

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



DISSERTAÇÃO

**Tolerância ao frio e efeito da época de supressão da irrigação no
desempenho de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Hélen Claudine Saliba Rodrigues

Pelotas, março de 2011.

Hélen Claudine Saliba Rodrigues

**Tolerância ao frio e efeito da época de supressão da irrigação no
desempenho de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Paulo Dejalma Zimmer

Pelotas, março de 2011.

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/74)

R696t Rodrigues, Hélien Claudine Saliba

Tolerância ao frio e efeito da época de supressão da irrigação no desempenho de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) / Hélien Claudine Saliba Rodrigues; orientador Paulo Dejalma Zimmer. Pelotas, 2011. 55f. : il.. - Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

1. Índice de velocidade de emergência
2. Desenvolvimento inicial 3. Estádio 4. Supressão da irrigação 5. *Oryza sativa* I. Zimmer, Paulo Dejalma (orientador) II. Título.

CDD 633.18

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer, Orientador

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Pesq. Dr. Géri Eduardo Meneghello

Pesq. Dr. Paulo Ricardo Reis Fagundes

DEDICATÓRIA

*À minha mãe Cleusa Saliba,
Aos meus irmãos, sobrinhos e cunhado.*

*A Deus somente,
como símbolo de fidelidade.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus acima de tudo.

A minha família, em especial a minha mãe pela dedicação e apoio incessante. Pelo exemplo de luta e caráter que me ensinou a nunca desistir e buscar ser sempre uma pessoa melhor.

Aos meus Tios Carim Saliba e Alice Moraes pelo carinho, amizade, companheirismo e amor que foram essenciais durante estes dois anos.

Ao meu noivo Mauricio Madruga de Azevedo que não mediu esforços em ajudar na realização deste trabalho pelo carinho, amor, companheirismo que me despertou um sentimento único de amor e felicidade.

A Ana Carolina Silveira da Silva, pela amizade, incentivos e grandes palavras que me levaram ao fascínio pela pesquisa.

A Verônica Schinagl Calheiros pela sua amizade e constante presença durante esses dois anos.

As minhas amigas Ana Maria Silveira Beck, Adriana Freitas Trassante, Kellen Vasques Martins, Patrícia Freitas Soares e Rubia Graciele Amorim pela amizade, pelas conversas de incentivo e conselhos.

A família Valente, principalmente a Gisselda pela sincera amizade e apoio em todos os momentos, de vitórias e dificuldades, durante esses dois anos de Mestrado.

Aos amigos e exemplos de pesquisadores Dr. Norton Victor Sampaio e Dr^a. Tanira Gimenez Sampaio pela amizade e atenção. Agradeço pelos valiosos ensinamentos, conversas, incentivo para a realização desta conquista e pela

confiança e apoio da minha permanência no Instituto Biotecnológico de Reprodução Vegetal (INTEC).

Ao professor Dr. Paulo Dejalma Zimmer, pela orientação, compreensão e ensinamentos que acentuaram meu crescimento na pesquisa.

Ao pesquisador Dr. Géri Eduardo Meneghello pela amizade, conselhos e ensinamentos que foram essenciais na realização deste trabalho, pois não foram poucas as vezes que recorri aos seus conhecimentos e experiência.

Aos colegas do laboratório de BioSementes, pelo auxílio na execução do trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, que nos passaram ensinamentos fundamentais durante o curso.

Ao departamento de Fitossanidade pela concessão do espaço físico e equipamentos necessários para a execução do trabalho.

Agradeço à Embrapa Clima Temperado por ter me proporcionado a oportunidade de desenvolver este trabalho, em especial ao pesquisador Paulo Ricardo Reis Fagundes por ter oferecido todo o apoio, além de condições técnicas para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes e ao secretário pela amizade e convivência.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos e pelos recursos financeiros.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, em especial ao amigo Cassyo de Araújo Rufino.

RESUMO

RODRIGUES, Hélien Claudine Saliba. **Tolerância ao frio e efeito da época de supressão da irrigação no desempenho de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2011. 70f. Mestrado (Dissertação) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O trabalho objetivou avaliar a tolerância ao frio de quatro cultivares de arroz sob condições de estresse (13-18°C) nos estádios S0-V3 e verificar o efeito da época da supressão da irrigação na qualidade das sementes de arroz das cultivares BRS Atalanta, BRS Querência e BRS 7 Taim. O estudo constituiu-se de dois experimentos realizados independentemente. No primeiro experimento, avaliou-se a tolerância ao frio das sementes das cultivares Brilhante, BRS SCS Tio Taka, BRS Querência e BRS7 Taim em condições estresse (13-18°C) durante o desenvolvimento inicial (S0-V3). Os parâmetros avaliativos utilizados foram: índice de velocidade de emergência total, índice de velocidade de emergência do estádio V₁, V₂ e V₃, índice de tolerância ao frio (ITF), índice de suscetibilidade ao frio (ISF), índice de intensidade ao frio (IIT), média geométrica (MG), teor de clorofila (TC) e comprimento de plântula (CP). A cultivar Brilhante apresentou tolerância à temperatura 13-18°C, avaliado pelo índice de velocidade de emergência total, índice de velocidade dos estádios vegetativos, índice de tolerância, média geométrica, teor de clorofila e comprimento de plântula no desenvolvimento inicial. No segundo experimento, utilizou-se sementes das cultivares BRS Atalanta, BRS Querência e BRS 7 Taim e foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa, realizou-se a supressão da irrigação em quatro épocas: Época 1: estádio de exerceção da panícula (R3); Época 2: estádio de grão leitoso (R6); Época 3: estádio de grão pastoso (R7) e, Época 4: maturidade fisiológica (R9). Na segunda etapa, efetuaram-se as análises de qualidade das sementes colhidas para cada tratamento, através dos testes de germinação, frio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, peso de mil sementes e sanidade. Não foi possível avaliar a época da supressão da irrigação, nos estádios de exerceção da panícula, grão leitoso, grão pastoso e maturidade fisiológica em função da elevada precipitação pluvial ocorrida durante toda a fase reprodutiva das sementes de arroz das três cultivares avaliadas. A elevada precipitação pluvial aliada à alta temperatura foram os principais fatores que favoreceram a incidência dos fungos dos gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., e *Bipolaris* sp. sobre as sementes das cultivares em estudo.

Palavras-chave: índice de velocidade de emergência, desenvolvimento inicial, estádio, supressão da irrigação.

ABSTRACT

RODRIGUES, Hélien Claudine Saliba. **Cold tolerance and season effect of irrigation suppression on the rice seeds performance** (*Oryza sativa* L.). 2011. 70f. Mestrado (Dissertação) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The study aimed to evaluate the cold tolerance of four rice cultivars under stress conditions (13-18°C) in stages S0-V3 and check the season effect of irrigation suppression on the quality of rice seeds from the cultivars BRS Atalanta, BRS Querência and BRS 7 Taim. The study consisted on two experiments performed independently. In the first experiment, it was evaluated the cold tolerance of seeds of the cultivars Brilhante, BRS SCS Tio Taka, BRS Querência and BRS7 Taim under stress conditions (13-18°C) during early development (S0-S3). The evaluative parameters were: speed index of total emergence, speed index of emergence of the stage V₁, V₂ and V₃, index of cold tolerance (ICT), index of susceptibility to cold (ISC), index of cold intensity (ICI), geometric average (GA), chlorophyll content (CC) and seedling length (SL). The Brilhante cultivar showed tolerance to the temperature of 13-18°C, measured by the speed index of total emergence, speed index of vegetative stages, tolerance index, geometric average, chlorophyll content and seedling length at the initial development. In the second experiment, it was used seeds from the cultivars BRS Atalanta, BRS Querência and BRS 7 Taim and it was conducted in two stages. In the first stage, it was made the irrigation suppression in four seasons: Season 1: stage of panicle exertion (R3) Season 2: stage of milky grain (R6) Season 3: stage of pasty grain (R7), and Season 4: physiological maturity (R9). In the second stage, it was performed the analysis of seed quality harvested for each treatment, through the germination test, cold test, accelerated aging, electrical conductivity, weight of a thousand seeds and seed health. It was not possible to assess the season of irrigation suppression, in the stages of panicle exertion, milky grain, pasty grain and physiological maturity due to the high rainfall occurred throughout the reproductive phase of rice seeds of the three cultivars evaluated. The high rainfall combined with high temperature were the main factors that favored the incidence of fungus from the genus *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., and *Bipolaris* sp. on the seeds of the cultivars in study.

Keywords: speed index of emergence, initial development, stage, irrigation suppression.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1a – Temperatura máxima do solo (TMS), Temperatura mínima do solo (Tms) e Temperatura média do solo (TMDS) registrada em ambiente sem estresse..... 22
- FIGURA 1b – Temperatura média do solo (TMS) registrada em ambiente com estresse (BOD). 22

LISTA DE TABELAS

TABELA 1-	Número das cultivares, nome das cultivares, instituição cedente, tipo de grão e subespécie.	9
TABELA 2 –	Dados médios do índice de velocidade de emergência total (IVE Total) nos estádios (S0-V3) de quatro cultivares avaliadas em ambiente sem estresse em casa de vegetação e com estresse (13-18°C) em BOD. Pelotas, RS. 2010.....	14
TABELA 3 –	Dados médios do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de arroz dos estádios vegetativos V ₁ , V ₂ e V ₃ em ambiente sem (S/E) e com estresse (C/E - 13-18°C). Pelotas, RS. 2010.	15
TABELA 4 –	Índices de estresse e média geométrica de quatro cultivares de arroz irrigado, determinado pelo índice de velocidade de emergência total em ambiente sem e com estresse (13-18°C). Pelotas, RS. 2010.	17
TABELA 5 –	Índices de estresse e média geométrica de quatro cultivares de arroz irrigado, determinado pelo índice de velocidade de emergência dos estádios V ₁ , V ₂ e V ₃ em ambiente sem e com estresse (13-18°C). Pelotas, RS. 2010.	18

TABELA 6 -	Coeficiente de correlação linear de Pearson entre os índices de estresses e média geométrica de quatro cultivares de arroz irrigado, determinados pelo índice de velocidade de emergência total (IVE total) e dos estádios V_1 , V_2 e V_3 em ambiente sem e com estresse. Pelotas, RS. 2010.....	20
TABELA 7 –	Dados médios do teor de clorofila das plântulas de arroz avaliados em ambiente sem e com estresse (13-18°C). Pelotas, RS. 2010.....	21
TABELA 8 -	Dados médios de comprimento da parte aérea (CPA) e radicular (CR) das plantas de arroz das cultivares Brilhante, BRS SCS Tio Taka, BRS Querência e BRS 7 Taim avaliado em ambiente sem e com estresse (13-18°C). Pelotas, RS. 2010.	23
TABELA 9 -	Dados médios de plântulas normais avaliadas pelo teste de germinação sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.....	34
TABELA 10 -	Dados médios de plântulas normais de arroz obtidas pelo teste de frio, sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.....	35
TABELA 11 -	Dados médios de plântulas normais de arroz avaliadas pelo teste de envelhecimento acelerado sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.	37
TABELA 12 –	Dados médios das sementes de arroz irrigado avaliado pelo teste de condutividade elétrica (μScm^{-1}), sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.	39

TABELA 13 - Dados médios do peso de mil sementes (g) das cultivares de arroz irrigado, sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.....	40
TABELA 14 - Incidência (%) de fungos de armazenamento em sementes de arroz irrigado sob efeito da supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos. Pelotas, RS. 2010.	41
TABELA 15 - Incidência (%) de fungos de campo em sementes de arroz irrigado sob efeito da supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos. Pelotas, RS. 2010.	43
TABELA 16 - Dados médios de temperatura, precipitação e umidade relativa registrada nos meses de janeiro e fevereiro obtidos do boletim agroclimatológico da EMBRAPA/UFPEL/INMET. Pelotas, RS. 2010.....	44

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I - Tolerância de quatro cultivares de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) irrigado sob condições de estresse (13-18°C) nos estádios S0-V3	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
1-INTRODUÇÃO	6
2-MATERIAL E METODOS	9
2.1 – Caracterizações das cultivares.....	10
2.1.1 - Brilhante	10
2.1.2 - BRSSCS Tio Taka.....	10
2.1.3 - BRS Querência	10
2.1.4 – BRS 7 Taim	10
2.2- Parâmetros avaliados.....	10
2.2.1- Índice de velocidade de emergência Total	10
2.2.2 - Índice de velocidade de emergência dos estádios vegetativos.....	11
2.2.3 - Índice de tolerância ao frio	11
2.2.4 - Índice de suscetibilidade ao frio	11
2.2.5 - Média geométrica do índice de tolerância.....	11
2.2.6 - Índice de intensidade ao frio	12

2.2.8 - Comprimento de plântula	12
2.2.9 - Procedimento estatístico	12
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4- CONCLUSÕES	24
CAPÍTULO II - Efeito da época de supressão da irrigação na qualidade de sementes de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) irrigado.	25
RESUMO	26
ABSTRACT	27
5- INTRODUÇÃO	28
6- MATERIAIS E MÉTODOS	30
6.1 - Teste de germinação.....	31
6.2 - Teste de Frio	31
6.3 - Envelhecimento acelerado	31
6.4 - Condutividade elétrica.....	31
6.5 - Peso de mil sementes	31
6.6 - Teste de Sanidade	32
6.7 - Procedimento estatístico	32
7 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
8 – CONCLUSÕES	45
9 - REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE	53

INTRODUÇÃO GERAL

O arroz (*Oryza sativa L*), considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento como a Ásia e Oceania. É uma espécie que possui elevado potencial produtivo e que apresenta ampla adaptabilidade em diferentes condições climáticas (SANTOS e RABELO, 2008).

