da mesa termogradiente, com identificação da posição das régua, temperaturas dos termostatos e as régua que possuem somente sistema de aquecimento. “T”- localização do termostato externo.

As régua de alumínio são independentes, possuindo cada uma dois termostatos eletrônicos, um interno e outro externo. Os termostatos trabalham em sincronia, o interno regula a refrigeração e o externo a temperatura, impedindo que esta atinja valor inferior ao estabelecido e, caso necessário, informa a necessidade de aquecimento. Possui ainda um termostato de segurança regulado

à 5°C acima da temperatura máxima programada, para desligar a cuba caso ocorra pane.

Das oito régua, as duas que possuem apenas aquecimento não permitem trabalhar com temperaturas inferiores a da água do reservatório, operam com a temperatura de entrada da água até 60°C. As régua que possuem refrigeração trabalham com temperaturas entre 5°C e 60°C.

O isolamento e a separação das régua é feito por placas de teflon e a parte inferior da mesa termogradiante é isolada com uma placa de poliestileno.



**FIGURA 2** – Vista superior da mesa termogradiante, com a tampa de cobertura, no dia da sementeira, mostrando as régua 5, 6, 7 e 8 semeadas e a régua 4 em semeadura parcial (da esquerda para direita: régua 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 e 1).

A mesa termogradiante é revestida com chapa metálica pintada com tinta epox, possui 75 cm de altura, 115 cm de largura, 130 cm de comprimento, peso de 190 kg e quatro rodas na base, para facilitar o deslocamento. As seis régua

centrais apresentam 10 cm de largura por 85 cm de comprimento e as duas réguas laterais 8 cm de largura por 85 cm de comprimento.

### **2.1.1. Localização da mesa termogradiante**

A mesa termogradiante foi instalada no Laboratório de Análise de Sementes, junto a uma janela, pela proximidade da fonte de água necessária ao seu funcionamento.

Para manter a umidade e a temperatura, foram colocadas uma cobertura no equipamento e uma cortina na janela. O trabalho foi realizado nos meses de janeiro e fevereiro, período de menor movimento de pessoal no laboratório, com isso o condicionador de ar consegue manter o ambiente do laboratório a uma temperatura amena.

### **2.1.2. Cobertura da mesa termogradiante**

A cobertura é única, feita em acrílico, com divisórias que se encaixam sobre as placas de teflon, mantendo as réguas isoladas. A cobertura é removida por inteiro durante a avaliação das sementes e assim sendo, as réguas que não estão sendo trabalhadas ficam expostas às condições climáticas da sala.

### **2.1.3. Termostatos**

Os dois termostatos utilizados para alterar ou fazer reajustes nas temperaturas estão colocados, um sobre e outro dentro da mesa.

#### **2.1.4. Bordadura**

Nos testes preliminares, a germinação das sementes semeadas junto às extremidades das régua, foi mais rápida em relação às semeadas afastadas da borda, devido ao efeito bordadura.

A semeadura foi feita a cinco centímetros de distância das extremidades das régua.

#### **2.1.5. Substrato**

Embora a mesa termograde possa trabalhar com vários substratos, optou-se pelo papel de germinação.

Inicialmente, utilizaram-se uma, duas, três e quatro folhas de papel de germinação sob as sementes, sem a colocação de papel em cobertura.

Posteriormente, foram testadas duas, três e quatro folhas sob as sementes e uma folha de cobertura.

Para manter a umidade do substrato nas parcelas, na temperatura de 19°C, o material de trabalho foi envelopado com um filme de polipropileno com o dobro da largura da régua, assim conservando a umidade de um dia para o outro. Sobre o filme foram postas quatro folhas de papel de germinação e sobre estas as sementes, que foram cobertas por outra folha de papel de germinação. O restante do filme foi dobrado a fim de cobrir todo o material.

O mesmo procedimento foi realizado em todas as régua, nas diversas temperaturas.

### **2.1.6. Temperatura**

A temperatura das régua é constante, com variação de mais e menos um grau Celsius. Quando o termostato acusa a elevação da temperatura entra em funcionamento a refrigeração da régua, sendo a refrigeração maior que o necessário, o aquecimento estabiliza a temperatura.

Durante os testes e o trabalho, foram mantidos dois termômetros por régua, com o objetivo de monitorar a temperatura.

### **2.2. Preparação das sementes**

As sementes foram passadas em soprador para retirar as partículas e sementes mais leves. Foi efetuada a homogeneização e a divisão em amostras de trabalho de 100 gramas, identificadas por números (Tabela 2).

Para a avaliação inicial da qualidade, as sementes de todos os genótipos foram colocadas paralelamente para germinar em quatro rolos com 50 sementes, em um germinador a temperatura de 25°C, (Brasil, 1992). No décimo dia a partir da semeadura, realizou-se a contagem da germinação. Os genótipos que apresentaram germinação de plântulas normais, inferior a 80% no teste de germinação, foram retirados do experimento da mesa termogradiante.

O trabalho foi realizado empregando quatro temperaturas: 10°C, 13°C, 16°C e 19°C, em diferentes régua na mesa termogradiante. As sementes de arroz foram analisadas quanto à germinação e à velocidade de germinação. O índice de velocidade de germinação foi calculado pela fórmula de Maguire (1962), por ser uma das mais empregadas segundo Nakagawa (1999).

Na temperatura de 19°C, foi avaliado o percentual de plântulas que alcançaram 20 mm de parte aérea, por meio de observações diárias.

Na mesa termogradiante, mesmo fazendo avaliações diárias, para a análise dos dados de germinação nas temperaturas de 10°C, 13°C e 16°C, foram selecionados dois períodos de avaliação. Para a temperatura de 19°C, foi escolhido o dia que as plântulas alcançaram o comprimento da parte aérea igual a 20 mm.

Foram semeadas 10 sementes por parcela, 63 parcelas por régua e 126 parcelas por temperatura.

