

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ
CULTIVADOS NO RIO GRANDE DO SUL QUANTO À
TOLERÂNCIA AO FRIO NO ESTÁGIO GERMINATIVO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Sergio Barbosa Machado

**Itaqui, RS, Brasil
2017**

SERGIO BARBOSA MACHADO

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ CULTIVADOS NO RIO GRANDE DO SUL QUANTO À TOLERÂNCIA AO FRIO NO ESTÁGIO GERMINATIVO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Adriana Pires Soares Bresolin

FICHA CATALOGRÁFICA

M149 Machado, Sergio Barbosa.
Avaliação de cultivares de arroz cultivados no Rio Grande do Sul quanto à tolerância ao frio no estágio germinativo / Sergio Barbosa Machado.
25 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, 2017.
"Orientação: Adriana Pires Soares Bresolin".

1. Arroz. 2. Frio. 3. Germinação. I. Avaliação de cultivares de arroz cultivados no Rio Grande do Sul quanto à tolerância ao frio no estágio germinativo.

SERGIO BARBOSA MACHADO

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ CULTIVADOS NO RIO
GRANDE DO SUL QUANTO À TOLERÂNCIA AO FRIO NO ESTÁGIO
GERMINATIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 4 de Dezembro de 2017.
Banca examinadora:

Prof. Dr^a. Adriana Pires Soares Bresolin
Orientadora
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr^a. Renata Silva Canuto de Pinho
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Urbano e Zenaira, maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Urbano e Zenaira, pela oportunidade única que me foi concedida, e as minhas irmãs, Angela e Elena, por apoio e carinho incondicional.

A Prof. Dr^a. Adriana Pires Soares Bresolin pela orientação, respeito e paciência ao longo do período trabalhado e pela confiança em mim depositada.

Aos professores do curso de Agronomia da UNIPAMPA, minha gratidão eterna pelos conhecimentos repassados ao longo do curso.

Aos colegas de curso pelo convívio e pelos momentos de amizade.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

EPÍGRAFE

Todas as regras que o homem pode formular para o estudo, resumo-as eu numa só: aprendamos apenas a criar. Somente com esse divino poder de produzir é que somos verdadeiros homens, e sem ele não passamos de uma simples máquina bastante bem organizada.

Schelling

Vós, os que vos tendes entregado às artes, às letras, às ciências, não esqueçais que de todas elas a mãe é a liberdade, e quem sem esta o desenvolvimento daquelas é uma quimera fatal.

Rui Barbosa

RESUMO

AValiação DE CULTIVARES DE ARROZ CULTIVADOS NO RIO GRANDE DO SUL QUANTO À TOLERÂNCIA AO FRIO NO ESTÁGIO GERMINATIVO

Autor: Sergio Barbosa Machado

Orientador: Adriana Pires Soares Bresolin

Local e data: Itaqui, 25 de Novembro de 2017.

Com mais de dois milhões de hectares plantados no Brasil, a cultura do arroz destaca-se no Estado do Rio Grande do Sul, onde se concentra a maior parte da produção de arroz irrigado do País. A época de semeadura da cultura recomendada para o Estado do Rio Grande do Sul coincide com períodos de baixas temperaturas, prejudicando o estabelecimento da lavoura e limitando a produtividade da cultura. A faixa de temperatura ótima para que ocorra a germinação do arroz situa-se entre 20°C e 35°C, sabe-se também que a temperatura de 10°C, é o valor crítico mínimo, abaixo do qual a germinação não ocorre. Portanto é indispensável a identificação de constituições genéticas tolerantes ao estresse por frio no estágio de germinação. Com isso o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de algumas das cultivares de arroz irrigado mais cultivadas no Rio Grande do Sul, quando expostas a baixas temperaturas durante a fase de germinação. O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, Rio Grande do Sul, no laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Solo, em câmara de germinação, empregando as temperaturas de 25°C e 13°C. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2x4), com duas temperaturas e quatro cultivares, onde a unidade de observação constituiu-se de 20 plântulas para cada cultivar. Foram avaliadas quatro cultivares de arroz: IRGA 417, IRGA 424 RI, IRGA 426 e GURI INTA CL, e as variáveis analisadas foram comprimento de coleóptilo, matéria seca de plântula e percentual de germinação. O estresse por frio causou redução das variáveis CC, MS, PG. A variável comprimento de coleóptilo foi eficiente na diferenciação das cultivares quanto a tolerância ao estresse por frio, sendo que as cultivares IRGA 417 E IRGA 424 RI as que apresentaram os maiores valores para comprimento de coleóptilo em condições de baixas temperaturas.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, estresse abiótico, melhoramento de plantas

