

# INDUÇÃO DE MUTAÇÃO EM SEMENTES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) E SELEÇÃO DE POSSÍVEIS MUTANTES PARA DORMÊNCIA

## MUTATION INDUCTION IN RICE SEEDS (*Oryza sativa* L.) AND SELECTION OF PUTATIVE MUTANTS FOR DORMANCY

Daniela Mansour<sup>1</sup>, Paulo Dejalma Zimmer<sup>2</sup>, Filipa S. da Fonseca<sup>3</sup>, Geri Eduardo Meneghello<sup>3</sup>

### RESUMO

Uma mutação poderá proporcionar vantagem ou desvantagem competitiva para uma célula, indivíduo, população ou espécie. O trabalho teve por objetivo gerar uma população mutante de arroz a partir da cv. BRS 7 "Taim" e identificar possíveis mutantes para o caráter dormência. Dez mil sementes da cultivar BRS 7 "Taim" foram submetidas a 250Gy de radiação gama. A população M1 foi cultivada em campo para produção da população de sementes M2. Trinta famílias de sementes M2 foram avaliadas quanto à presença de sementes dormentes. A indução de mutação permitiu gerar um banco de mutantes com desempenho diferenciado para o caráter dormência. A família M2 24 parece ser altamente promissora para o estudo do caráter dormência, pois 50 % das sementes apresentavam dormência, enquanto a média das demais famílias foi de 7% e a dormência da cultivar BRS7 Taim foi de 0%.

Termos para indexação: dormência; radiação gama; arroz

### ABSTRACT

A mutation can provide competitive advantage or disadvantage to a cell, individual, population or species. The goal of this work was to generate a mutant population of rice from the BRS 7 "Taim" cultivar and to identify putative mutants for dormancy. Ten thousand seeds of the BRS 7 "Taim" cultivar were submitted to 250 Gy. The M1 population were cultivated in field to produce M2 seeds. Thirty M2 seed families were harvested and evaluated for dormancy. The mutation induction allowed the generation of a mutant bank with differentiated performance for dormancy. The M2 24 seed family seems to be the best one to study the dormancy trait, since 50 % of the seeds presented dormancy, while the average of the others was of 7% and the dormancy of cultivating BRS 7 Taim was of 0%.

Index terms: dormancy; gamma rays; rice

### INTRODUÇÃO

A obtenção de variabilidade mediante o emprego de agentes mutagênicos tem sido amplamente empregada no melhoramento de plantas, em função da capacidade de alterar uma ou mais características desejáveis, melhorando assim as cultivares já existentes e desenvolvendo novos genótipos (MALUSZYNSKI, 1998). De acordo com Elliot (1964), a indução

de mutações benéficas se converteu em um método de grande importância no melhoramento de plantas. Inúmeros trabalhos demonstram resultados positivos obtidos por meio dessa técnica, a qual consiste em provocar alterações no DNA, gerando, dessa forma, um genótipo com uma ou mais características superiores (MALUSZYNSKI *et al.*, 1998; FONSECA *et al.*, 2002; MARTINS *et al.*, 2003; FONSECA *et al.*, 2004). Exercer algum controle sobre a ocorrência de mutações, bem como utilizar técnicas que incrementam o número de mutantes são aspectos que vêm sendo pesquisados (NASCIMENTO JÚNIOR *et al.*, 1990; TULLMANN NETO *et al.*, 2001; PANDINI *et al.*, 1997; ZIMMER *et al.*, 2003).