O desempenho frente a essas diferentes condições climáticas depende da cultivar utilizada na semeadura como também do potencial produtivo da espécie e de uma série de fatores adversos e complexos (CRUZ et al., 2003), principalmente aqueles responsáveis pelos diferentes tipos de estresses abióticos em que a planta é submetida.

Os estresses abióticos estão associados aos fatores físicos e químicos do ambiente, tais como temperatura, excesso de sal no solo e na água, deficiência hídrica e radiação solar (GROVER et al., 1999). No Sul do Brasil, as questões relacionadas a esses fatores que mais preocupam o agricultor no que concerne ao planejamento da produção são: 1) o estresse por frio no período reprodutivo; e, 2) o ajuste da área cultivada à disponibilidade de água. Neste sentido, a Embrapa Clima Temperado vem desenvolvendo estudos relacionados ao uso eficiente da água por meio da supressão da irrigação durante a fase reprodutiva, visando economia deste insumo sem comprometer a produtividade e qualidade das sementes ou grãos (EMBRAPA, 2008). Por outro lado, vários estudos estão sendo desenvolvidos na Universidade Federal

de Pelotas (UFPel), voltados à identificação de fontes fornecedoras de genes de tolerância ao estresse por frio.

Para contribuir com informações científicas para as principais preocupações do orizicultor, este trabalho busca reunir informações relacionadas à “Avaliação de tolerância de quatro cultivares de arroz irrigado sob condições de estresse 13-18°C nos estádios S0-V3” – Capítulo I e ao “Efeito da época de supressão da irrigação na qualidade de sementes de arroz” Capítulo II.

Diante do exposto, os estudos tiveram como objetivos: avaliar a tolerância de quatro cultivares de arroz sob condições de estresse (13-18°C) nos estádios (S0-V3) e verificar o efeito da época de supressão da irrigação em campos de produção na qualidade de sementes de arroz.

CAPÍTULO I

Tolerância de quatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado sob condições de estresse (13-18°C) nos estádios S0-V3

RESUMO

RODRIGUES, Hélien Claudine Saliba. **Tolerância de quatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado sob condições de estresse 13-18°C nos estádios S0-V3**. 2011. 70f. Mestrado (Dissertação) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal Pelotas, Pelotas.

A tolerância ao frio em cultivares de arroz é uma alternativa para ampliar a janela de semeadura e aumentar a germinação/emergência e uniformidade no estande inicial de plântulas, evitando mais tarde perdas no rendimento na fase crítica da cultura. O estudo teve como objetivo avaliar a tolerância ao frio de quatro cultivares de arroz sob condições de estresse (13-18°C) nos estádios S0-V3. Foram utilizados as seguintes cultivares: Brilhante, BRS Querência, BRS SCS Tio Taka e BRS 7 Taim avaliadas em casa de vegetação sob condições de não estresse e em câmara de germinação do tipo BOD, em condições de estresse (13-18°C). Os parâmetros utilizados para avaliar a tolerância dos cultivares foram: Índice de velocidade de emergência total, índice de velocidade de emergência do estádio V_1 , V_2 e V_3 , índice de tolerância ao frio (ITF), índice de suscetibilidade ao frio (ISF), índice de intensidade ao frio, média geométrica (MG), teor de clorofila e comprimento de plântula. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. O cálculo dos índices foi baseado nos valores médios do índice de velocidade de emergência total e do índice de velocidade de cada estádio vegetativo (V_1 , V_2 e V_3) para cada cultivar em estudo, em condições de estresse (13 - 18°C) em BOD e sem estresse em casa de vegetação. A cultivar Brilhante mostrou-se tolerante à temperatura 13-18°C, avaliado pelo índice de velocidade de emergência total, índice de velocidade dos estádios vegetativos, índice de tolerância, média geométrica, teor de clorofila e comprimento de plântula nos estádios S0-V3.

Palavras-chave: tolerância ao frio, germinação, emergência, índice de estresse.

ABSTRACT

RODRIGUES, Hélen Claudine Saliba. **Tolerance of four cultivars of irrigated rice (*Oryza sativa* L.) under stress conditions 13-18 C in stages S0-V3.** 2011. 70f. Mestrado (Dissertação) - Programa de P s-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The cold tolerance in rice cultivars is an alternative to enlarge the sowing window and increase the germination/emergence and uniformity of the initial seedling stand, avoiding yield reductions later at the crop critical phase. The study aimed to evaluate the cold tolerance of four rice cultivars under stress conditions (13-18 C) in stages S0-V3. It was used the following cultivars: Brilhante, BRS Querência, BRSSCS Tio Taka and BRS7 Taim, they were evaluated in the greenhouse under non-stress conditions and in germination chamber of BOD type, under stress conditions (13-18 C). The parameters used to evaluate the tolerance of cultivars were: speed index of total emergence, speed index of emergence on the stages V₁, V₂ and V₃, index of cold tolerance (ICT), index of susceptibility to cold (ISC), index of cold intensity (ICI), geometric average (GA), chlorophyll content and seedling length. The data were submitted to the variance analysis and the averages compared by the Tukey test at 5% of error probability. The experimental design used was completely randomized. The index calculation was based on average values of the speed index of total emergence and the speed index of each vegetative stage (V₁, V₂ and V₃) for each cultivar in study, under stress conditions (13 - 18 C) in BOD, and with non-stress in greenhouse. The Brilhante cultivar showed high tolerance under temperatures of 13-18 C, measured by the speed index of total emergence, speed index of the vegetative stages, tolerance index, geometric average, chlorophyll content and seedling length in stages S0-V3.

Keywords: cold tolerance, germination, emergence, stress index.

1- INTRODUÇÃO

A época de semeadura é considerada uma das principais práticas de manejo que favorece o aumento da produtividade do arroz. No entanto, dependendo das condições da lavoura há dificuldades para finalizar a semeadura dentro da época preconizada pelas recomendações técnicas. A semeadura realizada fora da época preferencial pode prejudicar a produtividade em função da ocorrência de estresses abióticos provocados pelas condições climáticas desfavoráveis (TELÓ, 2010).

Nestas condições, o agricultor enfrenta dificuldades para realizar a semeadura fora da época recomendada, diminuindo dessa forma a janela de semeadura, em função das condições ambientais adversas, como a baixa temperatura do ar e do solo (STEINMETZ et al., 2001b). Desta forma, para ampliar a janela de semeadura e obter alta germinação/emergência e uniformidade no estande inicial de plântulas, é importante o uso de cultivares tolerantes ao frio na semeadura para evitar perdas nas fases iniciais e mais tarde na fase crítica da cultura, principalmente em regiões de clima subtropical.

No Sul do Rio Grande do Sul, a introdução do caráter tolerância ao frio em cultivares de arroz está relacionada com a origem tropical dos genótipos em uso e a ocorrência de baixas temperaturas devido ao clima temperado da região, que prejudica os estádios de germinação, vegetativo e reprodutivo da cultura do arroz (IRGA, 2006b).

As cultivares de arroz da subespécie *índica* por serem de origem tropical, em princípio, todos os estádios fenológicos da cultura são

considerados sensíveis ao frio, sendo alguns mais afetados que outros (CRUZ e MILLACH, 2000). Dentre eles, destacam-se os estádios de germinação, desenvolvimento inicial das plântulas e o reprodutivo (TERRES e GALLI, 1985; CRUZ e MILLACH, 2000). Na fase vegetativa o frio pode retardar a germinação/emergência, principalmente quando se utilizam cultivares sensíveis na semeadura, causando diminuição na taxa de desenvolvimento diário das folhas, provocando clorose.

Nesse período, o perfilhamento torna-se baixo, lento e com poucas plantas emergidas no estande inicial devido ao desenvolvimento lento da cultura frente a essa condição. Na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas de arroz o frio pode causar alongamento do período da emergência, clorose em folhas jovens devido ao solo frio, redução na altura das plantas, ocasionando redução na capacidade competitiva do arroz em relação às plantas daninhas (TERRES e GALLI, 1985).

Os efeitos do frio na fase crítica da cultura são os que acarretam mais prejuízos na lavoura de arroz semeada com cultivares sensíveis. Nessa fase o frio provoca esterilidade nas espiguetas e prejudica o rendimento de grãos, além de outros efeitos como a exerceção e deformação dos ápices da panícula e emissão muito lenta das mesmas, aumentando o tempo entre o início e o final da floração, como também o número de espiguetas estéreis (TERRES, 1991).

O frio aliado à sensibilidade das cultivares em uso torna a tolerância uma alternativa viável para o problema do frio na cultura do arroz devido à dificuldade de controle das temperaturas em nível de manejo (CRUZ e MILLACH, 2000). A tolerância ao frio é de difícil avaliação a campo, pois nem sempre a ocorrência do frio coincide com as fases de maior sensibilidade das plantas. Por isso, é importante o uso de metodologias que avaliem direta e indiretamente a tolerância das cultivares em campo (ROSSO, 2006).

Em estudos recentemente desenvolvidos vem sendo utilizado à aplicação dos índices de estresse em diferentes fatores abióticos para avaliar o desempenho de cultivares em ambiente sem e com estresse através do índice de tolerância e média geométrica proposta por Fernandez (1993) e do índice de suscetibilidade ao estresse proposto por Fisher e Maurer (1978), podendo também ser utilizado para avaliar cultivares tolerantes ao frio.

O índice de velocidade de emergência também pode ser utilizado para identificar cultivares de arroz tolerante ao frio no estágio germinação-emergência (S0-V3), e, assim, recomendá-los para o cultivo ou, no caso de não apresentarem características agronômicas compatíveis com a exigência da lavoura, podem ser utilizados como fontes para tolerância ao frio nos cruzamentos direcionados, atendendo a demanda do setor produtivo orizícola por alternativas viáveis para amenizar o problema do frio no Rio Grande do Sul (FAGUNDES et al., 2010). Baseado nisso, o estudo teve como objetivo avaliar a tolerância ao frio de quatro cultivares de arroz sob condições de estresse (13-18°C) nos estádios S0-V3.

2- MATERIAL E METODOS

O estudo foi desenvolvido na Embrapa Clima Temperado e no Laboratório Didático de Análises de Sementes (LDAS), do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Pelotas, no ano agrícola de 2009/2010. O experimento foi realizado em ambiente sem estresse em casa de vegetação e com estresse (13 e 18°C durante o período de 8 e 10 horas, respectivamente) em BOD. Para avaliar a tolerância ao frio foram escolhidas quatro cultivares recomendadas para a semeadura no Rio Grande do Sul (Tabela 1).

TABELA 1- Número das cultivares, nome das cultivares, instituição cedente, tipo de grão e subespécie.