Para as temperaturas de 10°C e 13°C, foram selecionados o oitavo e o décimo primeiro dia após a semeadura para avaliação da germinação, enquanto que para a temperatura de 16°C, o sétimo e o oitavo dia após a semeadura e na temperatura de 19°C, avaliou-se o tempo necessário para as plântulas dos genótipos alcançarem o comprimento da parte aérea igual a 20 mm, registrando-se o percentual no sexto e o décimo dia da semeadura.

Foi considerada semente germinada sob o aspecto botânico, o rompimento da lema e da pálea pela protrusão da raiz primária, originada da radícula do embrião.

**TABELA 2** - Número de identificação, nome do genótipo, cultivar ou linhagem e grupo de sementes de arroz.

Nº	Genótipo	Cultivar / Linhagem	Grupo
01	BRS Ligeirinho	Cultivar	Índico
02	BRS IRGA 413	Cultivar	Índico
03	BRS Firmeza	Cultivar	Índico
04	BRS Pelota	Cultivar	Índico
06	BRS Chui	Cultivar	Índico
07	BRS Bojuru	Cultivar	Japônico
08	BRS Atalanta	Cultivar	Índico
09	BRS Agrisul	Cultivar	Índico
10	BR IRGA 411	Cultivar	Índico
11	BR IRGA 414	Cultivar	Índico
12	Bluebelle	Cultivar	Índico
13	BR IRGA 409	Cultivar	Índico
14	IRGA 420	Cultivar	Índico
15	IRGA 421	Cultivar	Índico
16	IRGA 419	Cultivar	Índico
17	EEA 406	Cultivar	Índico
18	Formosa	Cultivar	Japônico
19	IRGA 1598	Linhagem	Índico
21	SCS - BRS - 111	Linhagem	Índico
22	EPAGRI 108	Cultivar	Índico
23	SCS - BRS 113 – Tio Taka	Cultivar	Índico
24	EPAGRI 109	Cultivar	Índico
25	SCS - 112	Linhagem	Índico
26	Cirad	Cultivar	Índico
27	Supremo I	Cultivar	Índico
28	Colonial	Cultivar	Índico
29	Arrank	Cultivar	Índico
30	Primavera	Cultivar	Índico
31	ASA – 06	Linhagem	Índico
32	ASA – 15	Linhagem	Índico
33	ASA – 18	Linhagem	Índico
34	ASA – 25	Linhagem	Índico
35	ASA – 50	Linhagem	Índico
36	ASA – 60	Linhagem	Índico
37	Qualimax 13	Cultivar	Índico
38	ASA – 92	Cultivar	Índico
39	BR IRGA 410	Cultivar	Índico
40	El Paso 144	Cultivar	Índico
41	Taquari	Cultivar	Índico
42	IRGA 418	Cultivar	Índico

Obs.: Os genótipos que apresentaram germinação inferior a 80%, foram excluídos das análises. Nº 5 - BRS Taim e Nº 20 - Chumbinho

### **3. RESULTADO E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Localização da mesa termogradiente**

Como o laboratório não é climatizado, o calor irradiado fazia os refrigeradores do equipamento trabalharem continuamente para manter a refrigeração das réguas nas temperaturas programadas.

Os termômetros oscilavam, em relação à temperatura do termostato, de um a dois graus Celsius, quando estavam colocados sobre as folhas do papel de germinação. Porém, quando os termômetros passaram a ficar junto das sementes sob a folha do papel de germinação e do filme plástico, as temperaturas dos termômetros passaram a coincidir com as temperaturas dos termostatos, evidenciando a influência do ambiente sobre a superfície da mesa.

A mesa termogradiente deve ser colocada em ambiente climatizado, a fim de diminuir o efeito do ambiente. A luminosidade deve ser indireta, evitando trabalhar com a cortina fechada.

##### **3.1.1. Cobertura da mesa termogradiente**

Por terem cobertura única, durante a avaliação das sementes, as réguas que não estão sendo avaliadas ficam expostas, este fato força as cubas responsáveis pelo resfriamento, a operarem mais tempo.

Para trabalhos futuros é recomendável que a tampa seja fixa, com aberturas individuais sobre as réguas, que sejam bem vedadas e possam ser movimentadas horizontalmente.

### **3.1.2. Réguas**

Todas as réguas devem possuir refrigeração e aquecimento, aumentando assim a capacidade operacional do equipamento, as réguas sem refrigeração ficam ociosas, quando o ranqueamento é somente com baixa temperatura.

Recomenda-se que a largura das réguas seja de 12 cm, largura da caixa plástica, tipo gerbox, facilitando o trabalho com sementes pequenas. Todas as réguas devem possuir a mesma largura.

### **3.1.3. Termostatos**

O termostato no interior da mesa dificulta as operações de troca ou regulagem da temperatura, tornando a presença do técnico necessária, dificultando sua utilização em regiões distantes da assistência técnica.

Os termostatos devem ser de fácil operação e localização.

### **3.1.4. Bordadura**

A semeadura deve ser feita sempre a uma distância mínima de cinco centímetros (5 cm) das extremidades das réguas, evitando o efeito bordadura.

### **3.1.5. Substrato e umidade**

Nas duas réguas em baixa temperatura (10°C), ocorria acentuada condensação de água. O excesso de água dificultava a retirada da folha de cobertura para a avaliação das parcelas. Com a colocação do filme plástico, a condensação ocorria sobre o filme plástico e nas laterais das réguas, mantendo o

conjunto protegido e facilitando a retirada diária do excesso de umidade, com papel toalha.

Nas duas régua com temperatura mais elevada (19°C), o papel de germinação secava em menos de 24 horas, a colocação do filme plástico mantinha a umidade de um dia para o outro. Com borrifador de água manual, eram umedecidas as duas régua diariamente.

Nas demais temperaturas, o substrato manteve-se com umidade adequada durante o trabalho.

Deve ser colocado um filtro na entrada da água, impedindo que impureza vinda com a água diminua a vida útil dos componentes da mesa termograde.