ABSTRACT

EVALUATION OF THE MAIN RICE GENOTYPES GROWN IN RIO GRANDE DO SUL AS TOLERANCE TO COLD ON GERMINATION STAGE

Author: Sergio Barbosa Machado

Advisor: Adriana Pires Soares Bresolin

Date: Itaqui, November 27th, 2017.

With more than 2 million hectares planted in Brazil, the rice crop stand out in the state of Rio Grande do Sul, where is concentrated the majority of the country's irrigated rice production. The recommended seeding season for rice in the state of Rio Grande do Sul matches with low temperature periods, damaging the establishment of the crop and limiting the yield. The optimum temperature range for rice to germinate sets between 20°C and 35°C, it is also known that the temperature of 10°C, is the critical minimum value, below which germination does not occur. Therefore it is indispensable the study of the changes caused in the plants by the low temperatures in the germination phase. The objective of this work was to evaluate the behavior of some of the most cultivated irrigated rice cultivars in Rio Grande do Sul, when exposed to low temperatures during the germination phase. The work was carried out at the Federal University of Pampa, Itaqui Campus, Rio Grande do Sul, Brazil, in the laboratory of Phytopathology and Soil Microbiology, in a germination chamber, using temperatures of 25°C and 13°C. The experimental design used was entirely at random, in factor scheme (2x4), with two temperatures and four cultivars, where the observation unit was constituted of 20 plantas for each cultivar. Were evaluated four rice cultivars: IRGA 417, IRGA 424 RI, IRGA 426 e GURI INTA CL, and the analyzed variables were coleoptile length, dry matter of seedlings and percentage of germination. Stress by cold caused reduction in the variables CC, MS, and PG. The variable coleoptile length was efficient to distinguish the genotypes as the tolerance for stress by cold, and the cultivars IRGA 417 E IRGA 424 RI those that have had the highest values for coleoptile length in low temperature conditions.

Keywords: *Oryza sativa*, abiotic stress, Plant breeding

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Temperaturas críticas mínima, máxima e ótima para o crescimento e o desenvolvimento do arroz	14
Tabela 2: Resumo da análise de variância para os caracteres comprimento de coleóptilo (CC) em milímetros, matéria seca de plântula (MS) em gramas e percentual de germinação (PG) em porcentagem, de quatro cultivares de arroz irrigado, em duas temperaturas, 13°C e 25°C.....	19
Tabela 3: Comparação de médias para a variável comprimento de coleóptilo (CC) em mm, de quatro cultivares de arroz irrigado nos tratamentos T1 (25°C) e T2 (13°C).....	20
Tabela 4: Comparação das médias dos tratamentos para a variável matéria seca (g) e percentual de germinação (%)	20
Tabela 5: Comparação das médias das cultivares para as variáveis matéria seca de plântula e percentual de germinação	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Arroz e a influência das baixas temperaturas.....	14
2.2 Frio na fase de germinação.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Percentual de germinação.....	18
3.2 Comprimento do coleóptilo.....	18
3.3 Matéria seca de plântula	18
3.4 Análise estatística.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5 CONCLUSÃO	22
6 REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma espécie tropical de origem asiática, cultura de grande importância econômica, ocupando uma área de 165 milhões de hectares ao redor do mundo, com uma produção mundial de 500 milhões de toneladas (FAO, 2017). No Brasil o arroz corresponde a 5% da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas, cobrindo aproximadamente dois milhões de hectares do território nacional (IBGE, 2017), com destaque para o Estado do Rio Grande do Sul, responsável por 55,67% da área plantada na safra 16/17 (CONAB, 2017).

