

TABELA 2 – Médias de produtividade de grãos (kg/ha) da 'BRSMG Caçula' e cultivares testemunhas em Minas Gerais, no período de 2007/2008 a 2010/2011.

Cultivares ¹	2007/2008 8 ensaios	2008/2009 5 ensaios	2009/2010 5 ensaios	2010/2011 4 ensaios	Média ² 22 ensaios
BRSMG Caravera	3971 a	4608 a	3107 b	3822 b	3892 a
BRSMG Relâmpago	3473 b	3875 c	3589 a	4106 a	3706 a
BRSMG Caçula	3603 a	3806 c	3398 a	3697 b	3620 b
BRSMG Curinga	3447 b	3609 c	2847 b	4107 a	3467 b
BRSMG Conai	3386 b	3841 c	2487 c	3479 b	3302 c
Canastra	2795 b	3354 d	2269 d	3066 c	2851 d
Média	3446	3849	2950	3713	3473

¹ Médias da coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

² Média ponderada

TABELA 3 – Características dos grãos da 'BRSMG Caçula'.

Características dos grãos	Descrição
Comprimento do grão descascado	7,60 mm
Largura do grão descascado	2,15 mm
Espessura do grão descascado	1,83 mm
Relação comprimento/largura	3,53
Peso de 1000 grãos com casca	29,1 g
Classe	Longo-fino
Teor de amilose	24,60%
Temperatura de gelatinização (TG) ¹	4,2
Centro branco ²	2,6
Rendimento de grãos inteiros	58,8 %
Rendimento de grãos quebrados	13,2 %
Renda de benefício de grãos	71,2 %

¹ Alta = notas 2 e 3; Intermediária = notas 4 e 5; Baixa = notas 6 e 7

² 1=excelente; 2=Bom; 3=Regular; 4=Ruim; 5=Péssimo

LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO FRENTE À TOXIDEX POR HERBICIDA DO GRUPO QUÍMICO DAS IMIDAZOLINONAS

Gabriela de Magalhães da Fonseca¹; Viviane Kopp da Luz²; Carla Ferreira Silveira²; Eder Licieri Grolí²; Diego Baretta²; Cristiano Mathias Zimmer²; Roberta de M. da Fonseca²; Juliana de Magalhães Bandeira²; Marina M. da Fonseca²; Alcides Cristiano de Moraes Severo³; Ariano Martins de Magalhães Júnior³; Orlando P. de Moraes⁴; Luciano Carlos da Maia⁵; Antonio Costa de Oliveira⁵.

Palavras-chave: melhoramento genético, tolerante, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) possui importante papel econômico, social e cultural em todo o mundo sendo considerado, atualmente, o segundo cereal mais produzido no mundo (FAO, 2010). O Brasil é o primeiro país fora da Ásia em produção e consumo de arroz e o Rio Grande do Sul (RS) é o principal responsável por essa condição de destaque, consistindo no principal produtor de arroz irrigado do país (CONAB, 2010). O arroz é a cultura com maior potencial de aumento de produção, respondendo pelo suprimento de 20% das calorias consumidas na alimentação de pessoas em todo o mundo, desempenhando papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar.

O principal fator limitante para o aumento do potencial de rendimento dessa cultura é o controle insatisfatório de plantas daninhas, especialmente do arroz vermelho, que ainda causa elevada redução na produção do cereal. No Sul do Brasil, o arroz vermelho (*O. sativa* L.) constituiu-se na principal planta daninha de áreas cultivadas com arroz irrigado por inundação (AGOSTINETTO et al., 2001), por pertencer à mesma espécie do arroz cultivado. Em função do arroz vermelho apresentar características como: rusticidade e adaptabilidade ao meio ambiente (PESKE et al., 1997), competir pelos mesmos recursos disponibilizados para o arroz cultivado (DELATORRE, 1999), possuir elevado índice de degrane e dormência das sementes (SCHWANKE et al., 2008) e pela frequente ocorrência de cruzamento natural com o arroz cultivado, gerando um tipo morfológico mais baixo e mais precoce de arroz vermelho (NOLDIN et al., 1999), desta forma, torna-se difícil a identificação e eliminação dessa planta daninha das áreas de cultivo.