É importante a colocação de um reservatório antes do filtro, evitando a falta de água nas cubas, quando a mesa termograde trabalhar com aquecimento.

A mesa termograde funcionou ininterruptamente durante a realização do trabalho, mostrando-se prática e funcional para o trabalho proposto.

O equipamento pode trabalhar com um número variado de sementes por parcela, de acordo com a necessidade do trabalho a ser realizado.

Na mesma régua, podem ser estudadas sementes de diversas espécies simultaneamente, ampliando a gama de trabalhos que pode ser realizado ao mesmo tempo.

A praticidade e facilidade de analisar ao mesmo tempo diferentes genótipos na mesma e em diferentes temperaturas, torna a mesa termograde um equipamento importante para o estudo das sementes de diversas espécies.

### 3.2. Ranqueamento dos genótipos

A germinação das sementes dos genótipos nas temperaturas de 10°C, 13°C e 16°C encontram-se na Tabela 3 e o índice da velocidade de germinação, na Tabela 4.

Examinando os 40 genótipos quanto ao desvio padrão da população, observa-se que aos 8 dias a 10°C, 95% dos materiais apresentaram até 18% de germinação, sobressaindo os genótipos Colonial (28) e o IRGA 418 (42). Por outro lado, avaliando-se no 11º dia, 95% dos genótipos já apresentaram um percentual de germinação de até 52%, e também se sobressaindo os mesmos genótipos e mais o Taquari (41) (Tabela 3).

Observando as Tabelas 3 e 4 nota-se que praticamente os mesmos genótipos que se mostraram tolerantes às baixas temperaturas, também se sobressaíram quanto à velocidade de germinação.

A temperatura de 10°C mostrou-se crítica para a germinação (Tabela 3), sendo que 48% dos genótipos não germinaram no 8º dia após a semeadura e 8% continuavam sem germinar no 11º dia. Mesmo iniciando a germinação, somente 12% tiveram germinação acima de 10% e apenas 5% dos genótipos. IRGA 418 (42) e Colonial (28), tiveram 20% e 30% de germinação, respectivamente, no 8º dia após a semeadura – Figura 4.

Os genótipos que na temperatura de 10°C não germinaram até o 8º dia após a semeadura, são os mesmos que apresentaram germinação inferior a 7%, até o 8º dia após a semeadura nos 13°C, indicando sensibilidade ao frio. Os genótipos IRGA 418 (42), Colonial (28) e EEA 406 (17) demonstraram moderada tolerância ao frio - Figuras 4 e 5.



**FIGURA 3** – Vista geral das sementes no teste de germinação de diferentes genótipos de arroz, no 15º dia após a semeadura, a temperatura de 10°C. O primeiro número corresponde à parcela e o segundo ao genótipo.

Observando a Figura 3, constata-se que o genótipo Colonial (28) mostra-se mais tolerante a baixa temperatura em relação aos demais genótipos com todas sementes germinadas e plântulas mais desenvolvidas. Por outro lado o genótipo BRS Atalanta (8), embora todas sementes tenham germinado, as plântulas apresentaram reduzido crescimento, sugerindo desenvolvimento mais lento. O genótipo SCS - BRS 113 – Tio Taka (23), mais sensível, apresenta somente uma semente germinada (primeira semente, de baixo para cima). A Figura 3 permite também visualizar a germinação e a velocidade da germinação, evidenciando a diferença da tolerância entre os genótipos, à baixa temperatura.

Na temperatura de 13°C (Figura-5), 25% dos genótipos não haviam germinado e 50% apresentavam germinação inferior a 7% no 8º dia após a

semeadura. Quatro genótipos, que apresentavam germinação acima de 40%, dois, EEA 406 (17) e IRGA 418 (42), se sobressaíram, com germinação de 47 e 57%, respectivamente.

Quanto à velocidade de germinação, especificamente a 13°C, 67% dos genótipos apresentaram índice entre 4,18 e 9,88, destacando-se pela rapidez, os genótipos IRGA 418 (42), Taquari (41), Colonial (28), EEA 406 (17), BR IRGA 411 (10) e BRS Firmeza (03) com índice superior a 9,88 (Tabela 4). Enquanto o genótipo ASA-50 (35) apresentou a menor velocidade, 1,68. Assim a velocidade de desempenho entre os materiais pode ser cinco vezes superior.

Na temperatura de 16°C, no sétimo dia após a semeadura, todos genótipos germinaram, sendo que 12% dos genótipos apresentavam germinação inferior a 7% e 12% deles, germinação superior a 70% (Figura 6).

Com baixa germinação, na temperatura de 16°C encontram-se os genótipos BRS Agrisul (09), SCS - BRS - 111 (21), EPAGRI 108 (22), ASA – 50 (35) e ASA – 60 (36). Por outro lado apresentaram tolerância à baixa temperatura os genótipos BR IRGA 411 (10), EEA 406 (17), Colonial (28) e IRGA 418 (42) (Figura 6).

Com o ranqueamento dos genótipos trabalhados, foi possível separar os materiais tolerantes e os sensíveis às baixas temperaturas.

A elevação da temperatura era acompanhada pelo aumento da percentagem e da velocidade de germinação, conforme afirmação de Nedel (2003).

Merece registro que mesmo os 40 genótipos apresentando germinação média de 35% a 16°C, quatro genótipos apresentaram mais de 70%,

evidenciando a variabilidade genética quanto à capacidade de germinação à baixa temperatura.

A germinação média na temperatura de 16°C foi de aproximadamente 35%, apresentando plântulas em início de crescimento no sétimo dia após a semeadura, em relação ao desempenho na temperatura de 19°C, onde 100% das sementes germinaram e 67% das plântulas mediam mais de 20 mm no sexto dia. O acréscimo de três graus Celsius foi decisivo para a rápida germinação e o desenvolvimento das plântulas. Temperaturas próximas a 20°C no substrato, mínima do solo recomendada pela pesquisa para o arroz, conforme Nedel (2003) e Steinmetz et al. (2001a), foi fundamental para a germinação da semente e o desenvolvimento das plântulas.