Uma mutação poderá proporcionar vantagem ou desvantagem competitiva para uma célula, indivíduo, população ou espécie. A agricultura, de um modo geral, é facilitada quando as práticas culturais e manejo podem ser efetuados de forma contínua. Em vista disso, um determinado lote de sementes dormentes pode resultar em campos, com plantas em diferentes estádios de desenvolvimento (FONSECA *et al.*, 2005). Segundo Franzin 2006, do ponto de vista ecológico, a dormência consiste em um fator importante de distribuição de sementes no tempo, através da variação da intensidade de fenômeno entre sementes de uma mesma planta. Sementes dormentes são aquelas que mesmo em condições consideradas ideais para a germinação e desenvolvimento não germinam, apresentam alguma restrição interna à germinação, restrição esta que deve ser superada antes da semeadura (CARDOSO, 2004). Contudo, existem muitas espécies que têm a sobrevivência garantida pela dormência. Trata-se, portanto, de um fenômeno fundamental para a perpetuação e a sobrevivência de muitas espécies vegetais nos mais variados ecossistemas. Também é graças à dormência que sementes de muitas espécies não germinam no fruto quando este, ainda ligado à planta-mãe, encontrar umidade e temperatura favoráveis à germinação (DIAS, 2005).

Estudando a importância do entendimento dos mecanismos que causam a dormência, Dias (2005) destaca basicamente três itens: Dormência física - relacionada à impermeabilidade do envoltório da semente à água; Dormência fisiológica - relacionada aos processos fisiológicos que bloqueiam o crescimento do embrião e Dormência morfológica - relacionada à imaturidade do embrião. Ainda segundo o mesmo autor, algumas espécies apresentam o envoltório impermeável à água, devido à presença de lignina, suberina e outros compostos, sendo necessário rompê-lo ou torná-lo mais permeável. Diversos são os tratamentos para superação desse

<sup>1</sup> Eng. Agr., Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM), Departamento de Fitotecnia (D.Ft.), Campus Universitário, Caixa Postal 354, CEP 96.010-900, Pelotas/RS, e-mail: hmansour@pop.com.br.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Dr., Prof. do Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes/UFPel, e-mail: djzimmer@ufpel.edu.br.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr. em Ciência e Tecnologia de Sementes, FAEM/UFPel.

(Recebido para publicação em 16/01/2009, aprovado em 04/03/2010)

tipo de dormência, por exemplo, através de tratamentos de escarificação, utilizando-se lixa, areia grossa, imersão em água quente ou em produtos químicos abrasivos (ácidos, como o sulfúrico e clorídrico, ou bases). Este mecanismo, de natureza física, é mais comum em leguminosas, cujas sementes, na maioria das vezes, devem ser submetidas aos tratamentos específicos antes da semeadura para a superação da dormência. Na dormência fisiológica, o embrião, apesar de fisicamente estruturado, completo, não germina por razões tais como balanço hormonal inadequado, impermeabilidade do envoltório a trocas gasosas (oxigênio e, ou gás carbônico) ou presença de compostos químicos inibidores. Dias (2005) ainda acrescenta que a superação dessa dormência envolve modificações hormonais no embrião, ou seja, tanto a redução da concentração dos inibidores como a síntese de fitohormônios promotores da germinação. Assim, métodos que atuem impedindo a ação dos primeiros ou que aumentem a concentração dos promotores são os mais recomendados. A embebição direta das sementes em solução de GA pode ser eficaz para algumas espécies como sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) resultados expostos por Filho *et al.* (1987).

Nesse contexto, a geração de uma população mutante de arroz com posterior seleção de possíveis mutantes com dormência poderá contribuir para um melhor entendimento dos mecanismos genéticos envolvidos nestes dois caracteres e para o futuro desenvolvimento de genótipos superiores de arroz.

Sendo assim, nesse trabalho teve-se por objetivo gerar uma população mutante de arroz a partir da cv. BRS 7 “Taim” e identificar possíveis mutantes para o caráter dormência.