Segundo o Zoneamento Agrícola de Risco Climático, a época recomendada para a semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul estende-se de 1º de setembro até 10 de janeiro. Neste período ainda é comum a ocorrência de frio no sul do País (BERLATO & ALTHAUS, 2010). As baixas temperaturas registradas próximas à época de semeadura na Região Sul prejudicam o estabelecimento da lavoura de arroz irrigado, sendo o frio um dos fatores que limita a produtividade da cultura no Estado (CRUZ, 2001).

Para expressar seu máximo potencial produtivo, a faixa de temperatura ótima para o arroz situa-se entre 25°C e 30°C e, dependendo do estágio de desenvolvimento, temperaturas inferiores a 20°C são prejudiciais para a cultura (YOSHIDA, 1981).

As injúrias mais comuns causadas pelo frio são falhas na germinação, atraso da emergência, amarelecimento das folhas, floração atrasada, degeneração da panícula, esterilidade das espiguetas e desuniformidade de maturação (YOSHIDA, 1981). No estágio de germinação e emergência, quando é mais comum a ocorrência de baixas temperaturas, o frio pode aumentar a duração desses subperíodos, afetando o crescimento e desenvolvimento inicial, reduzindo o número de perfilhos e causando o amarelecimento das folhas (SOSBAI, 2016).

A resistência a baixas temperaturas é buscada nas fases iniciais da planta, com a intenção de antecipar a semeadura, para que o período reprodutivo aconteça numa época de maior intensidade de radiação solar (dezembro/janeiro), proporcionando maiores produtividades (MERTZ et al., 2009).

Portanto é indispensável o estudo das alterações causadas nas plantas pelas baixas temperaturas na fase de germinação, avaliar as causas e as consequências deste fenômeno que prejudica a implantação da cultura, diminuindo o estande de

plantas e atrasando o desenvolvimento inicial. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de algumas das cultivares de arroz irrigado mais cultivadas no Rio Grande do Sul, quando expostos a baixas temperaturas durante a fase de germinação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Arroz e a influência das baixas temperaturas

O estresse causado pelas baixas temperaturas ocasiona uma séria restrição à produção do arroz, tanto em regiões de clima temperado quanto em regiões de clima tropical (KIM et al., 2014). O frio é um dos principais problemas para a produção de arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul, já que a grande maioria das cultivares em uso é de origem tropical, proveniente de cruzamentos entre genitores de constituição genética semelhante, podendo tornar o cultivo do arroz vulnerável a estresses abióticos e bióticos (ROSSO, 2006). A maioria das cultivares de arroz cultivados no Rio Grande do Sul pertence ao grupo índica e apresentam germinação lenta e uniforme sob temperaturas baixas, o que ocasiona atraso e diminuição na porcentagem de germinação das sementes (CRUZ & MILACH, 2004).

Cada subperíodo de desenvolvimento do arroz apresenta diferentes níveis de sensibilidade às baixas temperaturas, tendo cada estágio de desenvolvimento suas temperaturas críticas ótima, máxima e mínima, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Temperaturas críticas mínima, máxima e ótima para o crescimento e o desenvolvimento do arroz. UNIPAMPA, 2017.

Fases de Desenvolvimento	Temperatura crítica (°C)		
	Mínima	Máxima	Ótima
Germinação	10	45	20-35
Emergência e estabelecimento da plântula	12-13	35	25-30
Desenvolvimento da raiz	16	35	25-28
Alongamento da folha	7-12	45	31
Perfilhamento	9-16	33	25-31
Iniciação do primórdio floral	15	35	25-30
Emergência da panícula	15-20	38	25-28
Antese	22	35	30-33
Maturação	12-18	30	20-25

Fonte: Yoshida, 1981.