Os resultados de comprimento de plântula na temperatura de 19°C encontram-se na Tabela 5.

A capacidade de germinação à temperatura sub ótima de 19°C revelou pelo desvio padrão, que 95% dos genótipos apresentaram percentuais entre 44 e 91%, destacando quatro materiais pelo baixo desempenho com desenvolvimento de plântulas menores que 20 mm inferior a 44% que são: BRS Agrisul (09), BR IRGA 411(10), Bluebelle (12) e o Cirad (26). Enquanto os genótipos Qualimax – 13 (37) e o BRS Pelota (04) apresentaram 93% com plântulas maiores que 20mm no sexto dia após a semeadura (Tabela 5).

Mesmo a temperatura de 19°C, cujas condições são menos adversas para a germinação e o desenvolvimento das sementes, é possível conferir a variabilidade genética dos materiais, quanto à capacidade de superar as condições adversas (Figura 7).

**TABELA 3** - Germinação (%) das sementes dos genótipos nas temperaturas de 10°C, 13°C e 16°C, nos dois dias selecionados para avaliação.

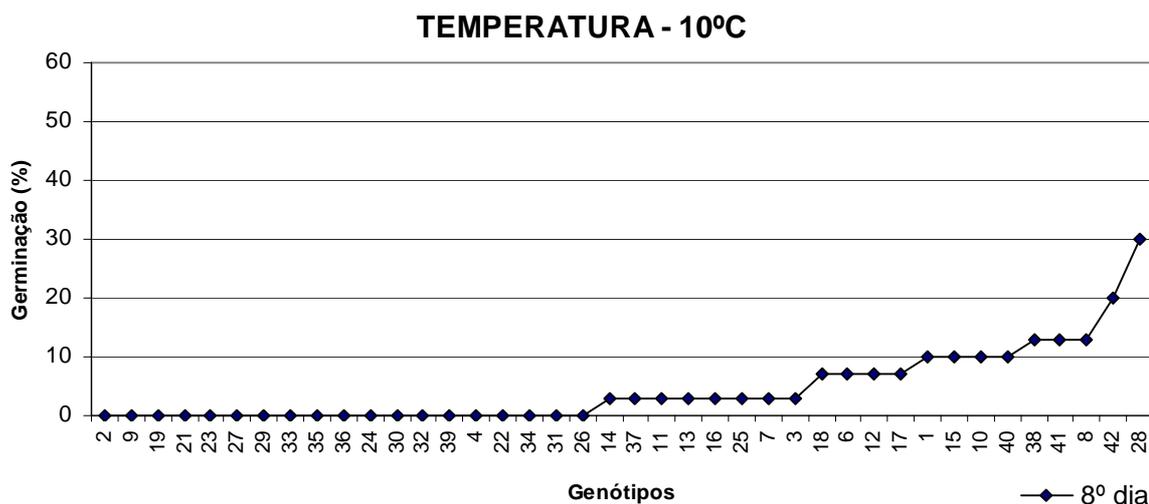
Nº	Genótipo	10° C		13° C		16° C	
		8º dia	11º dia	8º dia	11º dia	7º dia	8º dia
01	BRS Ligeirinho	10	33	20	43	23	47
02	BRS IRGA 413	0 - i	7	0 - i	17	43	50
03	BRS Firmeza	3	43 - s	40	73	60 - s	87 - s
04	BRS Pelota	0 - i	20	7	30	43	60
06	BRS Chui	7	30	10	30	20	33
07	BRS Bojuru	3	47 - s	17	47	70	73 - s
08	BRS Atalanta	13 - s	47 - s	27	60 - s	63 - s	80
09	BRS Agrisul	0 - i	7	0 - i	13 - i	7 - i	23 - i
10	BR IRGA 411	10	40 - s	33 - s	63 - s	83 - s	93 - s
11	BR IRGA 414	3	20	10	37	40	53
12	Bluebelle	7	23	10	27	43	63
13	BR IRGA 409	3	30	10	37	23	47
14	IRGA 420	3	17	7	30	37	43
15	RGA 421	10	33	23	47	33	50
16	IRGA 419	3	20	10	20	17	27
17	EEA 406	7	33	47 - s	80 - s	83 - s	87 - s
18	Formosa	7	37 - s	7	43	37	57
19	IRGA 1598	0 - i	10	0 - i	13 - i	17	30
21	SCS – BRS 111	0 - i	7	0 - i	10 - i	7 - i	17 - i
22	EPAGRI 108	0 - i	3 - i	7	10 - i	7 - i	20
23	SCS - BRS 113	0 - i	3 - i	0 - i	17	20	30
24	EPAGRI 109	0 - i	0 - i	3	20	17	20
25	SCS - 112	3	3 - i	10	10 - i	13	17 - i
26	Cirad	0 - i	33	13	37	20	50
27	Supremo I	0 - i	13	0 - i	17	17	20
28	Colonial	30 - s	57 - s	33 - s	77 - s	80 - s	93 - s
29	Arrank	0 - i	3 - i	0 - i	17	23	33
30	Primavera	0 - i	7	3	23	37	50
31	ASA – 06	0 - i	13	10	40	40	57
32	ASA – 15	0 - i	0 - i	3	17	10 - i	17 - i
33	ASA – 18	0 - i	10	0 - i	20	13	23 - i
34	ASA – 25	0 - i	27	7	33	33	50
35	ASA – 50	0 - i	3 - i	0 - i	20	3 - i	30
36	ASA – 60	0 - i	3 - i	0 - i	17	7 - i	20 - i
37	Qualimax - 13	3	10	7	20	10 - i	30
38	ASA – 92	13 - s	30	17	40	37	53
39	BR IRGA 410	0 - i	0 - i	3	20	17	20 - i
40	El Paso 144	10	30	40 - s	63 - s	57 - s	70
41	Taquari	13 - s	53 - s	23	57 - s	63 - s	90 - s
42	IRGA 418	20 - s	53 - s	57 - s	73 - s	71 - s	83 - s
<b>Média</b>		<b>4,53</b>	<b>21,45</b>	<b>12,85</b>	<b>34,20</b>	<b>33,58</b>	<b>47,40</b>
<b>Desvio padrão</b>		<b>6,52</b>	<b>15,01</b>	<b>14,50</b>	<b>20,40</b>	<b>23,23</b>	<b>24,32</b>
$\bar{X} + DP \Rightarrow$ superior (s)		$\bar{X} - DP \Rightarrow$ inferior (i)					

**TABELA 4** – Índice de velocidade de germinação dos genótipos nas temperaturas de 10°C, 13°C e 16°C (IVG – Maguire, 1962).