## MATERIAL E MÉTODOS

As sementes da cultivar BRS 7 “Taim” sub espécie *Indica* foram obtidas junto ao banco de Gemoplasma da Embrapa Clima Temperado e irradiadas com  $^{60}\text{Co}$  em equipamento Eldorado 78 no Centro de Oncologia/UFPel. Dez mil sementes foram colocadas a 25 cm de distância da fonte de radiação, que apresentava uma força de radiação de 4,975Gy/min. As sementes foram expostas por 40 22`, proporcionando uma dosagem de 250Gy (Dosagem = Força de radiação x tempo de exposição). A partir destas 10.000 sementes da cultivar BRS 7 “Taim” foi gerada uma população de 30 plantas M1. A dosagem de 250Gy, recomendada para a cultivar BRS 7 “Taim” foi estabelecida em estudos anteriores (ZIMMER *et al.*, 2003). Após a irradiação as sementes permaneceram em água corrente por 24 horas e então foram colocadas para germinar em bandejas com solo e adubação recomendada para a cultura. No estágio de plântulas, foram transferidas para o campo experimental (Embrapa Clima Temperado). Ao lado da população mutante (M1), foram semeadas sementes não irradiadas do cultivar BRS 7 “Taim” para controle.

O manejo da cultura (manejo de irrigação, adubação com NPK e controle de plantas daninhas) foi realizado de acordo com as recomendações técnicas (SOSBAI, 2005). Após a maturidade fisiológica de todas as plantas, foram colhidas 30 plantas M1 (formando 30 famílias de sementes M2). As plantas que formaram famílias de sementes M2 foram secadas em secador estacionário com controle de temperatura, mantendo-se em torno de 40°C sob aeração constante, até as sementes atingirem umidade de 12% (Base Úmida), monitorada através do Determinador de Umidade Universal. Após a secagem as sementes foram trilhadas manualmente, limpas, pesadas, contadas, etiquetadas e transferidas para câmara fria e seca,

onde permaneceram por 30 dias. Cada população de sementes M2 recebeu um número de identificação com o seguinte critério: M2 (correspondendo à geração após a mutação) mais um número de ordem (de um a 30).

A viabilidade e o vigor das sementes das famílias M2 foram mensurados através do teste de germinação (viabilidade) e primeira contagem do teste de germinação (vigor), respectivamente, com os resultados expressos em porcentagem. O teste foi adaptado ao número de sementes existentes, pois para muitas famílias M2 não havia sementes suficientes para a realização da análise de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992). Em função disso, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por população M2. As sementes foram colocadas para germinar em papel germiteste, na forma de rolo umedecido com água destilada (2,5 x a massa do papel seco) em germinador de câmara, com umidade relativa de 90 – 95% e temperatura de 25°C. A contagem foi realizada conforme as normas das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), sendo que, aos sete dias (primeira contagem), foram retiradas às plântulas normais e anormais, permanecendo assim somente as sementes que estavam sadias, porém ainda não germinadas. Na segunda e última avaliação, aos 14 dias, foram retiradas as sementes mortas, anormais e as plântulas normais.

A seleção de possíveis mutantes M2 para dormência foi realizada em três etapas (três testes de germinação). As sementes que não germinaram e não estavam mortas no teste de viabilidade e vigor foram secadas a 37°C, durante 2h em estufa de aquecimento com circulação de ar e armazenadas em câmara fria e seca com temperatura de 10-15°C e UR de 25%, por 90 dias, sendo, então, realizado o segundo teste de germinação, com as sementes pré-selecionadas, conforme as condições descritas anteriormente. As sementes que não germinaram no segundo teste de germinação foram colocadas à 50°C por 96h, em estufa, para superação de dormência (BRASIL, 1992) e submetidas a um terceiro teste de germinação. As sementes que ainda não germinaram, foram analisadas através do teste de tetrazólio a 0,5% do sal 2,3,5 cloreto de trifênil – tetrazólio (BRASIL, 1992), para verificação da viabilidade, já que esse teste, de uma forma rápida, fornece informações sobre a qualidade fisiológica da semente.