Danos ao arroz podem ocorrer quando a temperatura média diária estiver abaixo dos 20°C. As injúrias mais frequentes ocasionados pelo frio são falha na germinação, atraso na emergência, nanismo, amarelecimento das folhas,

degeneração da panícula, emissão da panícula incompleta, atraso na floração, esterilidade das espiguetas, e irregularidade na maturação (YOSHIDA, 1981). O frio causa danos ao arroz tanto na fase de germinação e emergência, quanto na fase reprodutiva, e o dano é proporcional à sensibilidade de cada cultivar às baixas temperaturas (PEYMAN & HASHEM, 2010). Os danos mais graves são os que ocorrem na fase de reprodução, especialmente na microsporogênese, onde o frio causa esterilidade das espiguetas por meio da inviabilidade do pólen, e no florescimento, prejudicando a deiscência das anteras e o crescimento do tubo polínico, sucedendo em uma redução na fecundação das espiguetas (YOSHIDA, 1981; CRUZ & MILACH, 2000; MERTZ et al., 2009). Na fase inicial de desenvolvimento do arroz, o frio influencia negativamente na germinação e no desempenho inicial das plântulas (MERTZ et al., 2009), e a tolerância a estas condições adversas depende da qualidade fisiológica das sementes e da cultivar (STINGHEN, 2015), fazendo-se necessário o estudo do comportamento das cultivares de arroz quanto à tolerância as baixas temperaturas, para avaliar com clareza os danos causados pelo frio, buscando minimizar as perdas ocasionadas na lavoura orizícola.

2.2 Frio na fase de germinação

A faixa ótima de temperatura para germinação do arroz situa-se entre 20°C e 35°C (YOSHIDA, 1981), similar a temperatura média registrada na Fronteira Oeste na época recomendada para semeadura. Sabe-se também que a temperatura de 10°C, é o valor crítico mínimo, abaixo do qual a germinação não ocorre (YOSHIDA, 1981).

Recomenda-se realizar a semeadura do arroz quando a temperatura média do solo nu, na profundidade de semeadura, que varia de 2 a 5 cm, estiver acima de 20°C, que é o limite inferior da temperatura crítica ótima para germinação do arroz (STEINMETZ et al., 2009; YOSHIDA, 1981).

A ocorrência de chuvas antes ou na ocasião do estabelecimento da lavoura acarreta na redução da temperatura do solo, tendo como consequências o atraso da emergência das plântulas de arroz, provocando também clorose nas folhas jovens e reduzindo altura de plântulas (TERRES & GALLI, 1985). O frio influencia negativamente na germinação de sementes e no desempenho inicial de plântulas de

arroz (MERTZ et al., 2009), ocasionando a lentidão do estabelecimento inicial da lavoura, atraso no crescimento das plantas e, conseqüentemente, levando a redução da produtividade.

Os distúrbios morfológicos, bioquímicos e moleculares, decorrentes do estresse por frio iniciam com a desestabilização das membranas, o que acarreta em sua disfunção e na alteração dos processos celulares, resultando em modificações (TAIZ & ZEIGER, 2013), o que explica o amarelecimento das folhas jovens e a redução na estatura e crescimento de plântulas.

O comprimento de coleóptilo é um carácter importante para o estabelecimento da lavoura, pois é o órgão que protege a plântula no momento da emergência, estendendo-se para cobrir a primeira folha (CRUZ, 2001).

A resistência a baixas temperaturas no arroz é buscada no início do ciclo de desenvolvimento da planta, com o intuito de antecipar a semeadura e evitar que o período reprodutivo coincida com a época de início da estação fria na Região Sul, entre os meses de março e abril, fase de desenvolvimento da planta em que é mais difícil contornar o problema das baixas temperaturas. Além disso, com a semeadura antecipada, o período reprodutivo coincide com a época de maior intensidade de radiação solar, entre o final de dezembro e o início de janeiro, ocorrendo maior acúmulo de matéria seca, favorecendo o incremento da produtividade (MERTZ et al., 2009).