Modificações morfológicas adquiridas pelas plantas daninhas associadas ao desenvolvimento de espécies resistentes aos herbicidas e à necessidade de utilização de produtos menos agressivos ao ambiente tornam necessário o desenvolvimento e validação de novos princípios ativos, que supram essas exigências. Herbicidas da classe das imidazolinonas, que agem especificamente em processos metabólicos vegetais, são potencialmente mais seguros do ponto de vista ambiental. Esses herbicidas são largamente utilizados devido à baixa toxicidade a animais, alta seletividade às culturas e alta eficiência mesmo em doses baixas (VARGAS; ROMAN, 2006).

A tolerância do arroz a esses novos compostos é condição determinante para o sucesso de sua incorporação no processo agrícola. A característica presente no mutante é controlada por um gene dominante nuclear (MAZUR; FALCO, 1989; SAARI et al., 1994). Portanto, o uso de herbicidas desse grupo químico, para controle de invasoras na cultura do arroz, depende da transferência do gene às cultivares elites já incorporadas ao sistema produtivo. Diante dessas considerações este trabalho teve como objetivo avaliar

¹ Estagiária Embrapa Clima Temperado/estudante doutorado UFPel/FAEM. Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS. gabrieladafonseca@hotmail.com

² Estudante UFPel.

³ Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS.

⁴ Embrapa CNPAF.

⁵ Professor, Departamento de Fitotecnia, UFPel/FAEM.

cruzamentos entre plantas de arroz irrigado tolerantes e sensíveis a herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, através da avaliação de linhagens em geração F₂.

MATERIAL E MÉTODOS

Cinco genótipos de arroz irrigado indicados para cultivo na região Sul do Brasil foram cruzados, resultando em 10 combinações híbridas. Nos cruzamentos realizados foram utilizados três genitores sensíveis ao herbicida: BRS Querência, BRS Fronteira e BRS Pampa e dois genitores tolerantes: BRS Sinuelo CL e Puitá INTA CL. As sementes F₁ foram obtidas em casa de vegetação, no ano de 2010, na estação experimental da Embrapa Clima Temperado (Pelotas/RS). No mesmo ano, foi feito um avanço de geração, onde as sementes F₁ foram germinadas em telado em experimento instalado na Fazenda Palmital, da Embrapa Arroz e Feijão (Goianira/Goias), visando à obtenção de uma população F₂. As panículas, colhidas de cada planta, deram origem a uma progênie (população F₂).

As sementes das gerações segregantes (F₂) foram semeadas em bandejas de plástico, em casa de vegetação, na Embrapa Clima Temperado, em 2011, e quando as plantas atingiram o estágio V4, segundo escala de Counce et al. (2000), foi aplicado o herbicida Only[®] (imazetapir + imazapique, nas concentrações de 75 e 25g i.a. L⁻¹), na dosagem de 1,5 litros do produto comercial por hectare, mais Dash[®] (hidrocarboneto aromático, ésteres metílicos e poliol fosfatado - espalhante adesivo) na dosagem de 0,5% v/v. Após uma semana foi feita uma segunda aplicação do mesmo herbicida na dosagem de 1,0 L do produto comercial por hectare, mais Dash[®] na dosagem de 0,5% v/v.

As avaliações de fitotoxidade à cultura foram realizadas de forma visual sete dias após a última aplicação do tratamento com Only[®], adaptadas ao sistema de pontuação utilizado pelo IRRI (*International Rice Research Institute*), para avaliar sintomas de toxidez por ferro em arroz (IRRI, 1975) (Tab. 1). Os sintomas visuais foram baseados nas reações de senescência foliar e intensidade de sintomas de toxidez, comparando às testemunhas.

Tabela 1 - Notas atribuídas aos efeitos fisiológicos da geração F₂ das linhagens de arroz irrigado ao efeito tóxico do herbicida. Embrapa, Pelotas/RS, 2011.