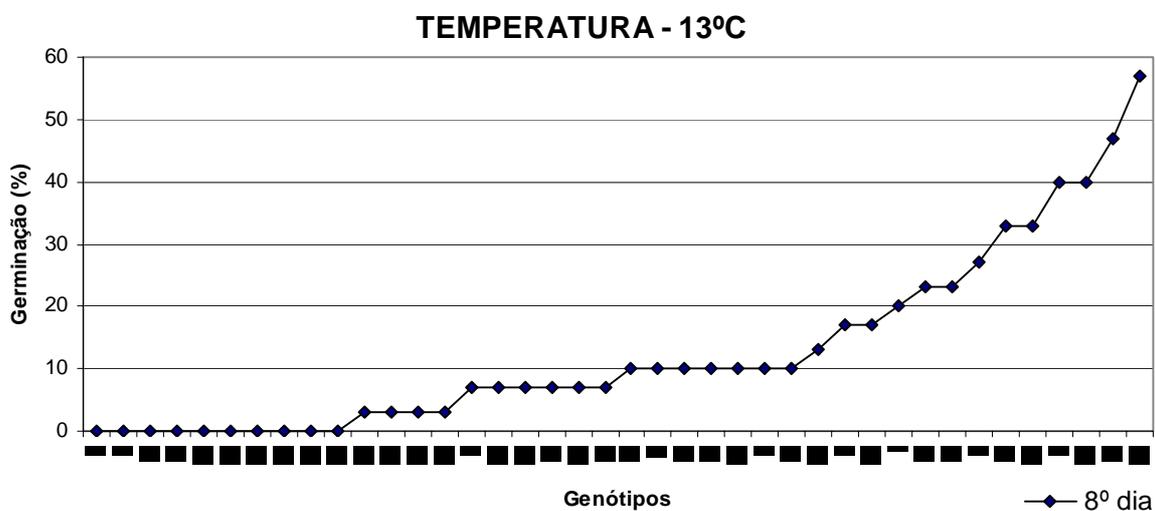
Nº	Genótipo	10°C	13°C	16°C
01	BRS Ligeirinho	6,98	7,97	11,41 - s
02	BRS IRGA 413	2,10	8,02	9,53
03	BRS Firmeza	10,01 - s	11,33 - s	11,45 - s
04	BRS Pelota	3,46	8,75	10,49
06	BRS Chui	5,71	8,38	10,65
07	BRS Bojuru	7,33	9,34	9,72
08	BRS Atalanta	8,11 - s	10,44 - s	11,55 - s
09	BRS Agrisul	2,76	3,87 - i	8,45
10	BR IRGA 411	9,15 - s	10,18 - s	11,42 - s
11	BR IRGA 414	6,20	9,25	10,00
12	Bluebelle	5,09	9,71	9,81
13	BR IRGA 409	6,74	6,77	9,81
14	IRGA 420	3,11	8,33	9,34
15	IRGA 421	6,72	7,04	9,21
16	IRGA 419	3,32	4,66	9,12
17	EEA 406	10,43 - s	10,51 - s	11,34 - s
18	Formosa	6,08	8,73	11,35 - s
19	IRGA 1598	1,70 - i	5,71	10,04
21	SCS - BRS 111	1,04 - i	3,78 - i	5,18 - i
22	EPAGRI 108	0,67 - i	2,08 - i	7,88 - i
23	SCS - BRS 113	1,23 - i	5,85	8,08 - i
24	EPAGRI 109	0,88 - i	3,29 - i	8,23
25	SCS - 112	0,81 - i	2,35 - i	8,40
26	Cirad	5,59	6,79	10,12
27	Supremo I	2,70	3,65 - i	8,50
28	Colonial	10,20 - s	11,51 - s	11,67 - s
29	Arrank	2,71	4,53	7,08 - i
30	Primavera	5,11	7,58	8,98
31	ASA – 06	2,50	8,12	9,84
32	ASA – 15	2,87	3,27	8,03 - i
33	ASA – 18	2,84	6,51	9,03
34	ASA – 25	6,05	7,25	10,77
35	ASA – 50	0,50 - i	1,68 - i	7,43 - i
36	ASA – 60	1,82	3,99 - i	7,20 - i
37	Qualimax - 13	4,17	4,82	9,85
38	ASA – 92	6,76	9,02	10,53
39	BR IRGA 410	1,39 - i	4,75	9,15
40	El Paso 144	8,16 - s	9,13	10,04
41	Taquari	9,01 - s	11,72 - s	11,91 - s
42	IRGA 418	9,83 - s	10,76 - s	10,84
<b>Média</b>		<b>4,80</b>	<b>7,03</b>	<b>9,61</b>
<b>Desvio padrão</b>		<b>3,06</b>	<b>2,85</b>	<b>1,49</b>
$\bar{X} + DP \Rightarrow$ superior (s)			$\bar{X} - DP \Rightarrow$ inferior (i)	

**TABELA 5** – Percentagem de plântulas com a parte aérea maior que 20mm no 6º dia e 10º dia após a semeadura, na temperatura de 19°C.

