

# CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE TRÊS GRUPOS DE ARROZ-DE-SEQUEIRO DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS POR MEIO DA SENSITIVIDADE À RADIAÇÃO GAMA<sup>(1)</sup>

LUÍS ROBERTO FRANCO RODRIGUES<sup>(2)</sup>; AKIHIKO ANDO<sup>(3)</sup>

## RESUMO

A caracterização e avaliação de variedades de arroz auxiliam na seleção dos parentais e na ampliação da base genética dos programas de melhoramento. Este trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar três grupos de arroz-de-sequeiro (*Oryza sativa* L.) de diferentes procedências por meio da sensibilidade à radiação gama. Sementes de 84 variedades procedentes do Japão, Filipinas e Brasil foram submetidas a várias dosagens de radiação gama e semeadas em caixas de madeira no delineamento em blocos completos ao acaso com três repetições. O experimento foi instalado em casa de vegetação, em 1991, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da Universidade de São Paulo (USP). Mediu-se a sensibilidade por meio dos efeitos fisiológicos produzidos na geração  $M_1$ ; determinaram-se as porcentagens de emergência, a sobrevivência e a altura das plântulas. Os resultados mostraram diferenças significativas de sensibilidade à radiação gama entre grupos em todos os caracteres avaliados.

Palavras-chave: arroz-de-sequeiro, *Oryza sativa* L., Índica, Japônica, emergência, altura de plântula, taxa de sobrevivência, sensibilidade, radiação gama.

## ABSTRACT

### CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF THREE GROUPS OF RICE UPLAND OF DIFFERENT ORIGINS THROUGH GAMMA-RAY SENSITIVITY

The characterization and evaluation of varieties of rice aid in the parents selection and in the increase of the genetic base of breeding programs. The present work was carried out to characterize and to evaluate three groups of rice upland (*Oryza sativa* L.) of different origins through gamma-ray sensitivity. Seeds of 84 varieties collected from Japan, Philippines and Brazil, were submitted to various doses of gamma-radiation and sown in wooden boxes. The experiment was conducted in 1991 at greenhouse according to randomized complete block design with three replications. Physiological effects caused by radiation in the  $M_1$  generation, such as seed emergency, seedling height and survival rate, were determined and evaluated. The results showed significant differences of sensitivity to the radiation among three groups for all traits evaluated.

**Key words:** upland rice, *Oryza sativa* L., Indica, Japônica, seed emergency, seedling height, survival rate, sensitivity, gamma-radiation.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas principais mais importantes, pois alimenta mais da metade da população mundial e fornece vários subprodutos.

Nos últimos anos, a variabilidade genética reduzida em função da base genética estreita, associada a práticas culturais modernas e aos cultivos sucessivos, tem aumentado a vulnerabilidade genética da cultura, principalmente à incidência de pragas e doenças

(KHUSH, 1991), bem como dificultado a superação de patamares de produtividade (GUIMARÃES et al., 1996; MONTALVÁN et al., 1998).

A caracterização e a avaliação de coleções de germoplasma têm auxiliado na identificação, na conservação e na maior exploração da variabilidade genética.

Os métodos bioquímicos tais como reação ao fenol, resistência ao clorato de potássio, teste do álcali e padrão isoenzimático, além de outros, têm sido muito úteis na

<sup>(1)</sup> Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Recebido para publicação em 23 de outubro de 2000 e aceito em 28 de fevereiro de 2002.

<sup>(2)</sup> Departamento de Genética da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Distrito de Rubião Júnior s/n, 13618-000 Botucatu (SP).

<sup>(3)</sup> Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Caixa Postal 96, 13400-970 Piracicaba (SP).

caracterização e classificação das variedades de arroz em grupos Índica, Japônica Temperado e Japônica Tropical (KATO et al. 1928; OKA, 1958), para selecionar os parentais e ampliar a base genética dos programas de melhoramento (FERREIRA et al., 2000). Entretanto, esses métodos apresentam desvantagem porque inutilizam a amostra biológica. Desse modo, seria interessante o desenvolvimento de métodos que não inutilizassem o material a ser caracterizado e avaliado.