Para determinação dos danos causados pelo frio na fase de germinação, as metodologias mais encontradas na literatura recomendam que as sementes sejam submetidas a temperaturas que variam de 10°C a 25°C por períodos de três até trinta e cinco dias, e frequentemente os caracteres mais avaliados são porcentagem e velocidade de germinação, alterações no crescimento do coleóptilo, comprimento de radícula e massa seca (CRUZ, 2001; DAMETTO, 2015; PEYMAN & HASHEM, 2010; YOSHIDA, 1981).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, Rio Grande do Sul. No laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do solo, em B.O.D. (Demanda Biológica por Oxigênio), empregando as temperaturas de 25°C e 13°C. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2x4), com duas temperaturas e quatro cultivares, onde a unidade de observação constituiu-se de 20 plântulas para cada cultivar.

Foram avaliadas quatro cultivares de arroz: IRGA 424RI, descrita como bem adaptada às condições de temperatura média baixa, IRGA 426, que é uma cultivar que apresenta boa tolerância ao frio na fase de plântula (SOSBAI, 2016), IRGA 417 descrita como sensível ao frio (ROSSO, 2006), e GURI INTA CL, sem informação. Somadas, as quatro cultivares representam 65,7% da área plantada no Estado (IRGA, 2017).

As cultivares foram avaliadas em relação à tolerância a baixa temperatura por meio dos caracteres percentual de germinação (PG), comprimento do coleóptilo (CC) e matéria seca de plântula (MS).

3.1 Percentual de germinação

Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes para cada repetição, totalizando 200 sementes de cada cultivar, distribuídas em rolos de papel, os quais foram umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, os rolos com as sementes foram então colocados no interior de sacos plásticos para evitar a perda excessiva de umidade. O teste foi realizado seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas duas temperaturas para germinação, 25°C temperatura ótima, e uma temperatura sub-ótima de 13°C.

As contagens foram realizadas aos 14 dias para a temperatura de 25°C, e aos 21 dias para a temperatura de 13°C, baseado em metodologia proposta por Cruz (2001). Foram consideradas germinadas as sementes com radícula e coleóptilo aparentes.

3.2 Comprimento do coleóptilo

O comprimento do coleóptilo foi medido aos 14 dias após a semeadura para a temperatura de 25°C e aos 21 dias após a semeadura para a temperatura de 13°C, a medida foi realizada com uma régua graduada em milímetros, e os resultados foram expressos em milímetros.

A característica comprimento de coleóptilo é um bom indicador para identificação de genótipos tolerantes ao frio (CRUZ, 2001).

3.3 Matéria seca de plântula

Para a pesagem da matéria seca de plântula, após aferir o percentual de germinação e o comprimento do coleóptilo, as plântulas foram devidamente separadas das sementes, colocadas em sacos de papel e posteriormente secadas em estufa a 55°C, por 48 horas. Após este período na estufa as amostras foram pesadas em balança de precisão SHIMADZU® AW220. Os resultados foram expressos em gramas.

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com um intervalo de confiança de 5% para o teste Scott-Knott, o resumo da análise de variância, apresentado na tabela 2, mostra que a interação tratamento x cultivar foi significativa para o caráter comprimento de coleóptilo. Na variável tratamento, observou-se diferença significativa para todos os caracteres avaliados. Já a variável cultivar, apresentou diferença significativa apenas para o caráter percentual de germinação.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os caracteres comprimento de coleóptilo (CC) em milímetros, matéria seca de plântula (MS) em gramas e percentual de germinação (PG) em porcentagem, de quatro cultivares de arroz irrigado, em duas temperaturas, 13°C e 25°C. UNIPAMPA, 2017.

Fonte de variação	GL	QM		
		CC	MS	PG
Cult	3	0,22	0,00	277,12*
Trat	1	394,75*	0,12*	10440,12*
Trat*Cult	3	0,98*	0,00	47,12
Rep	3	0,05	0,00	5,12
Erro	21	0,28	0,00	89,19
Total	31			
CV %		9,73	18,71	13,29
Média Geral		5,47	0,07	71,06

*Valores significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste Scott-Knott; GL= graus de liberdade; QM= quadrado médio; CV= coeficiente de variação.