Grau de resistência	Notas	Efeito de toxidez ao herbicida
Tolerante	1	plantas sem sintomas
	2	20% de plantas afetadas
	3	30% de plantas afetadas
Moderadamente Tolerantes	4	40% de plantas afetadas
	5	50% de plantas afetadas
	6	60% de plantas afetadas
Sensíveis	7	70% de plantas afetadas
	8	80% de plantas afetadas
	9	morte parcial da linha
Mortas	10	morte de plantas

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema unifatorial, considerando a resposta dos cruzamentos frente ao herbicida do grupo químico das imidazolinonas, constituído de 290 parcelas, compostas por 100 plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tab. 2 e 3 ilustram a incidência de fitotoxidez, após aplicação de herbicida da classe das imidazolinonas (Only[®]), para análise de cruzamentos.

Tabela 2 - Média das notas de fitotoxidez, na geração F₂, após aplicação de herbicida da classe das imidazolinonas, para análise de cruzamentos, em relação ao genitor feminino como doador do gene de tolerância ao herbicida. Embrapa, Pelotas/RS, 2011.

Genitor ♂	BRS Pampa	BRS Querência	BRS Fronteira
Genitor ♀	X	X	X
Puitá INTA CL	4,06	2,17	3,59
BRS Sinuelo CL	6,02	-	5,0

- Os cruzamentos não originaram plantas F₂.

X - Média das notas para os cruzamentos.

Ao observar a Tab. 2 pode-se inferir que os cruzamentos com a cultivar Puitá INTA CL, portador do gene de tolerância ao herbicida, como genitor feminino, apresentam médias de notas de fitotoxidez mais baixas, variando de 2,17 a 4,06, classificando os cruzamentos em tolerantes e moderadamente tolerantes ao herbicida (conforme Tab. 1). Os cruzamentos com o genitor feminino BRS Sinuelo CL apresentaram médias variando de 5,0 a 6,02, classificando os cruzamentos em moderadamente tolerantes e suscetíveis ao herbicida (Tab. 1). Entre os cruzamentos com Puitá INTA CL e BRS Sinuelo CL, genitores femininos como doador do gene de tolerância ao herbicida, observa-se que o cruzamento Puitá INTA CL/BRS Querência apresentou a menor média (2,17), classificando-se como resistente (Tab. 1).

Tabela 3 - Média das notas de fitotoxidez, na geração F₂, após aplicação de herbicida da classe das imidazolinonas, para análise de cruzamentos, em relação ao genitor masculino como doador do gene de tolerância ao herbicida. Embrapa, Pelotas/RS, 2011.

Genitor ♂	Puitá INTA CL	BRS Sinuelo CL
Genitor ♀	X	X
BRS Pampa	6,15	-
BRS Querência	2,96	5,0
BRS Fronteira	4,24	-

- Os cruzamentos não originaram plantas F₂.

X - Média das notas para os cruzamentos.

Na Tab. 3 pode-se verificar que o cruzamento BRS Querência/Puitá INTA CL demonstrou maior tolerância ao herbicida apresentando média de notas de 2,96, classificando sua progênie como tolerante ao herbicida (Tab. 1). No cruzamento BRS Pampa/Puitá INTA CL, observa-se a média mais elevada (6,15) classificando a progênie como sensível ao herbicida. Esse cruzamento apresentou plantas com nota 10 (plantas mortas, conforme Tab. 1), que não apresentam o gene que codifica tolerância ao herbicida da classe das imidazolinonas. O cruzamento com a cultivar BRS Sinuelo CL originou descendentes com fitotoxidez, apresentando média de notas igual a 5,0, classificando-se como moderadamente tolerante.

A mutação do gene ALS nas duas cultivares testadas possui diferentes localizações, as quais são responsáveis pela resistência aos herbicidas dessas linhagens podendo ter

causado os distintos níveis de resistência, devido às mudanças na conformação da enzima ALS (McCOURT et al., 2006), observados no presente estudo.