Para tanto as sementes remanescentes do teste de germinação foram preparadas de acordo com as RAS (BRASIL, 1992), expondo os tecidos das estruturas reconhecidas como sendo “tecidos essenciais” das sementes por meio de um corte longitudinal e bilateral ao longo do embrião, realizado com uma lâmina e imersas em solução aquosa (0,5%) do sal tetrazólio e protegidas da luz direta, para a devida coloração. A avaliação foi realizada após 1h a 40°C onde foram visualizadas em lupa de mesa. Foram consideradas viáveis as sementes que apresentavam coloração vermelha no embrião e consideradas inviáveis as que não apresentavam coloração vermelha nas estruturas essenciais do embrião. Os resultados do teste foram expressos em porcentagem.

As plântulas selecionadas para dormência (originadas de sementes dormentes) foram transferidas para baldes contendo solo, adubado de acordo com as recomendações para a cultura do arroz (SOSBAI, 2005), e cultivadas em casa de vegetação para produção de sementes M3.

Os dados da seleção de dormência foram submetidos separadamente à análise de variância e comparação de médias para o fator genótipo, considerando todas as variáveis analisadas. Todas as análises foram efetuadas com o programa SASM-AGRI (CANTERI *et al.*, 2001), sendo que as

médias foram comparadas de acordo com os critérios estabelecidos por Scott & Knott (1974), com nível de significância de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O motivo da baixa incidência e utilização de famílias M1 colhidas é devido alta mortalidade, que pode ser explicada pelos efeitos da radiação. Embora em outros estudos a taxa de mortalidade pode ter sido menor, a presente pesquisa foi conduzida no campo (as sementes foram irradiadas em laboratório e, como mencionado em material e métodos, foram transferidas para o campo no estágio de plântulas) onde, de forma geral, a germinação e o estabelecimento das plantas são menores. Por meio do cultivo no campo foi possível a colheita de uma geração de sementes M2, obtendo-se desta forma um banco de possíveis mutantes por meio de mutação artificial de aproximadamente 18000 sementes M2, subdivididas em 30

famílias. A família de sementes M2 foi testada quanto à viabilidade (teste de germinação) e vigor (primeira contagem do teste de germinação), os resultados sugerem que a indução de mutação não interferiu sobre a viabilidade e vigor das sementes M2.

Houve grande variação no desempenho das sementes das famílias M2 quanto ao caráter dormência (Figura 1). Das 30 famílias de mutantes testadas para o caráter, além da testemunha BRS 7 “Taim”, somente as famílias M2 2, 3, 5, 8, 9, 12, 13, 16, 19, 20, 23, 24 e 29 foram analisadas pelo teste de tetrazólio para verificar possível dormência ou inviabilidade das sementes não germinadas. Todas as sementes analisadas pelo tetrazólio não estavam dormentes, sugerindo que não germinaram devido ao fato de que estavam mortas. Apenas foram avaliadas pelo teste de tetrazólio as famílias que tiveram sementes as quais não germinaram pelo teste de germinação tanto na primeira como na segunda contagem.