O coeficiente de variação para comprimento de coleóptilo e percentual de germinação foi baixo, e a precisão, portanto, foi ótima. Para matéria seca de plântula o coeficiente de variação foi médio e a precisão boa, segundo parâmetros estabelecidos por Ferreira (1991).

Na comparação de médias da interação tratamento x cultivar, mostrada na tabela 3, para a variável comprimento de coleóptilo, observa-se que todos as cultivares sofreram redução significativa do CC, em condições de baixas temperaturas, T2 (13°C), deixando claro que o estresse por baixas temperaturas afeta negativamente o crescimento do coleóptilo das cultivares estudadas, que podem ser classificadas como sensíveis ao frio na fase de germinação. Cruz (2001)

evidencia que a característica comprimento de coleóptilo é um bom indicador para identificação de genótipos tolerantes ao frio.

Tabela 3. Comparação de médias para a variável comprimento de coleóptilo (CC) em mm, de quatro cultivares de arroz irrigado nos tratamentos T1 (25°C) e T2 (13°C). UNIPAMPA, 2017.

Cultivares	Tratamentos	
	T1 (25°C)	T2 (13°C)
IRGA 417	8,9 aA	2,3 aB
IRGA 424 RI	8,9 aA	2,4 aB
IRGA 426	9,3 aA	1,3 bB
GURI INTA CL	8,8 aA	1,9 bB

Resultados acompanhados da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste Scott-Knott. Maiúscula para comparação na linha, minúscula na coluna.

No tratamento 1 (25°C), não houve diferença significativa de CC entre os cultivares avaliados, já para o T2 (13°C), as cultivares IRGA 426 e GURI INTA CL tiveram menor crescimento do coleóptilo, o que evidencia uma maior sensibilidade às baixas temperaturas. Segundo Rosso (2006) genótipos que apresentam menor redução no comprimento do coleóptilo são os mais tolerantes ao frio.

Tabela 4. Comparação das médias dos tratamentos para a variável matéria seca (g) e percentual de germinação (%). UNIPAMPA, 2017.

Tratamentos	MS (g)	PG (%)
T1 (25°C)	0,14 a	89, 13 a
T2 (13°C)	0,01 b	53,00 b

Resultados acompanhados da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste Scott-Knott.

Na comparação entre os tratamentos, tabela 4, observa-se diferença significativa para as variáveis matéria seca de plântula (MS) e percentual de germinação (PG), mostrando a sensibilidade ao estresse por frio das cultivares avaliadas.

A variável MS foi a que apresentou maior diferença entre os dois tratamentos, de 0,14 g para 0,01g, uma redução de 92,85% no peso das amostras.

A redução do CC e da matéria seca de plântula em condições de baixa temperatura também ocorreu em estudo conduzido por Mertz et al. (2009), onde o autor avaliou alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação, utilizando a mesma temperatura de 13°C.

O percentual de germinação sofreu redução quando comparadas as médias dos dois tratamentos, onde em média 89,13% das sementes germinaram na temperatura de 25°C e apenas 53% a 13°C. Apesar de uma redução menos expressiva quando comparada com a que ocorreu com o peso da matéria seca, ainda assim a redução é significativa. Mertz et al. (2009) obteve resultados similares de redução do percentual de germinação de sementes de arroz da subespécie *Índica* quando expostas a temperatura de 13°C.

Tabela 5. Comparação das médias das cultivares para as variáveis matéria seca de plântula e percentual de germinação. UNIPAMPA, 2017.

Cultivares	MS (g)	PG (%)
IRGA 417	0,07 a	66,75 b
IRGA 424 RI	0,07 a	68,50 b
IRGA 426	0,08 a	79,75 a
GURI INTA CL	0,08 a	69,25 b

Resultados acompanhados da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste Scott-Knott.