Nº	Nome da cultivar	Instituição	Tipo de Grão	Subespécie
1	Brilhante	EMBRAPA	Longo	Japônica
2	BRS SCS Tio Taka	EMBRAPA	Longo Fino	Índica
3	BRS Querência	EMBRAPA	Longo Fino	Japônica
4	BRS 7 Taim	EMBRAPA	Longo Fino	Índica

Em ambos os ambientes as sementes tratadas com o produto Maxim+Tiram[®] foram semeadas em copos plásticos descartáveis de 200 mL, contendo 5 sementes cada uma. A repetição foi representada por 5 copos, ou seja, 5 subamostras. O substrato utilizado foi esterilizado à temperatura de 121°C por 1 hora durante três dias e quando necessário foram realizadas irrigações, para evitar o estresse hídrico.

2.1 – Caracterizações das cultivares

2.1.1 - Brilhante – é uma cultivar chilena com ciclo em torno de 118 dias. Possuem aristas ausentes, cor da folha verde e pubescência da folha forte, apresenta panícula mediana e com 88 dias apresenta 50% da floração.

2.1.2 - BRSSCS Tio Taka – cultivar de ciclo tardio, resistente ao acamamento, medianamente resistente à brusone e suscetível à toxidez indireta de ferro, tem alta capacidade de perfilhamento, excelente qualidade de grãos e bom rendimento industrial (SOSBAI, 2010).

2.1.3 - BRS Querência - cultivar de ciclo precoce e apresenta plantas do tipo agrônômico “moderno-americano”, de folhas e grãos lisos, com colmos fortes e alta capacidade de perfilhamento. Destaca-se pela panícula longa e com grande número de espiguetas férteis. Seus grãos são longo-finos, com elevado rendimento industrial, translúcidos e de ótima qualidade culinária. Apresenta moderada resistência a doenças (SOSBAI, 2010).

2.1.4 – BRS 7 Taim - é uma cultivar de ciclo médio em torno de 130 dias, com alta capacidade produtiva. Possui grãos do tipo *Patna*, de casca lisa, clara e sem aristas. Possui genes da cultivar TE-TEP de resistência intermediária as raças a brusone predominantes no Rio Grande do Sul (SOSBAI, 2010).

2.2- Parâmetros avaliados

2.2.1- Índice de velocidade de emergência Total – realizaram-se contagens diárias das plântulas emergidas por copo, até esta atingir o estágio vegetativo (V_3), ou seja, até a formação do colar na terceira folha do colmo principal de acordo com a escala de Counce et al. (2000). Considerou-se plântula emergida aquela que apresentava comprimento da parte aérea superior a 3mm. Os resultados finais do índice de velocidade de emergência foram determinados aos 41 dias em casa de vegetação e aos 63 dias em câmara do tipo BOD,

quando 50% das plântulas atingiram o estágio vegetativo (V_3) dentro de cada repetição.

2.2.2 - Índice de velocidade de emergência dos estádios vegetativos – avaliou-se o índice de velocidade de emergência de cada estágio vegetativo (V_1 , V_2 e V_3) em conjunto com o índice de velocidade de emergência total durante o desenvolvimento inicial (S_0 - V_3). Ambos os parâmetros foram calculados pelo somatório das razões do número de plantas que atingiram os estádios V_1 , V_2 e V_3 no período dividido pelo número de dias da semeadura a cada estágio vegetativo, utilizando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

2.2.3 - Índice de tolerância ao frio – determinou-se o índice de tolerância ao frio de cada cultivar utilizando os valores médios do índice de velocidade de emergência total e do índice de velocidade de cada estágio vegetativo (V_1 , V_2 , V_3), avaliados em ambiente com estresse (Y_s = média de cada cultivar em BOD) e sem estresse (Y_p = média de cada cultivar e X_p = médias de todas as cultivares em casa de vegetação) através da equação do índice de tolerância ao estresse ($ITF = (Y_p * Y_s) / X_p^2$) proposta por Fernandez (1993).

2.2.4 - Índice de suscetibilidade ao frio – determinou-se o índice de suscetibilidade ao frio de cada cultivar utilizando os valores médios do índice de velocidade de emergência total e do índice de velocidade de cada estágio vegetativo (V_1 , V_2 , V_3) em ambiente com estresse (Y_s = média de cada cultivar e X_s = médias de todas as cultivares em BOD) e sem estresse (Y_p = média de cada cultivar e X_p = médias de todas as cultivares em casa de vegetação), através da equação do índice de suscetibilidade ao estresse ($ISF = (1 - (Y_s / Y_p)) / (1 - (X_s / X_p))$) proposta por Fischer e Maurer (1978).

2.2.5 - Média geométrica do índice de tolerância – calculou-se a média geométrica utilizando os valores médios do índice de velocidade de emergência total e do índice de velocidade de cada estágio vegetativo (V_1 , V_2 , V_3) em ambiente com estresse (Y_s = média de cada cultivar em BOD) e sem

estresse (Y_p = média de cada cultivar em casa de vegetação) através da equação $MG = (Y_s * Y_p)^{1/2}$ proposta por Fernandez (1993).

2.2.6 - Índice de intensidade ao frio – calculou-se o índice de intensidade ao frio utilizando os valores médios do índice de velocidade de emergência total e do índice de velocidade de cada estágio vegetativo (V_1 , V_2 , V_3) de todas as cultivares em ambiente com estresse (X_s = médias de todas as cultivares em BOD) e sem estresse (X_p = médias de todas as cultivares em casa de vegetação), através da equação ($IIF = 1 - (X_s/X_p)$) proposta por FERNANDEZ (1993).

2.2.7 - Teor de clorofila – a leitura do teor de clorofila foi realizada com o auxílio do clorofilômetro (Opti Sciences Mod CCM-200 da CE), na parte intermediária de duas folhas de uma plântula, dentro de cada copo, quando estas se encontravam com 50% das folhas expandidas no estágio (V_3) dentro de cada repetição.

2.2.8 - Comprimento de plântula - avaliaram-se os comprimentos da parte aérea e radicular das plântulas com o auxílio de uma régua graduada, considerando as plântulas normais, somando as medidas tomadas em cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais medidas. As médias foram expressas em mm (milímetros).

2.2.9 - Procedimento estatístico - delineamento foi inteiramente casualizado, utilizando-se o fatorial $2 \times 4 \times 5$ (dois ambientes, quatro cultivares e cinco repetições). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. As médias dos índices de estresses e a média geométrica foram submetidas ao coeficiente de correlação linear de Pearson pelo teste t, em nível de 1% e 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa Winstat versão 1.0.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tolerância ao frio no estágio (S0-V3) foi avaliada pelo índice de velocidade de emergência total e dos estádios v_1 , v_2 e v_3 , índices de estresse, teor de clorofila e comprimento de plântula. As cultivares em estudo avaliadas nos estádios (S0-V3) entre e dentro de cada ambiente apresentaram diferenças significativas, demonstrada na Tabela 2. As plântulas oriundas das sementes das cultivares BRS SCS Tio Taka, BRS Querência e BRS 7 Taim apresentaram diminuição no índice de velocidade de emergência total avaliadas em ambiente sem e com estresse, comparado a cultivar Brilhante. A cultivar BRS 7 Taim apresentou resultados inferiores em ambiente com estresse (13-18°C), embora, esta seja considerado uma cultivar de alto potencial produtivo, apresenta sensibilidade á essas condições, em função da sua origem tropical (EMBRAPA, 2005). A cultivar Brilhante apresentou melhor desempenho na emergência das plântulas nas fases iniciais de desenvolvimento. Considerando o desempenho desta cultivar de origem japônica, a mesma pode apresentar caracteres morfisiológicos que contribuam para a tolerância ao frio em arroz, passíveis de serem utilizadas como fonte de tolerância ao frio em cruzamentos nos programas de melhoramento genético, amenizando o problema “frio” no Rio Grande do Sul. Em trabalhos similares Mejia (1988), observou que os genótipos chilenos de origem japônica, como por exemplo, a cultivar Diamante e as várias linhagens de Quillas emergiram em condições de estresse (13°C). Cruz (2001), Lopes (2002a) e Lopes (2002b), também conseguiram separar

claramente as cultivares de origem índica e japônica. Jones e Peterson (1978), em suas pesquisas com as variedades japônica da Hungria e da Califórnia, verificaram alto índice de emergência para esta subespécie, quando submetido à temperatura de 15°C, apresentando também maior tolerância ao frio no índice de velocidade de emergência do que as cultivares índica. Já Mackill e Lei (1997), observaram grande diversidade dentro das duas subespécies, destacando-se maior tolerância no estágio de plântula para a subespécie japônica.

TABELA 2 – Dados médios do índice de velocidade de emergência total (IVE Total) nos estádios (S0-V3) de quatro cultivares avaliadas em ambiente sem estresse em casa de vegetação e com estresse (13-18°C) em BOD. Pelotas, RS. 2010.

Cultivares	IVE Total	
	S/ estresse	Estresse
Brilhante	10,20 Aa	5,18 Ba
BRS SCS Tio Taka	8,20 Ab	2,19 Bb
BRS Querência	7,49 Ab	2,63 Bbc
BRS 7 Taim	3,75 Ac	0,91 Bc
CV%	17.59	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

O desempenho das cultivares em estudo avaliada pelo índice de velocidade de emergência até atingir o estágio v_1 , foi semelhante aos resultados obtidos no índice de velocidade de emergência total, em ambiente sem e com estresse, destacando-se a cultivar Brilhante, como o genótipo mais tolerante a essa condição (Tabela 3). O melhor desempenho também foi observado para a cultivar Brilhante ao atingir o estágio v_2 (Tabela 3), em ambiente com estresse (13-18°C), comparada as demais. Porém, a cultivar BRS SCS Tio Taka não apresentou diferenças significativas em relação a cultivar Brilhante em ambiente sem estresse. As cultivares Brilhante, BRS SCS Tio Taka e BRS Querência não apresentaram diferenças significativas em ambiente com estresse ao atingir o estágio v_3 (Tabela 3). Por outro lado, as cultivares BRS SCS Tio Taka e BRS Querência não diferiram da cultivar BRS 7 Taim. Com exceção da cultivar BRS 7 Taim, as demais apresentaram

os maiores índices de velocidade de emergência no estágio v_3 , em ambiente sem estresse.

Observou-se que a cultivar BRS 7 Taim, mesmo em condições de não estresse, apresentou diminuição no índice de velocidade de emergência, isso pode ser explicado porque no período da condução do experimento, foram verificadas temperaturas mínimas do solo inferiores a 20°C (Figura 1a), que pode ter prejudicado a emergência dessa cultivar, já que esta é considerada suscetível ao frio. Esses resultados ratificam as afirmações feitas por Steinmetz et al.(2001c); Nedel (2003); Magalhães Júnior et al. (2004), que para o arroz obter uma boa emergência a temperatura do solo deve ser igual ou superior a 20°C. Outros resultados também foram encontrados por Yoshida (1981) e Steinmetz et al. (2005), ao relatarem que a fase vegetativa é muito influenciada pela temperatura do ar e do solo, pois a ocorrência de baixa temperatura pode provocar redução no ciclo das plantas, retardando a emergência dessas em mais de 20 dias. Isso ocorre principalmente ao utilizar-se na semeadura cultivares sensíveis, prejudicando assim a taxa de crescimento e o teor de clorofila no estabelecimento, desenvolvimento da raiz, alongamento da folha e durante o perfilhamento até o início do primórdio floral.

TABELA 3 – Dados médios do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de arroz dos estádios vegetativos V_1 , V_2 e V_3 em ambiente sem (S/E) e com estresse (C/E - 13-18°C). Pelotas, RS. 2010.