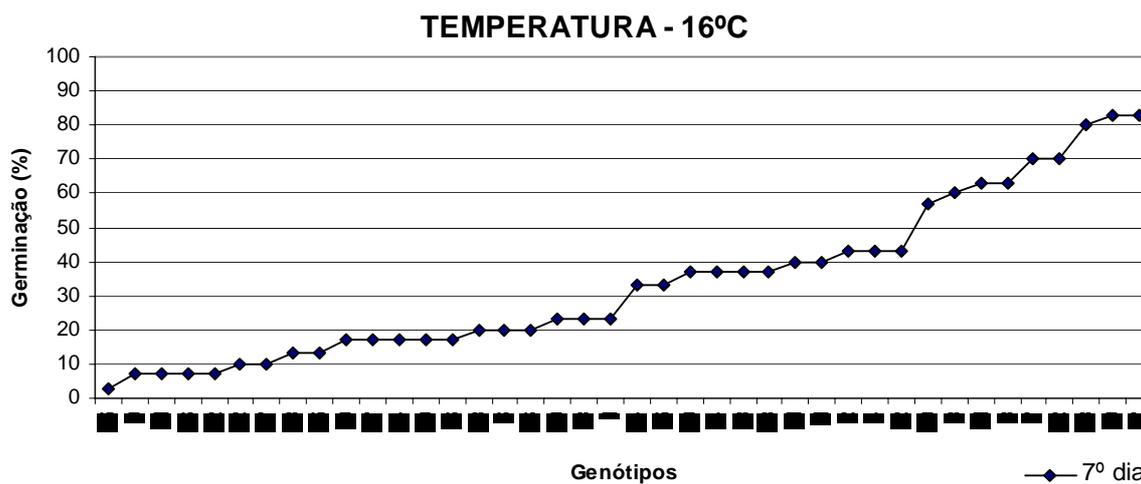
Nº	Genótipo	6º dia	10º dia
01	BRS Ligeirinho	83 - s	97
02	BRS IRGA 413	90 - s	100 - s
03	BRS Firmeza	83 - s	97
04	BRS Pelota	93 - s	100 - s
06	BRS Chui	87 - s	100 - s
07	BRS Bojuru	57 - i	83 - i
08	BRS Atalanta	80 - s	97
09	BRS Agrisul	33 - i	73 - i
10	BR IRGA 411	37 - i	93
11	BR IRGA 414	80 - s	100 - s
12	Bluebelle	27 - i	83 - i
13	BR IRGA 409	60	93
14	IRGA 420	77	97
15	IRGA 421	73	100 - s
16	IRGA 419	87 - s	100 - s
17	EEA 406	67	100 - s
18	Formosa	43 - i	93
19	IRGA 1598	70	93
21	SCS - BRS 111	37 - i	90
22	EPAGRI 108	70	97
23	SCS - BRS 113	73	97
24	EPAGRI 109	60	93
25	SCS - 112	67	97
26	Cirad	37 - i	80 - i
27	Supremo I	57	83 - i
28	Colonial	80 - s	100 - s
29	Arrank	60	93
30	Primavera	60	93
31	ASA - 06	57	93
32	ASA - 15	60	93
33	ASA - 18	60	90
34	ASA - 25	90 - s	97
35	ASA - 50	60	93
36	ASA - 60	70	90
37	Qualimax -13	93 - s	100 - s
38	ASA - 92	87 - s	100 - s
39	BR IRGA 410	70	93
40	El Paso 144	73	87 - i
41	Taquari	80 - s	100 - s
42	IRGA 418	87 - s	100 - s
<b>Média</b>		<b>67,88</b>	<b>93,95</b>
<b>Desvio padrão</b>		<b>11,60</b>	<b>6,43</b>
$\bar{X} + DP \Rightarrow$ superior (s)			
$\bar{X} + DP \Rightarrow$ inferior (i)			



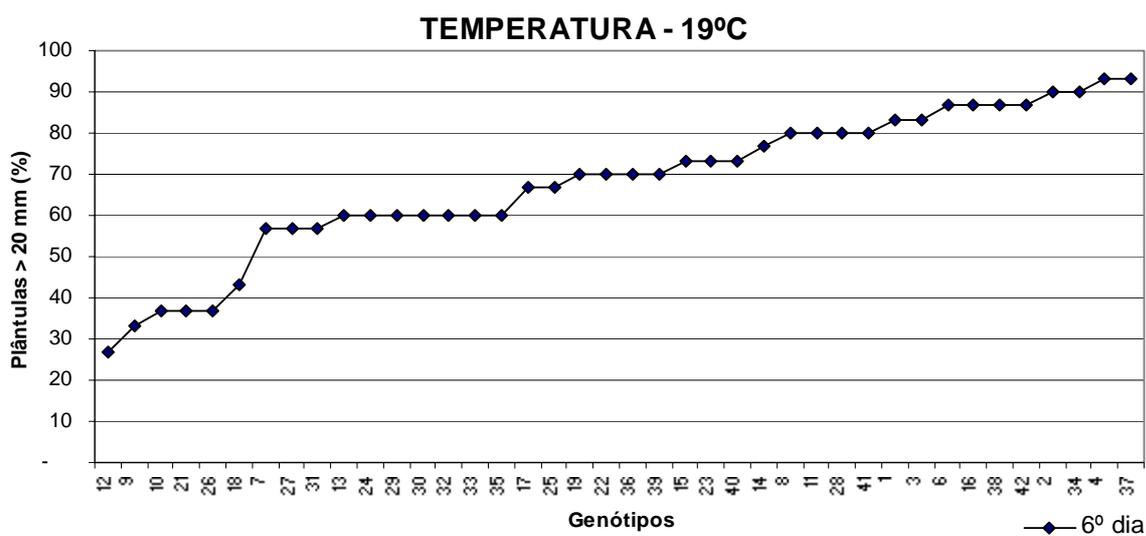
**FIGURA 4** – Germinação (%) de sementes de 40 genótipos de arroz, no oitavo dia após a semeadura, a temperatura de 10°C.