Desde os estudos iniciais feitos por JOHNSON (1933) e SMITH (1942), constata-se que variedades, linhagens, híbridos, grupos varietais, tecidos e órgãos vegetais e estágio fenológico da planta podem apresentar diferenças de sensibilidade à radiação gama ou de radiosensibilidade. Em milho, verificou-se que as linhagens são mais radiosensíveis que os híbridos simples e estes, por sua vez, mais radiosensíveis que os duplos (SARIC, 1961). Entre os grupos Índica e Japônica também há diferenças de radiosensibilidade (FUJII, 1962).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar três grupos de arroz-de-sequeiro procedentes do Japão, Filipinas e Brasil por meio da sensibilidade à radiação gama.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O Departamento de Genética da ESALQ/USP mantém uma coleção de germoplasma de arroz-de-sequeiro (*Oryza sativa* L.) procedente da Estação Experimental de Arroz-de-sequeiro do Japão, do International Rice Research Institute (IRRI) das Filipinas, do Instituto Agrônomo (IAC), Campinas (SP) e do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão CNPAF/EMBRAPA, Goiânia (GO). Em 1990, a coleção foi renovada no campo experimental do próprio departamento. No período de março a abril, as sementes de cada variedade foram coletadas separadamente, pesadas e armazenadas em condições ambientais. Selecionaram-se, com base na maior produção de grãos, 84 variedades de procedências japonesa, filipina e brasileira mais bem adaptadas às condições climáticas de Piracicaba (SP) - Quadro 1. As variedades japonesas utilizadas pertencem ao grupo Japônica e as filipinas, ao grupo Índica. No grupo brasileiro foram identificadas, por meio de marcadores RAPD específicos, algumas variedades como pertencentes ao grupo Japônica, tais como Bico Ganga, Guaíra, Dourado Precoce, Prato Precoce, Iguapé e Agulha ESAV (FERREIRA et al., 2000).

Em dezembro de 1991, instalou-se o experimento em casa de vegetação do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da Universidade de São Paulo (USP). Amostras de 75 sementes secas, uniformes, férteis

e com 14% de umidade foram submetidas à exposição aguda de radiação gama nas doses 0, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 Gy, utilizando-se como fonte de raios gama ( $^{60}\text{Co}$ ) o irradiador Gammabeam 650 do CENA. A taxa de dose variou de um experimento para o outro, sendo a mínima de 1.070 Gy por hora e a máxima de 1.270 Gy por hora, mantendo-se constante a distância do material em relação à fonte.

Após a irradiação, as sementes irradiadas e as não-irradiadas (controle) foram semeadas imediatamente em caixas de madeira de 1,10 m x 1,26 m com terra preparada; adotou-se o delineamento em blocos completos ao acaso com três repetições e 25 sementes por parcela, totalizando 20,79 m<sup>2</sup> de área útil.

Mediu-se a radiosensibilidade de plântulas M1 aos 7, 10 e 30 dias anotando-se respectivamente: o número de plântulas emergentes com 5 mm ou mais de altura; a altura das plântulas - do solo até o ponto mais alto da folha com maior altura, e o número de plântulas sobreviventes.

Os dados experimentais foram obtidos de 18 plantas por parcela, selecionadas aleatoriamente, totalizando 31.752 plântulas avaliadas. As análises estatísticas foram feitas com os dados das porcentagens de emergência e sobrevivência transformados em arco seno  $\sqrt{x/100}$ , e com os dados originais de altura. Efetuou-se a análise de todos os caracteres com base no seguinte modelo:

$$\bar{Y}_{ijk} = m + g_i + v_{(ij)} + d_k + gd_{ik} + vd_{(ijk)} + e_{ijk}$$

em que:

$\bar{Y}_{ijk}$ : é o valor observado referente à parcela que recebeu o germoplasma j, do grupo i com a dosagem k;

m: é a média geral;

$g_i$ : é efeito fixo de grupo i, (i = 1, 2, 3);

$v_{(ij)}$ : é o efeito fixo do germoplasma j dentro do grupo i (j = 1, ..., j);

$d_k$ : é o efeito fixo da dose k (k = 1, ..., k);

$gd_{ik}$ : é o efeito fixo da interação do grupo i com a dose k;

$vd_{(ijk)}$ : é o efeito fixo da interação do germoplasma j com a dose k no grupo i;

$e_{ijk}$ : erro médio associado à observação  $\bar{Y}_{ijk}$ .

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado das análises da variância evidenciou diferenças significativas entre as médias de grupo, de variedades dentro de grupo, de doses, de interações de grupo x dose e de variedades x dose dentro de grupo, ao nível de 1% pelo teste F para todos os caracteres avaliados (Quadro 2).