Cultivares	V_1		V_2		V_3	
	S/ E	C/E	S/E	C/E	S/E	C/E
Brilhante	7,31 Aa	3,50 Aa	4,97 Aa	2,20 Ba	3,19 Aa	1,20 Ba
BRSSCSTioTaka	6,15 Ab	1,75 Bbc	4,46 Aab	1,27Bbc	3,27 Aa	0,68 Bab
BRS Querência	5,72 Ab	1,82 Bb	4,15 Ab	1,29 Bb	2,87 Aa	0,66 Bab
BRS 7 Taim	2,99 Ac	0,75 Bc	2,14 Ac	0,54 Bc	1,49 Ab	0,23 Bb
CV%	17,90		17,99		20,68	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Os índices de tolerância e suscetibilidade ao frio possibilitaram classificar as cultivares em relação à tolerância ao frio nos estádios (S0-V3). No índice de suscetibilidade as cultivares BRS SCS Tio Taka, BRS Querência e BRS 7 Taim foram mais suscetíveis ao frio, determinado pelo índice de velocidade de emergência total em ambiente sem e com estresse (13-18°C), demonstrado na Tabela 4. Em relação ao índice de intensidade ao frio (IIF), observou-se que quanto menor o IIF maiores foram as diferenças entre as cultivares. A cultivar Brilhante foi mais tolerante para o índice de tolerância ao frio (ITF) e para a média geométrica (MG) comparada aos valores inferiores apresentados nas demais cultivares. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Porch (2006), em suas pesquisas com cultivares de feijão em ambiente sem e com estresse (calor), pelo qual obteve valores superiores para o índice de tolerância ao calor (ITC) e para a média geométrica (MG), e conseqüentemente menor índice de suscetibilidade ao calor (ISC). Os índices de estresse também foram utilizados para avaliar a tolerância à seca por Nazari e Pakniyat (2010), em cultivares de cevada, tanto cultivada como silvestres, os quais verificaram que apenas duas cultivares silvestres apresentaram potencial de produtividade inferior e resultados inferiores para o índice de tolerância e índice de suscetibilidade à seca em ambiente sem e com estresse. Esses resultados inferiores apresentados em espécies silvestres se justificam em função da baixa produtividade que essas apresentam, porém possuem alto potencial genético, o que pode favorecer o cruzamento com outros genótipos de cevada tolerante ao estresse. As cultivares BRS Taim e BRS SCS Tio Taka mostraram-se suscetíveis no presente estudo em relação às demais, o que indica que estas também devem ser utilizadas em cruzamentos com outras cultivares de arroz que possuem tolerância ao frio para adquirir a característica em estudo.

TABELA 4 – Índices de estresse e média geométrica de quatro cultivares de arroz irrigado, determinado pelo índice de velocidade de emergência total em ambiente sem e com estresse (13-18°C). Pelotas, RS. 2010.

Cultivares	ITF	ISF	MG	R
Brilhante	0,96	0,78	7,25	1
BRSSCS Tio Taka	0,39	1,16	4,24	2
BRS Querência	0,36	1,03	4,43	3
BRS 7 Taim	0,06	1,20	1,85	4
IIF	0.63			

*Cálculos matemáticos do Índice de tolerância ao frio (ITF), índice de suscetibilidade ao frio (ISF) e Média geométrica (MG) comparados na coluna e na linha. O ranqueamento (R) e índice de intensidade ao frio (IIF) basearam-se no ITF.

A cultivar Brilhante apresentou resultados superiores para o índice de tolerância ao frio (ITF), baseado no índice de velocidade de cada estágio vegetativo (V_1 , V_2 e V_3), representado na Tabela 5. A média geométrica (MG) aumentou proporcionalmente ao índice de tolerância ao frio (ITF) em todas as cultivares determinada pelo estágio V_1 e V_2 . Ao contrário do que ocorreu no estágio V_3 para cultivar BRS Querência, que obteve média geométrica (MG) superior e ITF inferior comparado a BRS SCS Tio Taka.

As cultivares BRS SCS Tio Taka, BRS Querência e BRS 7 Taim mostraram resultados inferiores para o índice de suscetibilidade ao frio (ISF) avaliados pelo índice de velocidade no estágio V_2 . Estas mesmas cultivares apresentaram valores superiores avaliados pelo índice de velocidade de emergência no estágio V_3 , diferentemente dos resultados apresentados na cultivar Brilhante, para o qual foram verificados valores superiores para ISF determinado no estágio V_2 e inferiores no estágio V_3 .

Esses resultados estão de acordo aos encontrados por Pantuwan et al. (2002b), em suas pesquisas com arroz na Tailândia, os quais observaram que os resultados obtidos através índice de suscetibilidade ao estresse (ISS) sob intensidade variada de estresse hídrico é justificado pelas diferenças genotípicas existentes. Essas diferenças genotípicas também foram encontradas nos resultados referentes ao índice de suscetibilidade ao frio avaliado pelo índice de velocidade de emergência total nos estádios vegetativo em estudo.

TABELA 5 – Índices de estresse e média geométrica de quatro cultivares de arroz irrigado, determinado pelo índice de velocidade de emergência dos estádios V₁, V₂ e V₃ em ambiente sem e com estresse (13-18°C). Pelotas, RS. 2010.

Cultivares	V ₁				V ₂				V ₃			
	ITF	ISF	MG	R	ITF	ISF	MG	R	ITF	ISF	MG	R
Brilhante	*0,83	0,81	5,05	1	*0,71	0,84	3,3	1	0,82	*0,67	2,45	1
BRSSCSTio Taka	0,35	1,11	3,28	2	0,36	1,08	2,38	2	0,39	1,14	1,7	2
BRS Querência	0,34	1,05	3,23	3	0,35	1,04	2,31	3	0,36	1,08	2,38	3
BRS 7 Taim	0,07	1,15	1,51	4	0,07	1,13	1,07	4	0,04	1,25	0,53	4
IIF	0,65				0,66				0,63			

*Cálculos matemáticos do Índice de tolerância ao frio (ITF), índice de suscetibilidade ao frio (ISF) e Média geométrica (MG) comparados na coluna e na linha. O ranqueamento (R) e índice de intensidade ao frio (IIF) basearam-se no ITF.

O índice de tolerância ao frio (ITF) e a média geométrica (MG), representados na Tabela 6, mostraram-se positivamente correlacionados ($r = 0,99$) nas avaliações do desempenho de todas as cultivares determinados pelo índice de velocidade de emergência total e pelo índice nos estádios V₁ e V₂. Esses resultados ratificam os encontrados por Golvapar (2005), ao constatar que o índice de tolerância ao calor e a média geométrica foram altos e positivamente correlacionados nas avaliações do rendimento de grãos em ambiente com e sem estresse. Portanto, os índices são considerados bons indicadores tanto para o alto rendimento das cultivares quanto para o índice de velocidade de emergência nos estádios V₁ e V₂, verificados em ambiente sem e com estresse, causado pelo calor ou frio, respectivamente. No entanto, observou-se que a cultivar BRS SCS Tio Taka apresentou correlação negativa ($r = -0,82$) entre o índice de tolerância ao frio (ITF) e o índice de suscetibilidade (ISF) e entre o índice de suscetibilidade ao frio (ISF) e média geométrica (MG), determinado pelo índice de velocidade de emergência no estádio V₁. Por outro lado, todas as cultivares apresentaram coeficiente de correlação positivo entre $r = 0,86$ e $0,96$ para ITF e MG avaliado pelo índice de velocidade no estádio V₃. Resultados referentes às análises de correlação encontradas por Nazari e Pakniyat (2010), determinados pelo potencial de rendimento em ambiente sem e com estresse causados pela seca, apresentaram coeficientes de correlação

positivos e altamente significativos para o índice de tolerância ao estresse (ITS), produtividade média (MP) e média geométrica de produtividade (MGP). Além disso, as correlações entre ITS, MP e MGP apresentaram a mesma tendência, assim eles podem ser introduzidos como os índices mais desejáveis para discriminação das cultivares com tolerância à seca. Os maiores valores apresentados no ITS significam que o potencial de produção apresenta maior tolerância para a cultivar. Resultados semelhantes foram obtidos para o índice de tolerância ao estresse e média geométrica nas avaliações do índice de tolerância ao frio determinado no estádio V₃. Os resultados de correlação não foram significativos entre o índice de suscetibilidade (ISF) e a média geométrica (MG) e entre o índice de tolerância (ITF) e suscetibilidade (ISF) em todas as cultivares avaliadas pelo índice de velocidade de emergência total e pelo índice de velocidade no estádio V₂. Observou-se que a cultivar Brilhante apresentou correlação negativa ($r = -0.96$) entre o índice de suscetibilidade (ISF) e média geométrica (MG) e ($r = -0.1$) entre o índice de tolerância (ITF) e de suscetibilidade (ISF) determinados no estádio V₃. A cultivar Brilhante apresentou valores negativo referentes aos resultados de correlação entre o índice de suscetibilidade e média geométrica, determinados pelo índice de velocidade de emergência no estádio V₃, em condições de frio. A análise de correlação apresentada neste estudo está de acordo com os resultados dos índices apresentados nas tabelas 4 e 5 referentes à aplicação dos demais índices de estresse, pois à medida que o índice de tolerância e a média geométrica aumentam o índice de suscetibilidade diminui. Essa correlação inversamente proporcional apresentada entre os índices pode ser utilizada para selecionar cultivares tolerantes ao frio, em especial, a aplicação do índice de suscetibilidade ao estresse na seleção de cultivares tolerante quando submetida à condição de frio. Esses resultados condizem as afirmações feitas por Pantuwan et al. (2002a), aos quais revelaram que o índice de suscetibilidade ao estresse, também deve ser utilizado para a seleção de cultivares superiores de arroz sob condição de estresse hídrico (seca), podendo estes expressar características morfofisiológicas para adaptabilidade a deficiência hídrica.

TABELA 6 - Coeficiente de correlação linear de Pearson entre os índices de estresses e média geométrica de quatro cultivares de arroz irrigado, determinados pelo índice de velocidade de emergência total (IVE total) e dos estádios V₁, V₂ e V₃ em ambiente sem e com estresse. Pelotas, RS. 2010.

IVE Total				
	Brilhante	BRS SCS Tio Taka	BRS Querência	BRS 7Taim
ITF X MG	**0,99	**0,99	**0,99	**0,99
ITF X ISF	-0,52 ns	-0,78 ns	-0,03 ns	-0,58 ns
ISF X MG	-0,56 ns	-0,81 ns	-0,02 ns	-0,64 ns
IVEV ₁				
ITF X MG	**0,99	**0,99	**0,99	**0,99
ITF X ISF	-0,56 ns	*-0,82	-0,65 ns	-0,65 ns
ISF X MG	-0,60 ns	*-0,82	-0,63 ns	-0,63 ns
IVEV ₂				
ITF X MG	**0,99	**0,99	**0,99	**0,99
ITF X ISF	-0,74 ns	-0,56 ns	-0,60 ns	-0,72 ns
ISF X MG	-0,75 ns	-0,58 ns	-0,66 ns	-0,71 ns
IVEV ₃				
ITF X MG	**0,96	*0,84	*0,91	*0,86
ITF X ISF	** -1	-0,61 ns	0,79 ns	-0,78 ns
ISF X MG	** -0,96	-0,17 ns	0,70 ns	** -0,95

(**) Significativo pelo teste t em nível de 1% de probabilidade de erro; ns Não significativo pelo teste t. (*) significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ns Não significativo pelo teste t. Índice de tolerância ao frio (ITF), índice de suscetibilidade ao frio (ISF) e média geométrica (MG).

A cultivar Brilhante e BRS SCS Tio Taka apresentaram resultados superiores para o teor de clorofila comparado as demais em ambiente sem estresse (Tabela 7). A ocorrência de temperaturas mínimas do solo inferiores a 20°C (Figura 1a), pode ter influenciado nos resultados referente aos baixos teores de clorofila apresentado nas cultivares BRS Querência e BRS 7 Taim em ambiente sem e com estresse. Observou-se que a temperatura máxima e mínima do solo registrada em ambiente com estresse (Figura 1b), manteve-se abaixo de 20°C, provocando redução no teor de clorofila e atraso no índice de velocidade de emergência total (Tabela 1), para a

maioria das cultivares avaliada. Tal condição verificada prejudicou o desenvolvimento das folhas, causando murchamento e clorose.