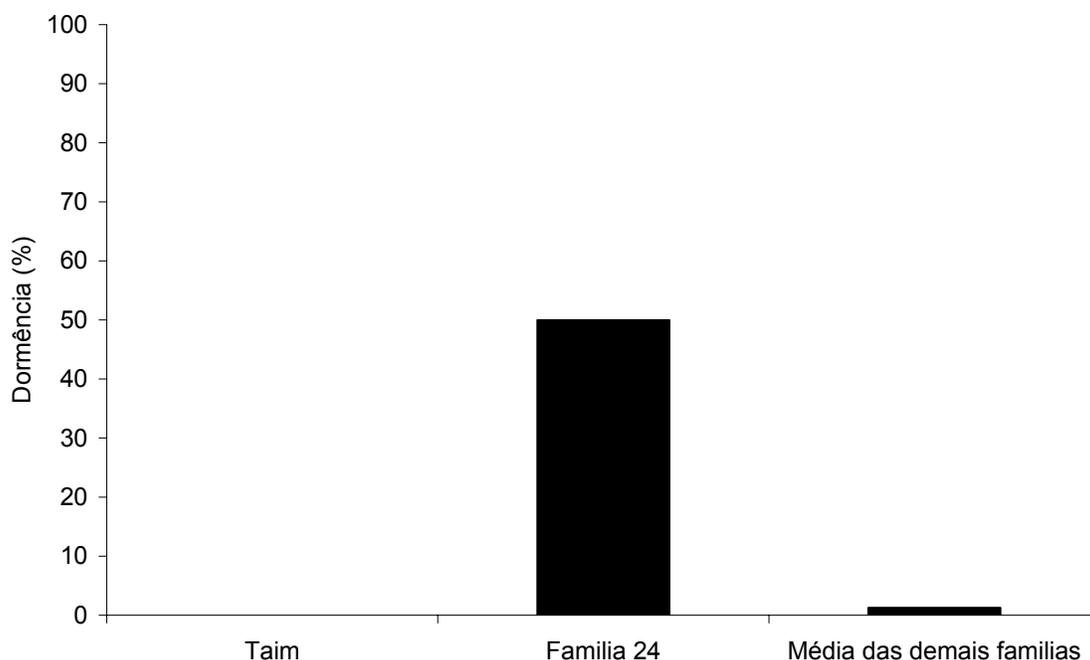


Figura 1 - Percentual de dormência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) da cultivar testemunha BRS 7 “Taim”, da família M2 24 e a média das demais famílias M2. FAEM/UFPEl, Pelotas, 2006

Quanto ao caráter dormência, as famílias M2 foram separadas em cinco grupos distintos, de acordo com o teste de comparação de médias de Scott & Knott a 5% de probabilidade (Tabela 1). O primeiro grupo foi formado apenas pela população M2 24 que possuía 50% das sementes dormentes (Figura 1), sendo desta forma, a melhor possibilidade para estudos futuros relacionados aos mecanismos envolvidos na dormência do arroz. O nível de dormência desta população mutante superou os resultados obtidos com outros genótipos em estudo realizado por Oka (1988). O segundo grupo envolveu as famílias M2 28, 13, 2, 29 e 12, com percentual de dormência variando de 7 a 5,5%. O terceiro grupo foi formado pelas famílias M2 8, 19, 3 e 16, com percentual de dormência variando de 4,5 a 3,5%. O quarto grupo foi formado pelas famílias M2 5, 20, 23 e 9, com percentual de dormência variando de 2,25 a 1,75% (Tabela 1). As demais famílias M2 apresentaram desempenho similar à testemunha BRS 7 “Taim”, isto é, não apresentando sementes dormentes, situando-se

assim no quinto e último grupo de classificação para o caráter dormência. Embora os resultados representem apenas uma geração, observa-se por meio deles, que a radiação gama pode ter sido efetiva na geração de mutantes envolvidos com o caráter dormência. Vale salientar em concordância com o trabalho de Mei *et al.* (1994) onde diz que os efeitos observados nas famílias mutantes dependem da dose aplicada durante a indução de mutação, por exemplo, que em algumas cultivares de milho e arroz há variações observadas a partir da dose de 90-100Gy, sendo essas variações as mais diversas, tais como variação na taxa de germinação, maturidade dentre muitos caracteres favoráveis ao estabelecimento da cultura. Léon-Kloosterziel *et al.* (1996) utilizou semelhante metodologia usada nesse trabalho, com uma dosagem de irradiação entre 200-300Gy em <sup>60</sup>Co, para *A. thaliana* e constatou que a população M2 foi afetada quanto a dormência. Dois mutantes em específico foram isolados diretamente como apresentando redução na intensidade de dormência, que, segundo o autor é

uma dormência afetada pelo tegumento. Os mutantes que Léon-Kloosterziel *et al.* (1996) apresenta neste trabalho, sendo eles denominados rdo1 e rdo2 sugere possuírem genes envolvidos em algumas rotas metabólicas no desenvolvimento da dormência. Em outro trabalho realizado com a espécie *Arabidopsis thaliana*, Chiwocha *et al.* (2005), demonstram

claramente os resultados da mutação, na qual, um mutante denominado - *etr1-2* confere resultados dominantes sobre os efeitos do etileno e em proporção maior quando comparados com resultados obtidos com sementes maduras selvagens da mesma espécie.