Os híbridos F₂, resultantes de cruzamentos entre cultivares portadores do gene de tolerância ao herbicida da classe das imidazolinonas (Only[®]) e cultivares de arroz irrigado convencionais, são viáveis, possibilitando assim o estabelecimento de populações de arroz irrigado tolerantes ao herbicida, com maior capacidade de combater o arroz vermelho, mantendo as características de interesse agrônomo.

O desenvolvimento de um ideótipo de planta mais competitivo com as plantas daninhas, sem prejuízo à capacidade produtiva, reduzirá a necessidade de controle e tornará o setor orizícola mais sustentável.

CONCLUSÃO

Existem diferenças detectáveis quanto à fitotoxicidade do herbicida Imazetapir e Imazapique entre as gerações F₂ dos cruzamentos de arroz irrigado utilizados nesse trabalho.

Progenies F₂ descendentes de cruzamentos com a cultivar Puitá INTA CL, tolerante ao herbicida da classe das imidazolinonas (Only[®]), apresentam maior resistência ao herbicida quando comparadas com progenies descendentes de cruzamentos com a cultivar BRS Sinuelo CL, a qual também é tolerante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, D. et al. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, v.31, n.2, p.341-349, 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, agosto 2010, Brasília. 42p. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 24 janeiro 2011.

COUNCE, A. P. et al. An uniform, objective and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.466-443, 2000.

DELATORRE, C. A. Dormência em sementes de arroz vermelho. **Ciência Rural**, v.29, n.3, p.565-571, 1999.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database, Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>>. Acesso em: 15 agosto 2010.

INTERNATIONAL RICE - RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**. Los Banos, IRRI, 1975.

MAZUR, B. J.; FALCO, S. C. The development of herbicide resistant crops. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.40, n.1, p.441-470, 1989.

McCOURT, J. A. et al. Herbicide-binding sites revealed in the structure of plant acetohydroxyacid synthase. **Proceedings of the National Academy of Science**, v.17, n.3, p.569-573, 2006.

NOLDIN, J. A. et al. Red Rice (*Oryza sativa*) biology. I. Characterization of red rice ecotypes. **Weed Technology**, v.13, n.1, p.12-18, 1999.

PESKE, S. T. et al. Sobrevivência de sementes de arroz vermelho depositadas no solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.3, n.1, p.17-22, 1997.

SAARI, L. L. et al. Resistance to acetolactate synthase inhibiting herbicides. In: POWLES, S. B.; HOLTUM, J. A. M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.83-139.

SCHWANKE, A. M. L. et al. Caracterização de ecótipos de arroz daninho (*Oryza sativa*) provenientes de áreas de arroz irrigado. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.249-260, 2008.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 22p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 58). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do58.htm> Acesso em: 2 outubro 2010.

CARACTERIZAÇÃO DE FAMÍLIAS MUTANTES DE ARROZ IRRIGADO A BAIXA TEMPERATURA NO ESTÁGIO DE GERMINAÇÃO

Viviane Kopp da Luz¹; Carla Ferreira Silveira²; Gabriela de M. da Fonseca²; Eder Licieri Grolli²; Diego Baretta²; Juliana Padilha Silva²; Cristiano Mathias Zimmer²; Fernanda Sedez²; Maurício M. Kopp³; Ariano Martins de Magalhães Júnior⁴; Luciano Carlos da Maia⁵; Antonio Costa de Oliveira⁴.

Palavras-chave: frio, mutação, *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana e o principal alimento para mais da metade da população mundial, desempenhando importante papel tanto em âmbito social e econômico quanto cultural. Atualmente, é o segundo cereal mais produzido no mundo (FAO, 2010).

Um fator prejudicial ao cultivo do arroz no Rio Grande do Sul é a incidência de baixas temperaturas, principalmente pelo fato de que a maioria das cultivares utilizadas no Estado pertence à subespécie *indica*, que apresenta em geral, elevada sensibilidade ao frio (CRUZ, 2001). Apesar de danos sobre o rendimento de grãos terem maior relação com a ocorrência de temperaturas baixas no período reprodutivo, o arroz também apresenta sensibilidade a baixas temperaturas durante a germinação e o período vegetativo, afetando a velocidade de germinação e emergência e ainda retardando o desenvolvimento vegetativo da cultura (CRUZ, 2003), podendo ser irreversível em função do tempo de exposição e da intensidade do estresse (YOSHIDA, 1981).