Em ambiente com estresse a cultivar Brilhante foi mais tolerante ao frio, enquanto, a cultivar BRS SCS Tio Taka não diferiu do BRS Querência, que por sua vez também não mostrou diferenças significativas em relação a BRS 7 Taim. As plantas da cultivar BRS 7 Taim apresentaram redução no teor de clorofila e no índice de velocidade de emergência total (Tabela 1) em ambiente com estresse. Resultados semelhantes foram verificados por Salahuddin e Vergara (1974), os quais evidenciaram que os principais sintomas que geralmente se manifestam nas plantas em condições de estresse são: folhas cloróticas e nanismo, e em casos mais severos podem levar a morte. A maioria das cultivares da subespécie índica utilizada no RS possuem sensibilidade ao frio, e apresentam clorose nas folhas, sendo aquelas que permanecem com folhas verdes ou com pouca clorose pertence à subespécie japônica. Por isso, tem-se buscado em cruzamentos a combinação entre as cultivares da subespécie índica, bem adaptada às condições locais, e as da subespécie japônica, introduzidos no CIAT, Chile e Japão, visando gerar cultivares tolerantes ao frio com potencial de adaptação para as regiões Sul do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

TABELA 7 – Dados médios do teor de clorofila das plântulas de arroz avaliados em ambiente sem e com estresse (13-18°C). Pelotas, RS. 2010.

	Teor de clorofila	
	Sem estresse	Estresse
Brilhante	10,7 Aa	4,8 Ba
BRS SCS Tio TAKA	10,3 Aa	3,3 Bb
BRS Querência	7,4 Ab	2,7 Bbc
BRS 7 Taim	7,2 Ab	2,0 Bc
CV%	11,36	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

BRS SCS Tio Taka , BRS Firmeza e suas respectivas gerações (F2 1/2 e F2 2/1), apresentaram semelhança nos resultados para o comprimento radicular ao ser submetido em ambiente sem e com estresse.

TABELA 8 - Dados médios de comprimento da parte aérea (CPA) e radicular (CR) das plantas de arroz das cultivares Brilhante, BRS SCS Tio Taka, BRS Querência e BRS 7 Taim avaliado em ambiente sem e com estresse (13-18°C). Pelotas, RS. 2010.

	Comprimento de plântula			
	S/ Estresse	Estresse	S/estresse	Estresse
	CPA		CR	
Brilhante	341,08 Aa	248,65 Ba	120,62 Ab	71,07 Ba
BRS SCS Tio TAKA	251,02 Ab	118,05 Bb	148,6 Aab	40,57 Bab
BRS Querência	222,28 Ab	122,72 Bb	164,15 Aa	40,03 Bb
BRS 7 Taim	227,72 Ab	86,03 Bb	155,18 Aa	40,2 Bb
CV%	14,46		20,30	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

4- CONCLUSÕES

A cultivar Brilhante mostrou-se tolerante à temperatura 13-18°C, avaliado pelos índices de velocidade de emergência total e dos estádios V₁, V₂ e V₃, teor de clorofila e comprimento de plântula.

Os índices de estresses foram eficientes para avaliar a tolerância ao frio da cultivar Brilhante nos estádios iniciais de desenvolvimento (S0-V3) da cultura do arroz irrigado.

CAPÍTULO II

Efeito da época de supressão da irrigação na qualidade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado.

RESUMO

RODRIGUES, Hélien Claudine Saliba. **Efeito da época de supressão da irrigação na qualidade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado.** 2011. 70f. Mestrado (Dissertação) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A supressão da irrigação realizada em período anterior a maturação completa dos grãos de arroz pode proporcionar benefícios à lavoura, desde que as condições ambientais sejam favoráveis, sem, no entanto, comprometer a qualidade fisiológica das sementes produzidas. O estudo objetivou avaliar o efeito da época da supressão da irrigação na qualidade das sementes de arroz irrigado. O experimento foi conduzido em duas etapas, empregando-se as cultivares BRS Atalanta, BRS Querência e BRS 7 Taim. Na primeira, realizou-se a supressão da irrigação em quatro épocas: Época 1: estágio de exerceção da panícula; Época 2: estágio de grão leitoso; Época 3: estágio de grão pastoso e, Época 4: estágio de maturidade fisiológica. Na segunda etapa, efetuaram-se as análises de qualidade das sementes pelos testes de germinação, frio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, peso de mil sementes e sanidade. O delineamento experimental utilizado na primeira etapa foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e na segunda etapa foi inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Não foi possível avaliar a época da supressão da irrigação em função da elevada precipitação pluvial ocorrida durante toda a fase reprodutiva das sementes das cultivares de arroz irrigado. A elevada precipitação pluvial aliada à alta temperatura foram os principais fatores que favoreceram a incidência dos fungos dos gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., e *Bipolaris* sp. sobre as sementes das cultivares em estudo.

Palavras-chave: sementes, época da supressão, estágio reprodutivo.

ABSTRACT

RODRIGUES, Hélien Claudine Saliba. **Season effect of irrigation suppression on seed quality of irrigated rice (*Oryza sativa* L.)**. 2011. 70f. Mestrado (Dissertação) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The of irrigation suppression performed in a period preceding the complete maturation of the rice grain can provide benefits to the crop, since that the environmental conditions are favorable, without, however, compromising the physiological quality of the seeds produced. The aim of this study was to evaluate the season effect of irrigation suppression on the quality of irrigated rice seeds. The experiment was conducted in two stages, using the cultivars BRS Atalanta, BRS Querência and BRS 7 Taim. In the first one, it was performed the irrigation suppression in four seasons: Season 1: stage of panicle exertion, Season 2: stage of milky grain; Season 3: stage of pasty grain, and Season 4: stage of physiological maturity. In the second stage, it was performed the quality analysis of seeds by the tests of germination, cold, accelerated aging, electrical conductivity, weight of a thousand seeds and seed sanity. The experimental design used in the first stage was randomized blocks with four replications and in the second stage was completely randomized. The obtained data were subjected to the variance analysis and the averages were compared by the Tukey test at 5% of probability. It was not possible to assess the season of irrigation suppression due to the high rainfall occurred throughout the reproductive phase of seeds from the irrigated rice cultivars. The high rainfall combined with high temperature were the main factors that favored the incidence of fungus from the genus *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., and *Bipolaris* sp. on the seeds of the cultivars in study.

Keywords: seeds, suppression season, reproductive stage.

5- INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul é considerado o principal estado produtor de arroz irrigado por inundação (CONAB, 2009). A região Sul caracteriza-se pelas produções elevadas e estáveis de arroz irrigado, porém para atingir tais níveis de produtividade há alta demanda hídrica.

A cultura do arroz durante todo o ciclo requer água, porém há três períodos em que a exigência é maior: 1) estabelecimento (semeadura a emergência); 2) início do perfilhamento a perfilhamento ativo (planta com de quatro a sete folhas); e 3) período compreendido entre a diferenciação da panícula e o enchimento dos grãos. A deficiência hídrica em quaisquer desses períodos pode prejudicar a produtividade da cultura (EMBRAPA, 2008).

No entanto, a quantidade de água consumida pela cultura, principalmente durante a fase reprodutiva vem preocupando os agricultores em buscar alternativas viáveis para diminuir o consumo de água na lavoura de arroz (STONE, 2005), sem comprometer a produção de sementes. Para evitar o comprometimento da produção de arroz por deficiência hídrica, é comum os orizicultores manterem a irrigação da lavoura até bem próximo à colheita, que na maioria das vezes pode ser desnecessário (EMBRAPA, 2008). Contrapondo-se essa pratica comum adotada pelos orizicultores, vem sendo estudado em várias instituições de pesquisas que atuam no Sul do Brasil, o manejo alternativo no que se refere à supressão da irrigação no período reprodutivo, visando à economia de água e consequentemente o aumento da eficiência da irrigação (GOMES et al., 2008).

A adoção dessa prática na lavoura pode ser uma alternativa eficaz para aumentar a eficiência de irrigação do arroz sem, no entanto, comprometer a qualidade fisiológica das sementes produzidas (BOUMAN e TUONG, 2001). Sabe-se que a supressão da irrigação, deve ser iniciada quando a maioria dos grãos tiver atingido o estágio de grão pastoso (R7), mas na prática, pode variar bastante dependendo da textura do solo. Em solos de difícil drenagem, como os solos argilosos, é possível interromper a irrigação entre 10 e 15 dias após a floração, e, em solos arenosos, bem drenados deve-se adiar a supressão da irrigação até o completo enchimento dos grãos (EMBRAPA, 2008).

A supressão da irrigação realizada em período anterior a maturação completa dos grãos de arroz pode proporcionar benefícios à lavoura, desde que as condições ambientais sejam favoráveis, como textura do solo, precipitação e temperatura. Nesse sentido o estudo objetivou avaliar o efeito da época da supressão da irrigação na qualidade das sementes de arroz irrigado.

6- MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em duas etapas no ano agrícola 2009/2010, no município de Capão do Leão, região Sul do Rio Grande do Sul. As sementes de arroz das cultivares BRS Atalanta, BRS Querência e BRS 7 Taim foram cedidas pela Embrapa Clima Temperado. Na primeira etapa, as sementes de arroz das cultivares em estudo, foram semeadas em áreas apropriadas para o cultivo do arroz. O manejo da cultura, incluindo adubação, controle de pragas, de plantas daninhas e de doenças, foi realizado de acordo com recomendações da pesquisa para o cultivo do arroz irrigado na região sul do Rio Grande do Sul (SOSBAI, 2007).

O início da irrigação foi realizado quando as cultivares de arroz encontravam-se em v_4 (estádio de 4 folhas), mantendo-se, a partir dessa fase, uma lâmina de água de, aproximadamente 10 centímetros até a supressão da irrigação, que foi realizada em diferentes épocas dos estádios reprodutivo da cultura: Época 1: exerceção da panícula (R_3); Época 2: grão leitoso (R_6); Época 3: grão pastoso (R_7) e Época 4: maturidade fisiológica (R_9).

A colheita das sementes de cada tratamento foi realizada separadamente, após 10 dias da supressão da água de irrigação da última época. As sementes foram beneficiadas e secas e após, armazenadas em câmara fria e seca ($T\ 16^{\circ}\text{C}$ e 50 % UR) até a realização dos testes. Na segunda etapa, as sementes de cada tratamento foram submetidas às análises de qualidade, através de diferentes testes realizados no Laboratório Didático de Sementes da Universidade Federal de Pelotas:

6.1 - Teste de germinação – foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em papel *germitest*, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. As sementes foram acondicionadas a 25°C por um período de 14 dias. As contagens foram realizadas no 5º e 14º dias e os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

6.2 - Teste de Frio – foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em papel *germitest*, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. As sementes foram acondicionadas por sete dias à 10°C, e posteriormente transferidas para a câmara de germinação a temperatura 25°C, permanecendo por mais 10 dias. A contagem foi realizada no 10º dia e os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

6.3 - Envelhecimento acelerado – inicialmente as sementes, foram distribuídas sobre uma tela de alumínio, suspensa no interior de caixas gerbox, funcionando como compartimento individual (mini-câmara), contendo 40 mL de água destilada, e mantidas à 42°C por 96 horas. Depois desse procedimento, as sementes foram semeadas seguindo o padrão indicado no teste de germinação. A contagem final foi realizada aos 10 dias após a semeadura, considerando percentagem de plântulas normais.

6.4 - Condutividade elétrica – realizada com quatro repetições de 50 sementes, oriundas da porção sementes puras. Inicialmente, as sementes foram colocadas em copos plásticos de 200 mL, contendo 75 mL de água deionizada durante os períodos de 1,3 e 24 horas, mantidas a temperatura de 20°C. Após cada período realizou-se a leitura da condutividade elétrica da solução com condutímetro digital. Os resultados foram expressos em microsiemens por centímetro (μScm^{-1}).

6.5 - Peso de mil sementes – realizado com oito amostras de 100 sementes, obtidas da porção de sementes puras. As sementes de cada repetição foram pesadas em balança de precisão, sendo calculados a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens.

Calculou-se, então, a média das oito repetições que foi multiplicada por 10, obtendo-se o peso médio de mil sementes.

6.6 - Teste de Sanidade – utilizou-se o método de papel filtro “*Blotter test*”, segundo as RAS/Brasil (2009). A semeadura foi realizada em caixas gerbox esterilizadas, como substrato foi utilizado duas folhas de papel mata borrão umedecido com água destilada. As sementes foram distribuídas uniformemente sobre o substrato, em quatro subamostras representadas pelas caixas gerbox, contendo 25 sementes cada caixa. Após a semeadura as caixas gerbox foram distribuídas, aleatoriamente, na câmara de incubação com temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, mantidas por sete dias sob regime alternado de 12h de luz e 12h de escuro. A incidência de fungos foi avaliada, em cada semente, registrando-se todos os fungos encontrados, sendo a identificação realizada por meio de microscópio estereoscópico.