O valor de F significativo para a altura já era esperado, uma vez que entre variedades e entre grupos existe grande variação.

**Quadro 1.** Variedades japonesas, filipinas e brasileiras utilizadas na caracterização e avaliação de grupos de arroz-de-sequeiro por meio da sensibilidade à radiação gama

Número	Nome	Banco de origem	Número	Nome	Banco de origem
01	Senshou	Japão	43	Khao Phe	Filipinas
02	Oohata	“	44	Khao Khay	“
03	Habiro	“	45	Khao Noi	“
04	Iwate Hata Mochi	“	46	Daw Pao	“
05	Kyuushuu	“	47	Mah Nam Pui	“
06	Oohata Mochi	“	48	Pah Yan	“
07	Kinryuu	“	49	Khao Khao	“
08	Nasukogane	“	50	Graboon	“
09	Kurasawa	“	51	Khao Seng	“
10	Yonoyuki Mochi	“	52	Khao Mai Khai	“
11	Terenzu	“	53	Wiang	“
12	Gaisen Mochi	“	54	Betete	“
13	Owari Hata Mochi	“	55	Ketan Cere	“
14	Nourin 5	“	56	Selibon Siangan	“
15	Hakamuri	“	57	Bico Ganga	Brasil
16	Esojima	“	58	Guaira	“
17	Nourin Mochi 17	“	59	Dourado Precoce	“
18	Col/Fukui/1965	“	60	Amarelão	“
19	Bansei Mochi	“	61	Pratão Precoce	“
20	Tomoe Mochi	“	62	IPSL 469	“
21	Nourin 16	“	63	IPSL 2270	“
23	Kahee	“	65	Iguapão	“
24	Ishiwari Mochi	“	66	Iguapé	“
25	Hakabou Aikoku	“	67	Montanha Liso	“
26	Urasan	“	68	Pérola de Campinas	“
27	Yakari	“	69	Guapinha	“
28	Bansei Tarou	“	70	Agulha ESAV	“
29	E 425	Filipinas	71	Enche Tulha	“
30	Matopu Garatas	“	72	Mogi	“
31	Daja	“	73	Dourado Liso	“
32	Ketek	“	74	Jaguarí	“
33	Sono Atom	“	75	Cateto Dourado	“
34	Rusip	“	76	Dourado Seco	“
35	Lokan	“	77	Matão Branco	“
36	Ketji	“	78	Pratão de Campinas	“
37	Serung	“	79	Pindorama	“
38	Menurun	“	80	Dourado Agulha2	“
39	Majangan	“	81	Birigui	“
40	Lembese	“	82	9-v-11	“
41	Tjempo Tsino	“	83	11-v-22	“
42	Khao Sum neua2	“	84	11-v-26	“

**Quadro 2.** Resumo das análises da variância da emergência, altura e sobrevivência de plântulas M<sub>1</sub> de 84 variedades de arroz-de-sequeiro irradiadas com diferentes doses de raios gama. Piracicaba (SP), 1991

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Emergência	Altura	Sobrevivência
Grupos	2	3.719,57**	17,71**	3.688,09**
Variedades/grupos	81	866,71**	74,31**	1.290,84**
Dose	6	3.189,45**	1.330,20**	5.891,14**
Grupo x dose	12	209,83**	5,46**	156,14**
Variedade x dose/grupo	486	134,92**	7,74**	144,36**
Resíduo	1.176	74,77	1,20	71,90
Média		67,29	10,98	65,15
CV (%)		12,85	9,98	13,01

\*\* : Significativo a 1%.

Geralmente, as variedades filipinas e brasileiras são mais altas que as japonesas. As diferenças encontradas em porcentagem de emergência podem estar relacionadas com o grau de dormência das sementes. No presente trabalho não foi medida a velocidade de germinação em períodos diversos; verificou-se, no entanto, em Roberts (1963), que variedades do grupo Japônica apresentaram menor grau de dormência que as variedades do grupo Índica. As diferenças observadas entre doses de radiação gama são comuns em experimentos em que se utilizam mutagênicos. De acordo com o objetivo deste trabalho, foram encontradas diferenças para as interações entre grupos x dose, comprovando que os grupos responderam distintamente em relação às dosagens do mutagênico, existindo, portanto, diferenças de radiosensibilidade entre eles. Os fatores responsáveis pela diferença de radiosensibilidade entre variedades e entre grupos podem ser físicos (tipo de radiação, dose, taxa de dose, exposição aguda e crônica), biológicos (conteúdo de DNA, volume nuclear e do cromossomo interfásico, nível de ploidia, heterozigose), químicos e ambientais (teor de umidade, temperatura, tempo de armazenagem, presença de oxigênio, hidrogênio e ausência ou baixa concentração de substância protetoras nas sementes ou tecidos vegetais).