A tolerância ou a sensibilidade ao estresse causado por baixas temperaturas varia com a espécie, o genótipo e o estágio de desenvolvimento da planta. A intensidade do frio é afetada por vários fatores como umidade, velocidade do vento, luminosidade, etc. (BRAY, 2000). Durante o desenvolvimento da planta, os estágios de germinação, vegetativo e reprodutivo, têm sido estudados por demonstrarem maior sensibilidade ao efeito da baixa temperatura. Na germinação, a avaliação da tolerância a baixas temperaturas é feita submetendo-se as sementes a temperaturas que variam desde 10 até 25°C por períodos de três a 35 dias. As características mais comumente avaliadas são: percentagem e velocidade de germinação e comprimento de coleóptilo e radícula (BERTIN et al., 1996; STHAPIT e WITCOMBE, 1998).

A identificação e caracterização da variabilidade genética para tolerância a baixas temperaturas são de fundamental importância para obtenção de genótipos promissores para utilização em programas de melhoramento genético deste cereal. As mutações induzidas têm sido utilizadas para aumentar a frequência de mutações espontâneas, que podem ser provocadas tanto por agentes químicos, como substâncias alquilantes, quanto físicos, como radiações ionizantes (Coimbra et al. 2004).

Este trabalho teve como objetivo verificar se a indução de mutações por raios gama é capaz de gerar variabilidade genética para tolerância a baixas temperaturas no estágio de germinação em arroz e se é possível obter famílias superiores para esta característica.

¹ Estudante de doutorado UFPel/FAEM, CEP: 96010-900, Capão do Leão, RS. email: vivikp05@hotmail.com

² Estudante UFPel.

³ Embrapa Pecuária Sul, Cx. Postal 242, CEP 96401-970, Bagé, RS.

⁴ Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS.

⁵ Professor UFPel/FAEM.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) no Laboratório de Genômica e Fitomelhoramento (LGF) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). As sementes foram submetidas a duas condições: 13°C por 21 dias (CRUZ, 2001; FREITAS, 2005) e 25°C por 7 dias, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram utilizadas 46 famílias mutantes de arroz e, como testemunhas, as cultivares BRS 7 "Taim" (*indica*) e Diamante (*japonica*). O genótipo BRS 7 "Taim" foi escolhido por ser reconhecido como sensível ao estresse por baixas temperaturas e o genótipo Diamante, como tolerante (CRUZ e MILACH, 2004).

As famílias mutantes de arroz irrigado são pertencentes ao banco de germoplasma do LGF/FAEM/UFPEL, obtidas a partir da cultivar BRS 7 "Taim", por meio de irradiações de raios gama provenientes do ⁶⁰Co em uma dosagem de 250 Gy, com o aparelho Eldorado 78 do Centro Regional de Oncologia da UFPEL no ano 1999 (ZIMMER et al., 2003).

O experimento foi conduzido em blocos casualizados com quatro repetições. Foram avaliadas as variáveis: percentual de germinação e comprimento de coleóptilo. Para o teste de germinação foram utilizadas 50 sementes para cada família e cultivar e para a avaliação do comprimento de coleóptilo foram utilizadas 10 sementes. As sementes foram colocadas para germinar em gerbox, em folha de papel germitest, com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e a comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro. Para a comparação de médias, foi feito o desempenho relativo (DR) do comprimento do coleóptilo (CC), e do percentual de germinação (G) comparando a temperatura 13°C em relação aos 25°C, de acordo com a equação: $DR = (X_{13c} / X_{25c}) \cdot 100$. O desempenho relativo do percentual de germinação foi realizado com o intuito de eliminar as diferenças de vigor do lote de sementes utilizado no presente estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As famílias mutantes de arroz apresentaram variação quando submetidas ao estresse por baixa temperatura, sugerindo, que a indução de mutação possa ter alterado algumas constituições genéticas. Analisando-se a Tabela 1, em relação ao desempenho relativo do comprimento do coleóptilo (DR cc), pode-se inferir que a família M8 621 ARS1, apresentou resposta superior às duas testemunhas. A família M8 621 ARS1 foi a única que apresentou média superior a cultivar Diamante, mostrando maior tolerância ao estresse por baixas temperaturas. Ao comparar as famílias com a cultivar BRS 7 "Taim" (sensível), pode-se observar 15 famílias superiores a cultivar que deu origem as famílias mutantes. Estes resultados permitem inferir que a indução de mutação foi eficiente na ampliação de variabilidade genética, do caráter tolerância ao frio, pois foram obtidas famílias mutantes com índices maiores de tolerância que a cultivar original.