6.7 - Procedimento estatístico – Na primeira etapa, o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os 12 tratamentos (03 cultivares x 04 épocas de supressão de irrigação) foram conduzidos em parcelas divididas, com nove linhas de cinco metros cada. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,175 metros, totalizando uma área de 7,87 m². Na segunda, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Os dados de germinação, teste de frio e envelhecimento acelerado foram transformados utilizando a fórmula de arcoseno = $\text{Sen } \sqrt{X/100}$ e os dados de sanidade foram submetidos à transformação $\sqrt{x+1/2}$.

7 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade fisiológica das sementes sob efeito da supressão da irrigação foi avaliada pelo teste de germinação representado na Tabela 9. Os resultados indicam que a cultivar BRS 7 Taim apresentou germinação inferior ao padrão mínimo de 80%, independentemente da época de supressão da irrigação. As demais cultivares testadas apresentaram resultados dentro do padrão mínimo exigido para comercialização, com destaque para a cultivar BRS Atalanta, que apresentou germinação de 87%, seguido da BRS Querência, com 80%. Portanto, verificou-se que a supressão da irrigação não afetou a germinação das sementes (Tabela 9), não havendo diferença significativa entre as épocas, para cada cultivar avaliada. Esses resultados podem ser justificados em função do aumento do volume de chuva desuniforme ocorrido na região onde estava sendo conduzido o experimento no ano agrícola 2009/2010, influenciado pelo fenômeno climático El Niño. Assim, com o aumento da precipitação pluvial (Apêndices 1 e 2), e de forma desuniforme, como ocorreu, não foi possível avaliar totalmente o impacto da supressão da irrigação sobre a qualidade das sementes das cultivares testadas. Ao contrário dos resultados obtidos por Stone et al.(1986), em que as condições climáticas foram favoráveis para avaliar a supressão da irrigação

sobre a qualidade de sementes, os quais verificaram que o arroz apresenta sensibilidade à falta de água no período compreendido entre o início da floração à fase leitosa, sendo que a partir desta última, a água mostrou-se menos importante para o potencial produtivo do arroz. Entretanto, as pesquisas conduzidas por Amaral et al. (1983), durante três anos agrícolas consecutivos estão de acordo as afirmações realizadas por Aglibut et al. (1962) e Duarte et al. (1977), ao relatar que a supressão da irrigação aos 10 dias após o início da floração (80% de floração) não mais comprometeu a qualidade das sementes. Levando em consideração que esse estudo foi conduzido em um solo com 56% de areia, sabe-se que a supressão da irrigação nessa fase não compromete a qualidade e germinação das sementes, apenas em solos que apresentam grande proporção de argila, logo, de difícil drenagem. No entanto, não foi relatado pelo autor o comportamento do clima em relação à precipitação pluvial na região de condução do ensaio, podendo ter ocorrido no local boa precipitação pluvial durante os três anos de condução do experimento, o que deve ter minimizado o efeito da supressão da irrigação nessa fase da cultura com esse tipo de solo.

TABELA 9 – Dados médios de plântulas normais avaliadas pelo teste de germinação sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.

Ciclos	110 dias	115 dias	130 dias
Estádio	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim
Exerção da panícula (R3)	88 a*	83 a	67 a
Grão leitoso (R6)	87 a	82 a	67 a
Grão pastoso (R7)	86 a	78 a	71 a
Maturidade fisiológica (R9)	88 a	77 a	74 a
Média	87	80	70
CV(%)	4,09		

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados na Tabela 10, referentes ao teste de frio indicam, assim como verificado no teste de germinação, que a supressão da irrigação, independentemente do estágio reprodutivo em que se encontrava a cultura, não afetou a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Esses resultados não estão de acordo às afirmações feitas por Carvalho e Nakagawa (2000), em relação à importância da disponibilidade hídrica na qualidade de sementes durante e mesmo antes da sua formação, uma vez que prejuízos causados ao desenvolvimento e ao florescimento da planta podem exercer reflexos no vigor e na viabilidade das sementes. Observou-se também que a redução do vigor em relação ao teste de germinação foi proporcional para as três cultivares estudadas, contudo, a cultivar BRS Querência apresentou redução maior na percentagem de plântulas normais comparado ao teste de germinação em relação às outras cultivares.

A cultivar BRS Atalanta manteve-se com melhor desempenho em relação às outras duas, apresentando vigor superior a 70%. De acordo com Grabe (1976), tal percentual atribui a esse lote uma boa qualidade fisiológica, pois esse pesquisador sugere que um lote de boa qualidade deve ter entre 70 e 85% de plântulas normais no teste de frio.

TABELA 10 - Dados médios de plântulas normais de arroz obtidas pelo teste de frio, sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.

Supressão da irrigação	Cultivares		
Estádio	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim
Exerção da panícula (R3)	73 a*	60 a	61 a
Grão leitoso (R6)	70 a	67 a	53 a
Grão pastoso (R7)	72 a	64 a	62 a
Maturidade fisiológica (R9)	76 a	68 a	55 a
Média	72	65	58
CV(%)	6,16		

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados na Tabela 11, referente ao teste de envelhecimento acelerado indicam que a cultivar BRS Atalanta apresentou comportamento semelhante ao verificado no teste de frio (Tabela 10), não havendo diferença entre as épocas de supressão da irrigação na qualidade fisiológica das sementes. Dados semelhantes foram verificados para a cultivar BRS 7 Taim. No entanto, para essa última cultivar, o teste de envelhecimento acelerado foi mais sensível, apresentando as sementes desempenho inferior comparado às sementes submetidas ao teste de frio.

Para a cultivar BRS Querência, o teste de envelhecimento acelerado permitiu diferenciar a qualidade das sementes em função da época de supressão da irrigação. Verificou-se, na Tabela 11 que a supressão da irrigação no estágio de grão pastoso não prejudicou a qualidade das sementes, apresentando 73% de plântulas normais. Esses resultados foram ratificados por TSUTSI (1972 a; 1972 b e 1972 c), ao relatar que possivelmente a ausência de efeito da supressão da irrigação sobre as sementes de arroz esteja associada ao fato de, após a floração, particularmente no estágio de grão pastoso a necessidade de água é mínima para a cultura do arroz, permitindo de acordo com as condições da lavoura, a supressão da irrigação. Resultados semelhantes foram verificados por Stone et al. (1986), em que o arroz mostrou-se sensível à falta de água no período compreendido entre o início da floração à fase leitosa, sendo que para o estágio de grão pastoso, a água mostrou-se menos importante para o potencial produtivo do arroz e à qualidade das sementes, corroborando aos valores obtidos nesse estudo para a cultivar BRS Querência no estágio de grão pastoso. Para as demais épocas não houve diferença significativa entre ambas, apresentando em média, resultados inferiores a 50%, comprometendo a qualidade desse lote.

Verificou-se que a supressão da irrigação realizada no estágio de maturidade fisiológica das sementes dessa mesma cultivar (BRS Querência), apresentou resultados inferiores à supressão no estágio de grão leitoso para o teste de envelhecimento acelerado. A supressão da irrigação no estágio de maturidade fisiológica das sementes é realizada atualmente por alguns agricultores que trabalham com arroz irrigado sob sistema de inundação no Rio Grande do Sul. Isso remete à realização de novos trabalhos, para avaliar a real

vantagem e a necessidade de se manter a irrigação até essa fase, já que no estádio de grão pastoso é possível reduzir o consumo de água, melhorando a eficiência do seu uso, sem comprometer a qualidade das sementes colhidas, de acordo como verificado nesse estudo, para a cultivar BRS Querência (Tabela 11). Esses resultados estão de acordo as afirmações realizadas por Gomes et al. (2004), ao relatar que a supressão da irrigação a lavoura de arroz após a floração pode proporcionar resultados semelhantes àqueles obtidos quando mantém-se a lâmina de água até próximo a colheita. Esses mesmos autores comentam que no momento da supressão da irrigação devem-se levar em consideração alguns aspectos como a lâmina de água existente, a capacidade de retenção de água do solo, sua drenagem interna e as condições climáticas, uma vez que o período compreendido entre a floração e a maturação responde pelo acúmulo de cerca de 70% da matéria seca da planta de arroz.

TABELA 11 - Dados médios de plântulas normais de arroz avaliadas pelo teste de envelhecimento acelerado sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.

Supressão da irrigação	Cultivares		
	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim
Estádio			
Exerção da panícula (R3)	74 a*	49 b	51 a
Grão leitoso (R6)	69 a	45 b	42 a
Grão pastoso (R7)	75 a	73 a	51 a
Maturidade fisiológica (R9)	70 a	54 b	54 a
Média	72	55	50
CV (%)	7,77		

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O teste de condutividade elétrica está baseado na integridade do sistema de membranas permitindo avaliar a deterioração das sementes. Os resultados desse teste estão representados na Tabela 12. Verifica-se para a cultivar BRS Atalanta, que não houve diferença na qualidade das sementes

em função das épocas de supressão de irrigação, independentemente dos períodos testados na condutividade elétrica. Esses dados corroboram com os demais resultados constatados nos outros testes (Tabelas 9, 10 e 11), em que a supressão da irrigação não foi limitante à qualidade fisiológica das sementes.

Para a cultivar BRS Querência, o período de um e três horas de embebição permitiu diferenciar a qualidade das sementes em função da época de supressão da irrigação. As sementes dessa cultivar sob efeito da supressão da irrigação realizada durante o estágio de grão pastoso, apresentaram menor lixiviação de exsudados, mostrando dessa forma, maior qualidade fisiológica. Esses resultados estão de acordo com os verificados na Tabela (11), em que as sementes expostas à supressão de irrigação nesse estágio reprodutivo, apresentaram maior qualidade fisiológica avaliada pelo teste de envelhecimento acelerado. Esses resultados foram ratificados por Marcos Filho (1998) e Vieira e Carvalho (1994), em que os mesmos relacionaram o menor ou o maior vigor das sementes em função da quantidade de exsudados liberados pelas sementes durante o processo de embebição.

O período de embebição de três horas não possibilitou diferenciar a qualidade das sementes da cultivar BRS 7 Taim entre as diferentes épocas de supressão. Observa-se, na Tabela 12, que a supressão na fase de grão pastoso foi a que apresentou maior lixiviação de exsudados das sementes, sugerindo menor qualidade das sementes. No entanto, esse resultado não está de acordo aos verificados nos demais testes (Tabelas 9, 10, 11), em que não se verificou diferença significativa na qualidade das sementes em função da época de supressão, assim como no próprio teste de condutividade para os períodos de 1 e 24 horas de embebição.

Apesar de não haver diferença significativa para a maioria dos testes dentro de cada cultivar entre as épocas de supressão da irrigação, é possível observar, independentemente do período de embebição, a cultivar que apresentou melhor qualidade fisiológica para todos os testes foi a que apresentou a menor lixiviação de exsudados, nesse caso a cultivar BRS Atalanta, evidenciando a consistência e coerência dos resultados obtidos em todos os testes realizados nesse estudo. Isso também se confirma para as cultivares BRS Querência e BRS 7 Taim.

TABELA 12 – Dados médios das sementes de arroz irrigado avaliado pelo teste de condutividade elétrica (μScm^{-1}), sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.