Uma relação importante foi encontrada entre o teor de umidade e a radiosensibilidade (CALDECOTT, 1955). O autor verificou que em sementes com 16% de teor de umidade, uma dose de 45 Kr de raios X produziu 32% de sobrevivência. A mesma porcentagem foi observada em sementes com 4% de umidade aplicando-se 10 Kr. Neste trabalho, a porcentagem de umidade das sementes não pode ser considerada a responsável pela diferença de radiosensibilidade entre as variedades e entre grupos em razão da sua uniformidade que foi de 14%.

A comparação das médias dentro de grupos pelo teste de Tukey para todos os caracteres encontra-se nos quadros 3, 4 e 5.

No quadro 3, nota-se que o número de plântulas M1 emergidas não diferiu significativamente em relação ao controle para os grupos japonês, filipino e brasileiro, até as doses de 60 Gy, 180 Gy e 180 Gy respectivamente. A redução da emergência de plântulas M1 pode ser atribuída a efeitos fisiológicos de origem cromossômica e extracromossômica (GAUL, 1977).

Avaliando-se a altura, observa-se que os grupos japonês, filipino e brasileiro, até as doses de 60 Gy, 120 Gy e 60 Gy, respectivamente, não diferiram significativamente em relação ao controle (Quadro 4). A redução da altura também é atribuída a fatores fisiológicos, fato constatado em vários trabalhos. Para esse caráter a GR 50 (dose que causa 50% de redução de altura) foi alcançada na dose de 360 Gy.

**Quadro 3.** Médias e porcentagens médias de emergência de plântulas M<sub>1</sub> dentro de grupos<sup>(1)</sup> em função das doses de radiação gama aplicadas em variedades de arroz-de-sequeiro. Piracicaba (SP) 1991

Dose/Gy	Emergência	Média <sup>(2)</sup> %
<b>Japonês</b>		
0	70,61	(100,00)
60	68,13 ab	(96,49)
120	64,67 bc	(91,59)
180	65,03 bc	(92,10)
240	62,55 bc	(88,59)
300	63,82 cd	(90,38)
360	60,62d	(85,85)
CV (%)	10,26	-
D.M.S.	5,80	-
<b>Filipino</b>		
0	74,61 a	(100,00)
60	72,63 ab	(97,35)
120	70,53 ab	(96,05)
180	71,66 abc	(94,53)
240	68,76 bcd	(92,16)
300	66,24 cd	(88,78)
360	65,02 d	(87,15)
CV (%)	11,30	-
D.M.S.	5,70	-
<b>Brasileiro</b>		
0	71,70 a	(100,00)
60	71,89 a	(100,30)
120	69,97 ab	(97,59)
180	66,67 ab	(92,98)
240	66,43 bc	(92,65)
300	63,81 cd	(89,00)
360	61,10 d	(85,22)
CV (%)	13,30	-
D.M.S.	5,30	-

(<sup>1</sup>) Avaliaram-se em cada grupo 28 variedades. (<sup>2</sup>) Porcentagens médias calculadas em relação ao controle considerado como 100%. Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Para o caráter sobrevivência, constata-se no quadro 5 que os grupos japonês, filipino e brasileiro, até as doses de 60 Gy, 240 Gy e 180 Gy, respectivamente, não diferiram em relação ao controle.

Na figura 1, observa-se como os grupos foram afetados pela radiação gama em cada caráter. De modo geral, pode-se dizer que os grupos apresentam diferenças, entretanto, não são marcantes. Por isso, julgou-se necessário que a comparação entre grupos fosse feita por dose para que os três grupos pudessem ser especificados.

A comparação de médias de doses entre os grupos japonês, filipino e brasileiro pelo teste de Tukey para emergência, altura e sobrevivência apresenta-se no quadro 6. Em termos gerais, os três caracteres analisados nas respectivas dosagens de raios gama não apresentaram grandes diferenças.