Quanto ao desempenho relativo da percentagem de germinação (DR g), através da comparação de médias, com a cultivar BRS 7 "Taim" (sensível), pode-se observar, na Tabela 1, que 24 famílias apresentaram comportamento semelhante a testemunha quanto ao desempenho relativo de germinação, 20 famílias de mutantes apresentaram médias percentuais inferiores à testemunha e apenas a família M8 621 ARS1 apresentou desempenho relativo superior à testemunha quanto a germinação. Quando foram comparadas as famílias mutantes com a testemunha Diamante (tolerante), foram identificadas 19 famílias mutantes com desempenho relativo de germinação inferior à testemunha, as demais famílias juntamente com a testemunha sensível apresentaram o mesmo comportamento que a testemunha tolerante. Uma resposta similar no potencial de germinação das cultivares, utilizadas como testemunha, pode ter ocorrido devido à baixa condição fisiológica do lote das sementes dessas cultivares.

CONCLUSÃO

A irradiação de sementes da cultivar BRS 7 "Taim", com ⁶⁰Co, foi eficiente no incremento da variabilidade genética para tolerância ao frio no estágio de germinação.

A família M8 621ARS1 apresentou tolerância à baixa temperatura na fase de germinação, através da medida do comprimento do coleóptilo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BRAY, E. A.; BAILEY-SERRES, J.; WERETILNYK, E. Responses to Abiotic Stresses. **The Cell**, 22: 1158-1177, 2000.

BERTIN, P.; KINET, J.M.; BOUHARMONT, J. Evaluation of chilling sensitivity in different rice varieties. Relationship between screening procedures applied during germination and vegetative growth. **Euphytica**, Dordrecht, v.89, p.201-210, 1996.

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

CRUZ, R. P.da. Caracterização do banco de germoplasma do IRGA quanto à tolerância ao frio em três períodos de desenvolvimento. IN: **III Congresso brasileiro do arroz irrigado, XXV Reunião da cultura do arroz irrigado**. Camboriú, 114-116p. 2003.

CRUZ, R.P. da. & MILACH, S.C.K. Cold tolerance at the germination stage of rice: Methods of evaluation and characterization of genotypes. **Scientia Agrícola**, v.61, n.1, p.1-8, 2004.

COIMBRA, J.L.M.; Carvalho, F.I.F.; & OLIVEIRA, A.C. 2004. Genetic variability induced by chemical and physical mutagenic agents in oat genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 4(1):1-7.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database, disponível em <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>, acessado em 20 de março de 2011.

FREITAS, D. A. C. **Desempenho da mesa termogradiante e avaliação de genótipos de arroz tolerantes à baixa temperatura** / Demócrito Amorim Chiesa Freitas. – Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas-Pelotas, 2005. 40 f.: Il.

STHAPIT, B.R.; WITCOMBE, J.R. Inheritance of tolerance to chilling stress in rice during germination and plumule greening. **Crop Science**, Madison, v.38, p.660-665, 1998.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: International Rice Research Institute, cap.1, p 1 -63. 1981.

ZIMMER, P. D.; MATTOS, L. A. T. de; OLIVEIRA, A. C. de; et al., Identification of Rice Mutants (*Oryza sativa* L.) for Agronomical and Root System Traits. **Rev. Bras. Agrociência**, v.9, n.3, p. 195-199, jul-set, 2003.