Tabela 1 - Médias do percentual de dormência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) de 30 famílias M2, medidas mediante teste padrão de germinação. FAEM/UFPel, Pelotas, 2006

Genótipos	Médias*
24	50,00 a
28	7,00 b
13	7,00 b
2	6,25 b
29	6,25 b
12	5,50 b
8	4,50 c
19	4,00 c
3	3,50 c
16	3,50 c
5	2,25 d
20	2,25 d
23	2,25 d
9	1,75 d
1	0 e
4	0 e
6	0 e
7	0 e
10	0 e
11	0 e
14	0 e
15	0 e
17	0 e
18	0 e
21	0 e
22	0 e
25	0 e
26	0 e
27	0 e
30	0 e
BRS 7 Taim	0 e
C.V.	27,54%

\* - Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente de acordo com Scott – Knott a 5% de probabilidade.

Muitos autores concordam quando se sugere que a mutação influencia ou até mesmo desequilibra o balanço hormonal, demonstrações para tal estão no trabalho de Molina-Cano *et al.* (1999) no qual populações mutantes de cevada da cultivar “Triunfo” foram selecionadas para redução na incidência da dormência. Neste trabalho foi utilizada uma linhagem que germinava prontamente em duas semanas após a colheita, sendo então classificada como insensível ao ABA

(ácido abscísico), quando comparada com a linhagem - paterna que foi inibida pela presença de ABA. Este mutante da cultivar “Triunfo” de cevada recebeu a nomenclatura de TL43, genotipicamente e fenotipicamente similar ao “Triunfo” em circunstâncias crescentes, exceto pelo tamanho de um grão ligeiramente reduzido. O mutante pareceu ser diferente daqueles com insensibilidade ao ABA ou alterou a dormência documentada previamente na cultivar cevada não mutante.

Indubitavelmente há de se considerar que qualquer evento pode modificar/ou alterar a condição de dormência das sementes de diversas espécies, havendo, entretanto um imenso esforço por parte dos pesquisadores para desvendar quais são seus mecanismos e principalmente como eles agem.

## CONCLUSÕES

A indução de mutação permitiu gerar um banco de mutantes com desempenho diferenciado para o caractere dormência. A população de sementes M2 24 é promissora para o estudo do caráter dormência em arroz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM – AGRI: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v.1, n.2, p.18-24, 2001.

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A.; BORGHETTI, F. (orgs.) **Germinação**: do básico ao aplicado. Artmed: Porto Alegre, cap.5, 2004, p.95-108.

CHIWOCHA, S.D.S.; CUTLER, A.J.; ARAMS, S.R.; AMBROSE, S.J.; YANG, J.A.; ROSS, R.S. The *etr1-2* mutation in *Arabidopsis thaliana* affects the abscisic acid, auxin, cytokinin and gibberellin metabolic pathways during maintenance of seed germination dormancy, moist-chilling and germination. **The Plant Journal**, Glen Ellyn, v.42, n.1, p.35-48, 2005.

DIAS, D.C. Dormência em sementes, mecanismos de sobrevivência das espécies. **Seed News**, Pelotas, n.4, p.24-28, julho/agosto 2005.

ELLIOT, F.C. Citogenética y mejoramiento de plantas. **Compañía Editorial Continental**, p.121-166, 1964.

FILHO, M.F.; KOMATSU, Y.H.; BARZAGHI, L. Métodos para superar a dormência de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.65-74, 1987.