Supressão da irrigação		Cultivares		
Tempo (h)	Estádio	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim
1	Exerção da panícula (R3)	9,24 a*	12,08 a	12,67 a
	Grão leitoso (R6)	10,26 a	9,38 b	11,92 a
	Grão pastoso (R7)	10,33 a	9,23 b	14,25 a
	Maturidade fisiológica (R9)	10,32 a	10,65 ab	12,69 a
	Média	10,03	10,34	12,88
	CV (%)	12,17		
3	Exerção da panícula (R3)	12,64 a*	18,21 a	19,79 a
	Grão leitoso (R6)	13,70 a	16,36 ab	17,58 a
	Grão pastoso (R7)	13,87 a	14,49 b	21,21 a
	Maturidade fisiológica (R9)	13,94 a	16,26 ab	19,82 a
	Média	13,54	16,33	19,60
	CV (%)	9,57		
24	Exerção da panícula (R3)	22,91 a*	29,57 a	36,81 a
	Grão leitoso (R6)	23,22 a	27,38 a	32,76 a
	Grão pastoso (R7)	22,88 a	26,34 a	36,85 a
	Maturidade fisiológica (R9)	21,71 a	28,39 a	34,01 a
	Média	22,68	27,92	35,11
	CV (%)	8,09		

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados indicam que o peso de mil sementes não foi afetado pela época de supressão (Tabela 13) para as três cultivares estudadas, evidenciando que a supressão da irrigação não afetou o desenvolvimento das sementes. Ao contrário dos resultados constatados por diversos autores (STONE et al., 1986; CARVALHO-JÚNIOR, 1987; OLIVEIRA, 1994 e

PRASERTSAK e FUKAI, 1997), ao verificar que a disponibilidade hídrica provoca redução no peso de mil sementes. No entanto, esse limitante não foi verificado nesse trabalho em função de ter havido chuva acima da média durante toda a fase reprodutiva do arroz. Assim, independentemente da supressão da irrigação, em diferentes épocas reprodutivas, não foi possível verificar diferença na qualidade de sementes entre as épocas de supressão em relação ao peso das sementes.

TABELA 13 - Dados médios do peso de mil sementes (g) das cultivares de arroz irrigado, sob efeito da supressão da irrigação. Pelotas, RS. 2010.

Supressão da irrigação	Cultivares		
Estádio	BRS Atalanta	BRS Querência	BRS 7 Taim
Exerção da panícula (R3)	26,66 a*	26,16 a	24,65 a
Estádio de grão leitoso (R6)	26,59 a	26,08 a	24,82 a
Estádio de grão pastoso (R7)	26,73 a	25,88 a	25,35 a
Maturidade fisiológica (R9)	27,14 a	26,07 a	24,80 a
Média	26,78	26,05	24,90
CV (%)	1,9		

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados indicam que o efeito da supressão da irrigação não apresentou resultados significativos para a incidência dos fungos *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. (Tabela 14).

Nesse estudo observa-se que os valores médios mensais de temperatura e umidade relativa, encontraram-se respectivamente em torno de 23,9°C e 79,9% para o mês de janeiro e 24,6 °C 83,9% para o mês de fevereiro, representados na Tabela 16. Essas informações levam a acreditar que tais condições ambientais, por serem bastante favorecedoras levaram ao desenvolvimento dos fungos de armazenamento das espécies *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. sobre as sementes de todas as cultivares em estudo, durante a condução do experimento no campo. Esses resultados foram ratificados por Wetzal (1987), ao descrever que os fungos de armazenamento, *Aspergillus* sp.

e *Penicillium* sp. se desenvolvem principalmente nas sementes expostas à condições de alta umidade e temperatura durante a sua permanência em campo após a maturidade fisiológica.

TABELA 14 – Incidência (%) de fungos de armazenamento em sementes de arroz irrigado sob efeito da supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos. Pelotas, RS. 2010.

Fungos	Estádios	BRS	BRS	BRS 7
		Atalanta	Querência	Taim
<i>Aspergillus</i> sp.	Exerção da panícula (R3)	5 a	11 a	0 a
	Grão leitoso (R6)	13 a	10 a	12 a
	Grão Pastoso (R7)	7 a	11 a	14 a
	Maturidade de campo (R9)	8 a	11 a	13 a
	Média	8,25	10,75	9,75
	CV (%)	27,02		
<i>Penicillium</i> sp.	Exerção da panícula (R3)	16 a	22 a	0 a
	Grão leitoso (R6)	17 a	38 a	42 a
	Grão Pastoso (R7)	10 a	50 a	16 a
	Maturidade de campo (R9)	18 a	14 a	7 a
	Média	15,25	31,00	16,25
	CV (%)	49,64		

*Média seguida pela mesma letra minúscula para cada espécie de fungo na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05). Os dados originais foram transformados ($\sqrt{x + 1/2}$).

Os resultados obtidos no teste de sanidade não permitiram avaliar o efeito da supressão da irrigação em nenhum dos estádios reprodutivo. Observa-se que as sementes da cultivar BRS 7 Taim (Tabela 15), no estágio de grão pastoso sob efeito da supressão da irrigação, apresentaram alta incidência do fungo *Fusarium* sp. A presença desse fungo pode estar relacionada com a redução da qualidade fisiológica das sementes dessa cultivar, representado pelo teste de germinação (Tabela 9). No entanto, para as cultivares BRS Atalanta e BRS Querência, a presença de *Fusarium* sp. nas

sementes não foi limitante à qualidade fisiológica das mesmas. A precipitação pluvial acima da média e a alta umidade do ar, verificada no local de condução do experimento entre os meses de janeiro e fevereiro (Tabela 16), foram favoráveis para o desenvolvimento de *Fusarium* sp. Essas condições estão de acordo com as análises detalhadas verificadas no boletim climático do 8º DISME/INMET e CPPMet/UFPEL (MARQUES et al., 2010), os quais evidenciam que a precipitação pluvial e umidade relativa permaneceram acima do padrão climatológico no período entre janeiro e fevereiro de 2010, favorecendo a incidência de *Fusarium* sp. sobre as sementes das cultivares em estudo. Esses resultados condizem aos obtidos por Lazzari (1997), o qual relata que a alta umidade relativa favoreceu a incidência de *Fusarium* sp., proporcionando elevados danos em sementes de milho.

A presença de *Bipolaris* sp. (Tabela 15), foi observada na superfície das sementes de arroz de todas as cultivares. As condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento desse fungo, como a elevada precipitação pluvial e alta temperatura que favoreceram o aparecimento de *Bipolaris* sp., causador da mancha parda em sementes de arroz. O fungo *Bipolaris* sp. é considerado um dos principais fungos de importância econômica para o arroz, responsáveis por grandes perdas na cultura. Contudo, independentemente das condições ambientais ocorridas os fungos podem manifestar-se em função da má formação das sementes, ou seja, sementes mal formadas ficam mais expostas ao ataque de patógenos e outras doenças do que sementes bem formadas. Por outro lado, a supressão da irrigação não é um fator que contribui para o desenvolvimento de fungos sobre as sementes, o que leva a acreditar que a origem desses fungos pode estar associada a fatores intrínsecos da própria semente e/ou outras operações realizadas durante a condução das sementes, como secagem e armazenamento. Se as condições de armazenamento e secagem não forem realizadas de forma adequada as sementes permanecem úmidas, favorecendo o desenvolvimento desses patógenos. Esses resultados têm sido demonstrados por Machado (2000) e Goulart e Paiva (1993), ao revelar que para os fungos sobreviverem sobre as sementes depende de uma série de fatores, como condições de armazenamento, estruturas envolvidas e localização da infecção.

TABELA 15 – Incidência (%) de fungos de campo em sementes de arroz irrigado sob efeito da supressão da irrigação em diferentes estádios reprodutivos. Pelotas, RS. 2010.

Fungos	Estádio	BRS	BRS	BRS 7
		Atalanta	Querência	Taim
<i>Fusarium</i> sp.	Exerção da panícula (R3)	13 a	6 a	0 b
	Grão leitoso (R6)	15 a	5 a	5 b
	Grão Pastoso (R7)	3 a	7 a	40 a
	Maturidade de campo (R9)	4 a	20 a	9 b
	Média	8.75	9.50	13.50
	CV (%)	45,61		
<i>Bipolaris</i> sp.	Exerção da panícula (R3)	2 a	2 ab	2 a
	Grão leitoso (R6)	2 a	9 a	0 a
	Grão Pastoso (R7)	2 a	3 ab	3 a
	Maturidade de campo (R9)	2 a	0 b	2 a
	Média	2,0	3,50	1,75
	CV (%)	45,12		

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para cada espécie de fungo na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$). Os dados originais foram transformados ($\sqrt{x + 1/2}$).

TABELA 16 - Dados médios de temperatura, precipitação e umidade relativa registrada nos meses de janeiro e fevereiro obtidos do boletim agroclimatológico da EMBRAPA/UFPEL/INMET. Pelotas, RS. 2010.

Local: Campus da UFPel		Ano: 2010		
Elementos	Janeiro		Fevereiro	
	Mês	Normal	Mês	Normal
Temperatura média (°C)	23,9	23,2	24,6	23,0
Temperatura média das mínimas (°C)	19,7	19,1	20,9	19,1
Temperatura mínima absoluta (°C)	14,0	10,0	12,6	9,8
Temperatura média das máximas (°C)	28,8	28,2	29,2	27,9
Temperatura máxima absoluta (°C)	32,9	39,0	38,2	36,5
Precipitação pluviométrica (mm) (*)	114,0	119,1	245,1	153,3
Precipitação acumulada (**)	114,0	115,9	245,1	157,7
Precipitação máxima em 24 horas (mm)	31,4	82,0	66,8	188,2
Número de dias de precipitação	12	11,7	13,0	11,5
Umidade Relativa (%)	79,9	77,4	83,9	79,9

* Precipitação pluviométrica registrada nas leituras das 9h,15h e 21h.** Precipitação pluviométrica registrada nas leituras das 15h,21h e 9h, colocada no dia da última leitura

8 – CONCLUSÕES

Não foi possível avaliar a época da supressão da irrigação, nos estádios de exerceção da panícula, grão leitoso, grão pastoso e maturidade fisiológica em função da elevada precipitação pluvial ocorrida durante toda a fase reprodutiva das sementes de arroz das cultivares BRS Atalanta, BRS Querência e BRS 7 Taim.

A elevada precipitação pluvial aliada à alta temperatura foram os principais fatores que favoreceram a incidência dos fungos dos gêneros *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, e *Bipolaris sp.* sobre as sementes das cultivares em estudo.

9 - REFERÊNCIAS

- AGLIBUT, A. P. et al. Influence of pre-heading and post-heading drainage upon tillering, growth, maturity, yield, and other characteristics of Milfor 6-2 and Peta. **Philipp. Agriculture.**, Los Baños, n. 46, v.4, p.215-234, 1962.
- AMARAL, A. S.; POPINIGIS, F.; GOMES, A. S.; ZONTA, E.P. Influência do manejo d'água e de herbicidas no rendimento e na qualidade de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 5, n. 1, p. 55-74, 1983.
- ARROZ IRRIGADO: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. V Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. Pelotas: SOSBAI, 2007. 161 p.
- ARROZ IRRIGADO: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil / 28. **Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**. Bento Gonçalves, RS, Porto Alegre: SOSBAI, 2010,188p.
- BOUMAN, B. A. M.; TUONG, T. P. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. **Agricultural Water Management**. Amsterdam, v.49, n. 1, p.11-30, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p.
- CARVALHO JR, A.G. Efeito da adubação potássica em cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.) de sequeiro sob déficit hídrico, em solos sob cerrados. Lavras: ESAL/UFLA, 1987.
- CARVALHO, N, M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho de 2009. Brasília:Conab, 2009. 39p. Acessado em 23 fev. 2011. Online. Disponível:http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/9graos_08.09.pdf f.

COUNCE, P. A. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

CRUZ, R. P. **Tolerância ao frio em arroz irrigado: metodologias de avaliações genéticas**. 2001. 158f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CRUZ, R.P; MILACH, S.C.K. Melhoramento genético para tolerância ao frio em arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p. 909-917,2000.

CRUZ, M.; TORRES, E.; BERRIO, L.; PULVER, E.; JENNINGS, P.; BLANCO, P. Metodologias 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., 2003; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25, Balneário Camburiú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI , 2003, p.795- 797.

CRUZ, H. L.; FERRARI, C. S.; MENEGHELLO, G. E.; KONFLANZ, V.; ZIMMER, P. D.; VINHOLES, P. S.; CASTRO, M. A. S. Avaliação de genótipos de milho para a semeadura precoce sob influência de baixa temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 52-60, 2007.

DUARTE, E. F. et al. Épocas de drenagem final em cultura de arroz irrigado por inundação intermitente, na Baixada Fluminense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.12, p.11-26, 1977.

EMBRAPA. Manejo da água em arroz irrigado, cultivo do arroz irrigado no Brasil, **Sistemas de Produção 3**, 2005. Acessado em: 10 de Outubro de 2010. Online. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasiI/cap10.htm>.