Quando comparadas as médias do percentual de germinação das quatro cultivares, tabela 5, observou-se que a cultivar IRGA 426 foi o que apresentou os maiores valores de percentual de germinação. Esta diferença observada entre as cultivares pode ser devido a diferenças de vigor nos lotes iniciais, indicando que esta característica pode não ser confiável para avaliações de alterações causadas pelo frio (MERTZ et al., 2009).

Não houve diferença significativa no peso de matéria seca quando comparados as quatro cultivares.

5 CONCLUSÃO

O estresse por frio causa redução das variáveis CC, MS, PG.

A variável comprimento de coleóptilo é eficiente na diferenciação das cultivares quanto à tolerância ao estresse por frio, sendo que as cultivares IRGA 417 e IRGA 424 RI as que apresentam os maiores valores para comprimento de coleóptilo em condições de baixas temperaturas.

6 REFERÊNCIAS

BERLATO, A.M.; ALTHAUS, D. **Tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada do estado do Rio Grande do Sul**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.16, n.1 e 2, p.7-16, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV. 365p, 2009.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos**. Monitoramento agrícola – Safra 2016/17, v. 4, n. 10, 170 p. Julho, 2017. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em outubro. 2017.

CRUZ, R.; MILACH, S.C.K. **Cold tolerance at the germination stage of rice: methods of evaluation and characterization of genotypes**. Scientia Agricola, v. 61, n. 1, p. 1-8, 2004.

CRUZ, R.P. **Tolerância ao frio em arroz irrigado: Metodologias de avaliação e bases genéticas**. Tese. Porto Alegre, 174p. 2001.

DAMETTO, A. **Identificação e caracterização de genes de arroz (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*) importantes para a tolerância ao frio na fase de germinação**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia – Área: Produção Primária de Alimentos) – Centro Universitário Univates. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Lageado, Rio Grande do Sul, Brasil, 103 p, 2015.

FAO, Food and Agriculture Organization. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/en/>>. Acesso em outubro. 2017.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. EDUFAL, Maceió, Alagoas, Brasil, 437 p. 1991.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=76>>. Acesso em outubro. 2017.

IRGA, Instituto Rio Grandense do Arroz. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/6911/safras>>. Acesso em outubro. 2017.

KIM, S.; SUH, J.; LEE, C.; LEE, J.; KIM, Y.; JENA, K. **QTL mapping and development of candidate gene-derived DNA markers associated with seedling cold tolerance in rice (*Oryza sativa* L.)**. Molecular Genetics and Genomics, vol. 289, nº 3, p. 333-343, 2014.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul, ano-safra 2017/2018**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias/safra-vigente/rio-grande-do-sul>>. Acesso em dezembro 2017.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; SOARES, R.C.; BALDIGA, R.F.; PESKE, F.B.; MORAES, D.M. **Alterações fisiológicas em semente de arroz expostas ao frio na fase de germinação**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 31, nº 2, p.262-270, 2009.

PEYMAN, S.; HASHEM, A. **Evaluation eighteen rice genotypes in cold tolerance at germination stage**. World Applied Science Journal. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Rasht Branch, Rasht, Iran, p. 1476-1480, 2010.

ROSSO, A. F. **Caracterização genética e fenotípica para tolerância ao frio e características agronômicas em arroz irrigado**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, 2006.

SOSBAI. **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil** / Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Pelotas: SOSBAI, 200p. 2016.

STEINMETZ, S.; MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; FERREIRA, J.S.A; **Temperatura do solo favorável para o início da semeadura do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.15, n.2, p.99-104, 2009.

STINGHEN, J. C. **Caracterização de cultivares de arroz irrigado quanto a dormência e tolerância ao frio na germinação**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Área: Fisiologia e Manejo de plantas) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, Santa Catarina, Brasil, 135 p, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 5. ed., 918p. 2013.

TERRES, A.L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul.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, p. 83-94, 1985.

YOSHIDA, S. Fundamentals of rice crop science. Los Baños: **International Rice Research Institute**, 269 p. 1981.