FONSECA, F.S da; ZIMMER, P.D.; MATTOS, L.A. *et al.* Avaliação morfológica em plântulas de aveia (*Avena sativa* L.) Irradiadas com Raios gama (<sup>60</sup>Co). In: 22ª REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Anais...** Ed. UPF, Passo Fundo, p.356-358. Passo Fundo, RS, 2002.

FONSECA, F.S da; ZIMMER, P.D.; OLIVEIRA, A.C de. *et al.* Mutação artificial e seleção direta do sistema radicular do arroz (*Oryza sativa* L.) em estádios iniciais de desenvolvimento. In: XIX SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS. **Anais...** Asunción, Paraguay, 2004.

FONSECA, F.S da; ZIMMER, P.D; MANSOUR, D.H *et al.* Efeitos da Indução de Mutação Sobre a Dormência Primária

em Sementes de Arroz (*Oryza sativa* L.) In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO E XXVI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. **Anais...** v.II, p.366-368, Santa Maria, RS, 9 a 12 de Agosto 2005.

FRANZIN, S.M. **Dormência e pré-germinação de sementes de arroz**. Pelotas, 2006. 109f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria.

LÉON-KLOOSTERZIEL, K.M.; VAN DE BUNT, G.A.; ZEEVAART, J.A.D.; KOORNNEE, M. Arabidopsis mutants with a reduced seed dormancy. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.110, p.233-240, 1996.

MALUSZYNSKI, M. Crop germplasm enhancement through mutation techniques. In: RUTGER, J.N.; ROBINSON, J.F.; DILDAY, R.H. **Proceedings of the international Symposium on Rice Germplasm Evaluation and Enhancement**. Arkansas, USA, 1998. 228p.

MALUSZYNSKI, M.; AHOOWALIA, B.; ASHRI, A.; NICTERLEIN, K.; VAN ZANTEN, L. Induced mutations in rice breeding and germplasm enhancement In: **Proceedings Of The 19<sup>th</sup> Session Of The International Rice Commission**. Cairo, Egypt, 7-9 September 1998.

MEI, M.; DENG, H.; LU, Y. *et al.* Mutagenic effects of heavy ion radiation in plants. **Advances in Space Research**. Oxford, v.14, n.10, p.363-372. 1994.

MARTINS, A.F; ZIMMER, P.D; OLIVEIRA, A.C. de Mutations affecting root morphology in rice as a tool functional genomics. In. INTERNATIONAL RICE GENOME MEETING-TSUKUBA INTERNATIONAL CONGRESS CENTER, 2003.

MOLINA-CANO, J.L.; SOPENA, A.; SWANSTON, J.S. *et al.* A mutant induced in the malting barley cv Triumph with reduced dormancy and ABA response. **TAG - Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.98, n.3-4, p.347-355. 1999.

NASCIMENTO JUNIOR, A.; CARVALHO, F.I.F.; BARBOSA NETO, J.F. Agentes mutagênicos e a intensidade de variabilidade genética em caracteres adaptativos na cultura de aveia (*Avena sativa* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, n.26, p.199-216, 1990.

OKA, H.I. **Origin of cultivated rice**. Japan Scientific Society Press, Tokyo 1988, 209p.

PANDINI, F.; CARVALHO, F.I.F.; BARBOSA NETO, J.F. Uso de mutações induzidas e cruzamentos recíprocos no incremento da variabilidade genética para o caráter ciclo vegetativo em triticale. **Ciência Rural**, Santa Maria, n.27, n.2. p.201-206, Santa Maria, RS, 1997.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n.3, p.505-512, 1974.

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, XXVI Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. 159p., Santa Maria: SOSBAI, 2005.

MANSOUR *et al.* Indução de mutação em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) e seleção de possíveis mutantes para dormência

TULMANN NETO, A.; ALVES, C.M.; CAMARGO, C.E.O.; CASTRO, J.L.; FERREIRA FILHO, W.P. New wheat genotypes tolerante to aluminium toxicity obtained by mutation induction. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.61-70, 2001.

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. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, n.3, p.195-199, 2003.