**FIGURA 5** – Germinação (%) de sementes de 40 genótipos de arroz, no oitavo dia após a semeadura, a temperatura de 13°C.



**FIGURA 6** – Germinação (%) de sementes de 40 genótipos de arroz no sétimo dia após a semeadura, a temperatura de 16°C.



**FIGURA 7** – Percentagem de plântulas maiores de 20 mm de 40 genótipos de arroz no sexto dia após a semeadura, a temperatura de 19°C.

### 3. DISCUSSÃO GERAL

A temperatura média do solo desnudo a cinco centímetros de profundidade, no mês de setembro é próxima de 16°C (Estação Agroclimatológica de Pelotas, 2005), abaixo da temperatura ideal de 20°C recomendada pela pesquisa para semeadura, conforme Nedel, (2003) e Steinmetz et al. (2001a).

A época recomendada para que as cultivares tenham a passagem da fase vegetativa para a reprodutiva nas condições favoráveis de temperatura do ar, radiação solar no solo e baixa umidade relativa do ar, é o segundo decêndio de dezembro e primeiro decêndio de janeiro, descrito por Terres, (1991) e Fernandes et al. (1985), significando que os materiais devem ser semeados quando o solo ainda está frio, com temperaturas inferiores a 20°C.

Para que as cultivares de ciclo médio e longo tenham as condições favoráveis na fase reprodutiva e temperaturas superiores à 15°C no florescimento, época de maior dano à cultura, podendo reduzir em até 50% a formação de grãos, conforme Ribeiro & Sperandio (2004), necessitam ser semeados no início da primavera, época de temperatura de solo adversa.

Com a semeadura em condições adversas, o orizicultor aumenta a quantidade de semente por área para compensar a deficiência de germinação, causando má distribuição espacial das plântulas. A desuniformidade da emergência acarreta controle deficiente de invasoras, com atraso e aumento na dosagem do herbicida. Outro aspecto é a irrigação deficiente, com o aumento do consumo de água. A passagem da fase vegetativa para a reprodutiva é alongada, ocasionando uma maturação desuniforme.

Com a maturação desuniforme, a colheita é feita com uma maior amplitude de umidade na semente, dificultando a colheita, a secagem e a armazenagem, aumentando perdas e custos.

Para diminuir estes problemas, a solução é selecionar e semear materiais mais resistentes às baixas temperaturas, como o Taquari, BR IRGA 411, IRGA 418 e Colonial, tolerantes à germinação à 16°C, temperatura média do solo no fim de setembro. Estes materiais quando semeados neste período encontrarão condições de clima e temperatura do ar favorável durante a fase reprodutiva e, principalmente, na floração, época de maior dano à cultura do arroz.

Embora a temperatura muito baixa altere a germinação e a velocidade de germinação, podendo levar a semente à condição de dormência, os materiais Taquari, IRGA 418 e o Colonial, apresentaram germinação superior a 50% na temperatura de 10°C, no 11º dia após a semeadura, evidenciando tolerância a temperaturas sub-ótimas.

Com o aumento da temperatura de 10°C para 16°C, o índice da velocidade de germinação duplicou em 50% dos genótipos, evidenciando a influência da temperatura na velocidade de germinação. Os materiais BRS Firmeza, EEA 406, Taquari, Colonial, BR IRGA 411 e IRGA 418, que a elevação da temperatura de 10°C para 16°C foi pouco significativa, tinham se sobressaído em relação aos demais, na temperatura de 10°C.

A mesa termogradiante é um equipamento importante na observação e seleção de genótipos de arroz, pela facilidade de monitorar e analisar o desempenho em relação ao estresse à baixa temperatura.

A seleção de genótipos que germinem e desenvolvam um estande de lavoura com adequada distribuição espacial de plântulas, em baixas temperaturas do solo, é importante para contribuir com o aumento na produtividade das lavouras de arroz da região sul do Estado e do cone Sul-Americano.

## **5. CONCLUSÕES**

Há grande variabilidade entre genótipos de arroz quanto à tolerância a germinação em baixa temperatura, destacando-se o Colonial, BR IRGA 411, Taquari, EEA 406, BRS Firmeza e o IRGA 418.

Determinados genótipos de arroz apresentaram germinação superior a 50% em temperatura de 10°C, até duas semanas após a semeadura.

A mesa termogradiente é um equipamento capaz de manter estável a temperatura em cada régua, com variação máxima de um grau Celsius.

A mesa termogradiente permite monitorar o desempenho de sementes de genótipos de arroz, em diferentes temperaturas, simultaneamente.

## 6. REFERÊNCIAS

ANSELMINI, R.V. **Arroz - O Prato do Dia na Mesa e na Lavoura Brasileira** – Ícone Editora Ltda, 1985, 129p.

BLUM, A. Cold resistance. In: **Plan breeding for stress environments**. Boca Raton: CRC, 1988. cap 5, p. 99-132.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992, 365p.

CAMPOS, V.C. **Metodologia do teste de frio para avaliação de qualidade fisiológica de sementes de arroz irrigado** – Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 1998, 64p.

CARMONA, L. Tecnologia de produção para arroz irrigado, **Seed news**, Pelotas, v. 9, n. 2, 2005, p. 28-32.

CRUZ, M.; TORRES, E.; BERRIO, L.; PULVER, E.; JENNINGS, P.; BLANCO, P. Metodologías de evaluación y resultados obtenidos em el programa de tolerância al frio del arroz – fondo latinoamericano para arroz de riego (FLAR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25.; 2003, Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI , 2003. p.795-797.

CRUZ, M.; PULVER, E.; JENNINGS, P.; BERRIO, L.; BLANCO, P. ROSSO, A.; MARASSI, J. Identificación de materiales genéticos de arroz para tolerancia a temperaturas bajas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, Porto Alegre, RS.; 2001. Instituto Rio Grandense do Arroz, **Anais...** p.15-17.

CRUZ, R.P.; **Tolerância ao frio em arroz irrigado: metodologia de avaliação e bases genéticas** –Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001, 159p.

ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA DE PELOTAS, RS. (**Embrapa / UFPel / INMET**) – Local: Campus da Universidade Federal de Pelotas, 2005.

FERNÁNDEZ, F.; VERGARA, B.S.; YAPIT, N.; GARCÍA, O. **ARROZ: Investigación y Producción**, El arroz y su meio ambiente- PNUD-CIAT, Editorial XYZ, Cali – Colômbia, 1985, p. 83-101.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**, Artmed Editora, Porto Alegre, 2004, 323p.

GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil / Algenor da Silva Gomes, Ariano Martins de Magalhães Júnior, editores técnicos.** – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899 p. : il. Color.

GOMES, A. da S.; PETRINI, J.A.; FAGUNDES, P.R.R. **Manejo Racional da Cultura do Arroz Irrigado “Programa Marca”**. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, 203 p.

HENKIN, H.; RUCATTI, E.G.; KAYSER, V.H. Proposta de política para redução dos desequilíbrios no mercado do arroz do Mercosul, **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 53, n. 437, 2005, p. 43-50.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. **Sistema de Cultivo da Arroz Irrigado no Brasil** / Ariano Martins de Magalhães Junior, Algenor da Silva Gomes, Alberto Baeta dos Santos. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, 270 p. – (Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção, 3).

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas** / Julio Marcos Filho. – Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.: il. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, v. 12)

MENEZES, V.G.; RAMIREZ, H. Competitividade e sustentabilidade na produção de arroz irrigado, **Seed news**, Pelotas, v. 8, n. 5, 2004, p. 16-18.

METIVIER, J.R. **Fisiologia Vegetal 2**. Coordenador FERRI, M.G.; Editora da Universidade de São Paulo-São Paulo, 1979, p. 343-392.

NAKAGAWA, J.; Testes de Vigor Baseados no Desempenho das Plântulas, **Vigor de sementes: conceitos e testes** / Editores Francisco Carlos Krzyzanowski; Roberval Daiton Vieira; José de Barros França Neto; Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999. 218p, p. 2-0/2-24.

NASCIMENTO, W.M. Temperatura x Germinação, **Seed news**, Pelotas, v. 4, n. 4, 2000, p. 44-45.

NEDEL, J.L.; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CARMONA, P.S. **Produção de arroz irrigado**, A planta de arroz: morfologia e fisiologia - 3.ed. ver. e ampl. Pelotas: ed. Universitária, Universidade Federal de Pelotas, 2004, p. 18-62.

NEDEL, J.L.; Fundamentos da Qualidade de Sementes, **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária, 2003, p. 95-138.

PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.S.A. **Produção de arroz irrigado**, 3.ed. ver. e ampl. Pelotas: ed. Universitária, Universidade Federal de Pelotas, 2004, 623p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília: s.ed., 1985. 289p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de Sementes**, Ministério da Agricultura, AGIPLAN, 1974. 77p.

PULVER, E.; MENEZES, V.G. Importância da radiação solar sobre a produtividade de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25, Balneário Camboriú, SC.; **Anais...** p. 146-148. Itajaí: EPAGRI, 2003.

RIBEIRO, A.S.; SPERANDIO, C.A. **Produção de arroz irrigado**, Controle de doenças de arroz irrigado - 3.ed. ver. e ampl. Pelotas: ed. Universitária, Universidade Federal de Pelotas, 2004, p. 308-348.

ROSSO, A.F.; LOPES, S.I.G.; CARMONA, P.S.; AVOZANI, O.A. Avaliação de genótipos da arroz para a tolerância ao frio na fase de germinação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, Porto Alegre, RS.; 2001. Instituto Rio Grandense do Arroz, **Anais...** p. 83-86.

STEINMETZ, S. Como minimizar o risco climático na agricultura brasileira, **Seed news**, Pelotas, v. 8, nº 3, 2004, p. 36-37.

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 Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, Porto Alegre, RS.; 2001a. Instituto Rio Grandense do Arroz, **Anais...** p.137-139.

STEINMETZ, S.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. Temperatura do solo:Fator decisivo para o início da semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: Embrapa Clima Temperado, 2001b, Ministério da Agricultura e Abastecimento, **Comunicado Técnico**, 56. p.81-88.

STEINMETZ, S.; INFEL, J.A.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; MARIOT, C.H.P.; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul (Versão 3). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001c. 31p. (Embrapa Clima Temperado. **Documentos**, 81).

STEINMETZ, S.; ASSIS, F.N.; BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; DIDONÉ, I.A.; OLIVEIRA, H.T.; SIMIONETI, C. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz em distintas regiões produtoras do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Agropec...** Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2001d, v.4, n.1, p.63-77.

TERRES, A.L.; RIBEIRO, A.S.; MACHADO, M.O.; MARTINS, J.F. In: **Temperate rice – achievements and potencial**, Proceedings-volume 1, of the Temperate rice conference, Yanco,1994-New South Wales, Australia, 1994, p.43-50.

TERRES, A.L. Melhoramento de arroz irrigado para tolerância ao frio no Rio Grande do Sul – Brasil. In: **REUNIÓN SOBRE MEJORAMIENTO DE ARROZ EM EL CONO SUR**, 1991, Trabajos – Montevideo: IICA – PROCISUR, 1991, p. 91-103.

TERRES, A.L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul – 1984. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado, Capão do Leão, RS. **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. p. 83-94.

TRENTO, S.M.; SCHUCH, L.O.B; ROSENTHAL, M.D. & LUCCA FILHO, O.A. Qualidade sanitária de sementes de arroz produzidas em algumas regiões do Rio Grande do Sul, safra 1999/00. **Informativo ABRATES**, Curitiba: ABRATES, v.13, n.12, 2003, p.55-58.

VARGAS, J.P. **ARROZ: Investigación y Producción**, El arroz y su meio ambiente- PNUD-CIAT, Editorial XYZ, Cali – Colômbia, 1985, p. 19-80.