EMBRAPA. **Estratégias na recuperação no uso da água pelo arroz**, 2008. Acessado em 5 de dezembro de 2010. Disponível em: http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/folder/supressao_arroz.pdf

FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES JR, A. M.; STEINMETZ, S. Tolerância de genótipos de arroz irrigado ao frio nos estádios de germinação e emergência. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 19p. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

FERNANDEZ, C. G. J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C, G, Kuo, ed, *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*. **AVRDC**, Shanhua, Taiwan, 1993, p. 257 – 270.

FISHER. R. A .; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I Grain yield responses. **Australian Journal of Agricultural Research**. Res.29, p.897-912, 1978.

GRABE, D, F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, v.1, n.2, p.18-31, 1976.

GOLVAPAR, A. R. A. Improving genetic yield potential and drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes (in Farsi). **Agricultural Aridity and Drought Scientific and Extension Quarterly of Jahade Agriculture**, n. 15, 2005.

GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, p. 417-455.

GOMES A. S.; SCIVITTARO, W. B.; PETRINI, J. A.; FERREIRA, L. H. A água: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 44 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 250).

GOULART, A.C. P.; PAIVA, F. A. Avaliação de fungicidas para tratamentos de sementes de trigo no controle de *Pyricularia oryzae* e *Helminthosporium sativum*. **Summa Phytopathologica**, v.19, p.90, 1993.

GROVER, A. et al. Taming abiotic stress in plant through genetic engineering: current strategies and perspective. **Plant Science**, v. 143, n.1, p.101-111, 1999. Acessado em 01 de setembro de 2010. Online. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=54>.

IRGA. **Censo da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul-safra 2004/05**. Porto Alegre: IRGA – Política Setorial, 2006b.122p.

JONES, D, B.; PETTERSON, M, L. Rice seedlings vigor at sub-optimal temperatures. **Crop Science**, v. 16, n. 1, p. 102-105, 1978.

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2ª Edição. Curitiba, Ed. do Autor, 140p, 1997.

LOPES, M. C. B. **Caracterização fenotípica e molecular de genótipos de arroz irrigado**. 2002. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002a.

LOPES, S. I. G. **Avaliação dos parâmetros genéticos da população de arroz irrigado CNA 11 e da divergência genética entre os genitores**. 2002.101 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002b.

MACHADO, J, C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000, 138p.

MAGALHÃES, JR, A. M.; GOMES, A. S; SANTOS, A. B. **Sistema de Cultivo da Arroz Irrigado no Brasil** . Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, 270 p. (Embrapa Clima Temperado, Sistema de Produção, 3).

MAGUIRE, J,D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MACKILL, D. J.; LEI, X. genetic variation for traits to temperate adaptation of rice cultivars. **Crop Science**, v.37, n.37, p.1340-1346, 1997.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja - tecnologia da produção**, Piracicaba, 1998, p.206 243.

MARQUES, J.; DINIZ, G.; PRESTES, S. D.; VARONE, F. **Trimestre com grande variação de temperatura e precipitação**. 8º DISME/INMET e CPPMet/UFPEL, 2010 (Boletim Climático Ano 08/número 02).

MEJIA, O. **Identificación de metodologías para evaluación de tolerancia a temperaturas bajas em arroz (Oryza sativa)**. 1988, 123 f. Tese (Engenheiro Agrônomo), Universidade Nacional da Colômbia, 1988.

NAZARI, L.; PAKNIYAT, H. Assessment of drought tolerance in barley genotypes. **Journal of Applied Sciences**, v. 10, n. 2, p, 151-156, 2010.

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

OLIVEIRA, G. S. **Efeito de densidade de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (Oryza sativa L.) em condições de sequeiro e irrigado por aspersão**. 1994. 41f. Monografia (Trabalho Graduação) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira,1994.

PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATESEREKUL, S.; O'TOOLE, J. C. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands 2, Selection of drought resistant genotypes. **Field Crops Research**, v. 73, p. 169-180, 2002a.

PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; COOPER, M.; RAJATESEREKUL, S.; O'TOOLE, J. C. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands Part 1. Grain yield and yield components. **Field Crops Research**, v. 73, p.153-168, 2002b.

PRASERTSAK, A.; FUKAI, S. Nitrogen availability and water stress interaction on rice growth and yield. **Field Crop Research**, v.52, n.1, p.249-260, 1997.

PORCH, T. G. Application of Stress Indices for heat tolerance Screening of common bean, 2006: **Journal. Agronomy & Crop Science** 192, 390-394.

ROSSO, A. F. **Caracterização genética e fenotípica para tolerância ao frio e características agronômicas em arroz irrigado**. 2006. 99f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SALAHUDDIN, A. B.; VERGARA, B. S.Criteria for screening Rice cultivars resistant to low water temperature at seedling stage. **Sabrao Journal**, v.6, n. 2, p. 151-156, 1974.

SANTOS, A. B.; RABELO, R. R. Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins. **Embrapa Arroz e Feijão**, Documentos 218, Santo Antonio de Goiás, 2008, 136 p.

SOUSA, P. R. Alguns aspectos da influência do clima temperado sobre a cultura do arroz irrigado no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 389, p. 9-11, 1990.

SOUZA, M. S. M.; PESKE, S. T.; FREITAS, D. A. C.; MENEGHELLO, G. E.; CASTANHO, F. R. Comportamento de Sementes de arroz irrigado na germinação: geniotres e sua geração F2. Pelotas, RS, 2009. In XVIII Congresso de Iniciação Científica, UFPel, **Anais...**Pelotas: Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa.

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 Grandedo Sul. In: Embrapa Clima

Temperado, 2001b. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Comunicado Técnico, 56**. p,81-88.

STEINMETZ, S.; MALUF, J, R, T.; MATZENAUEER, 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.; 2001c, Instituto Rio Grandense do Arroz, **Anais...** p,137-139.

STEINMETZ, S.; PETRINI, J. A.; REISSER JUNIOR, C.; COSTA, A. V. Temperatura do solo em emergência de plântulas de arroz irrigado cultivados nos sistemas convencional, plantio direto e pré-germinado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 4.; Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 26, Santa Maria-RS, 2005, **Anais...** p, 61 – 63.

STONE, L.F.; LIBARDI, P.L .; REICHARDT, K. Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.117-125, 1986.

STONE, L. F. **Eficiência do uso da água na cultura do arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 48 p., 2005 (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 176).

TELÓ, G, M, **Qualidade de sementes e grãos de arroz irrigado em função da aplicação de fungicida, época de colheita e período de armazenamento**. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

TERRES, A. L. Melhoramento de arroz irrigado para tolerância ao frio no Rio Grande do Sul –Brasil. In: Reunión sobre mejoramento de arroz em el Cono Sur 1991, Trabajos – Montevideo: IICA – PROCISUR, 1991, p.91-103.

TERRES, A, L.; GALLI, J.; GASTAL, F. L. Cultivares. 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 Cargill, 1985, p. 57-82.

TSUTSUI, H. Manejo da água para produção de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 24, n. 268, p. 24-27, 1972a.

TSUTSUI, H. Manejo da água para produção de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 24, n. 268, p. 36-41, 1972b.

TSUTSUI, H. Manejo da água para produção de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 24, n. 270, p. 22-24, 1972c.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994.

WETZEL, M. M. V. S. Fungos de armazenamento. **In: Patologia de Sementes**. Fundação CARGILL, Campinas, p.260-275, 1987.

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

APÊNDICE

Apêndice 1 - Dados climáticos obtidos através da estação agroclimatológica de Pelotas (EMBRAPA/CPACT/UFPel/INMET. UFPel, 2010.

Local: Campus da UFPel			Mês: Janeiro			Ano: 2010
Dias	TM	Tm	TA	UR	Pr *	PrAc**
1	27,0	15,6	22,5	78,0	0,0	0,0
2	30,0	19,6	24,4	78,5	0,0	0,0
3	28,0	19,6	24,3	76,5	0,0	0,0
4	29,8	22,8	26,1	86,0	13,6	0,0
5	32,4	22,8	26,8	84,3	0,6	13,6
6	28,8	19,6	22,6	77,5	0,0	0,6
7	25,0	14,0	20,1	69,3	0,0	0,0
8	26,0	19,6	23,0	82,8	20,7	0,0
9	31,4	21,2	25,2	88,5	1,5	22,1
10	29,4	22,6	25,1	88,8	23,2	0,1
11	28,8	20,6	24,4	82,0	0,0	23,2
12	30,0	22,0	24,5	81,5	5,0	0,0
13	26,0	16,2	21,0	67,0	0,0	5,0
14	28,0	16,4	21,4	66,8	0,0	0,0
15	28,4	14,2	22,3	63,3	0,0	0,0
16	23,8	20,0	22,4	89,3	31,4	0,0
17	31,6	17,8	24,4	79,0	0,0	31,4
18	32,8	20,2	26,8	66,5	0,0	0,0
19	27,6	23,0	24,8	88,3	9,8	6,0
20	26,0	18,6	21,5	74,5	0,0	3,8
21	27,6	16,4	21,9	78,3	0,0	0,0
22	27,0	16,2	21,5	75,8	0,0	0,0
23	27,6	16,4	22,7	77,3	0,0	0,0
24	28,0	22,2	24,9	78,0	0,0	0,0
25	29,2	22,4	25,0	84,5	0,0	0,0
26	29,2	22,2	24,8	83,3	0,0	0,0
27	27,8	23,0	24,9	84,5	0,7	0,3
28	30,2	21,2	24,8	90,8	0,6	1,0
29	30,6	21,8	24,3	88,5	6,8	0,0
30	32,9	20,2	26,6	81,0	0,1	6,9
31	32,0	22,7	26,9	88,0	0,0	0,0
MÉDIA	28,8	19,7	23,9	79,9		
MÁXIMA	32,9			90,8	31,4	31,4
MINIMA		14,0		63,3		
TOTAL					114,0	114,0

Apêndice 2 - Dados climáticos obtidos através da estação agroclimatológica de Pelotas (EMBRAPA/CPACT/UFPeI/INMET). UFPeI, 2010.

Local: Campus da UFPeI		Mês: FEVEREIRO				Ano:2010
Dias	TM	Tm	TA	UR	Pr *	PrAc**
1	31,4	23,6	26,2	92,3	4,2	0,0
2	31,2	23,2	26,9	88,0	6,0	4,2
3	38,2	24,8	30,5	67,5	0,0	6,0
4	27,6	23,6	24,6	96,0	8,9	0,3
5	30,8	22,0	25,6	89,5	21,4	8,6
6	30,4	23,4	26,2	84,3	0,0	21,4
7	33,1	22,4	27,5	88,5	11,2	0,0
8	26,8	23,2	24,3	91,8	66,8	78,0
9	30,4	19,4	24,3	73,5	0,0	0,0
10	31,2	19,2	25,5	81,8	0,0	0,0
11	31,8	23,4	27,4	86,3	0,0	0,0
12	31,6	24,8	27,9	82,0	0,0	0,0
13	33,8	23,0	27,3	80,8	0,8	0,0
14	30,4	23,2	25,8	84,8	14,0	12,6
15	26,4	22,0	24,2	89,5	25,0	3,4
16	23,8	18,4	20,4	89,8	37,5	56,3
17	25,7	18,2	22,0	73,8	0,0	5,0
18	27,4	20,0	24,0	76,8	0,0	0,0
19	30,5	20,8	25,4	82,8	0,0	0,0
20	33,8	22,6	27,0	88,3	0,0	0,0
21	30,0	23,8	26,1	94,8	34,5	0,4
22	30,0	23,2	26,1	91,0	5,2	34,1
23	28,5	22,4	24,7	84,3	9,6	14,8
24	24,4	16,6	19,2	69,8	0,0	0,0
25	22,8	13,4	18,2	77,5	0,0	0,0
26	24,4	12,6	18,3	78,5	0,0	0,0
27	26,0	13,6	20,6	83,3	0,0	0,0
28	26,4	17,9	21,8	83,0	0,0	0,0
MÉDIA	29,2	20,9	24,6	83,9		
MÁXIMA	38,2			96,0	66,8	78,0
MINIMA		12,6		67,5		
TOTAL					245,1	245,1

T M – temperatura máxima (°C); Tm- temperatura mínima (°C); TA- temperatura média diária (°C); UR – Umidade relativa do ar; Pr- precipitação pluviométrica (mm) (*); PrAc – precipitação pluviométrica acumulada (mm)(**).