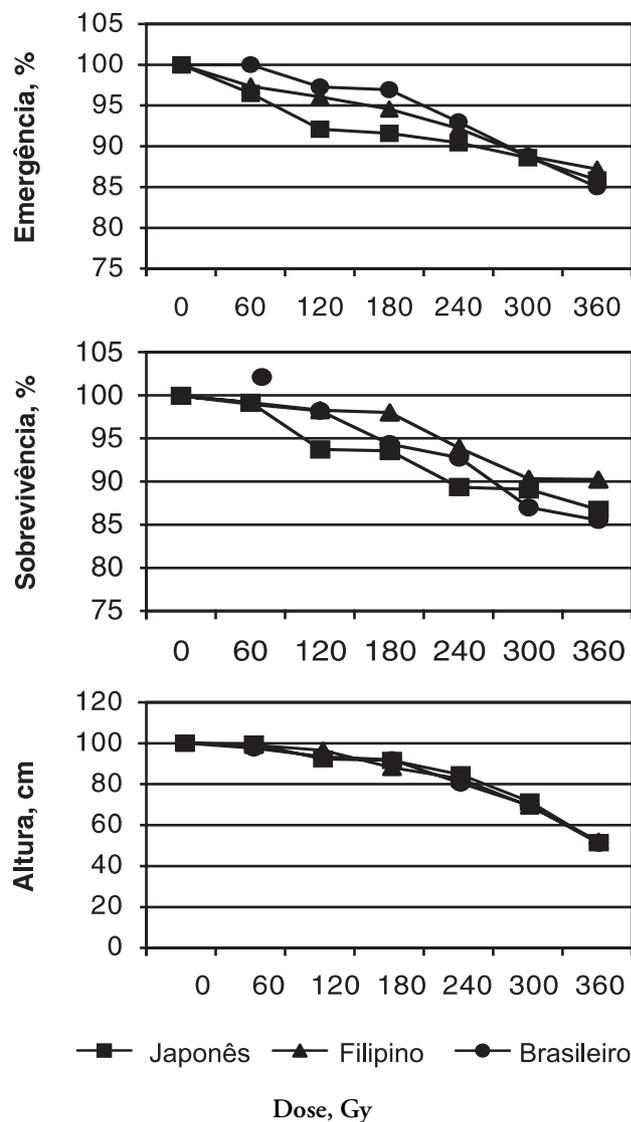


Figura 1. Relação entre doses de radiação gama e porcentagem média de emergência (A), de sobrevivência (B) e altura média de plântulas M<sub>1</sub> em relação ao controle considerado como 100%.

Para a emergência, o grupo filipino mostrou-se diferente do japonês nas doses de 60 Gy, 120 Gy, 180 Gy, 240 Gy e 360 Gy. O grupo brasileiro, por sua vez, apresenta comportamento semelhante aos grupos japonês e filipino, sendo igual ao japonês em todas as doses, exceto na de 120 Gy, e igual ao filipino nas demais, exceto em 180 Gy. Na dose 360 Gy, as reduções da emergência foram 85,85% para o grupo japonês, 87,15% para o filipino e 85,22% para o brasileiro.

Para o caráter altura, constatou-se que os grupos não apresentaram diferenças entre si, exceto na dose de 360 Gy em que o grupo japonês difere do filipino, mas não do brasileiro na mesma dose. Na dose 360 Gy, as reduções de altura foram 57,25% para o grupo japonês, 51,82% para o grupo filipino e 50,76% para o grupo brasileiro.

Quanto à sobrevivência, verificou-se que os grupos filipinos e brasileiros são iguais em todas as dosagens, exceto na dose 360 Gy. O grupo japonês, por sua vez, não difere do grupo filipino nas doses 0 e 300 Gy e, do grupo brasileiro, nas doses 0, 180, 300 e 360 Gy. Na dose 360 Gy, as reduções no número de plântulas sobreviventes dos três grupos em relação ao controle foram 86,78% para o japonês, 88,23% para o filipino e 85,53% para o brasileiro.

É importante ressaltar que, entre os caracteres avaliados, o caráter altura foi o mais afetado pela radiação e também o que menos contribuiu para as diferenças gerais entre os grupos, ao passo que o caráter sobrevivência foi o menos afetado.

Os resultados apresentados em relação às reduções de altura e sobrevivência não estão de acordo com os encontrados, respectivamente, por FUJII (1962) e Sii e

Quadro 4. Médias e porcentagens médias de altura de plântulas M<sub>1</sub> dentro de grupos<sup>(1)</sup> em função das doses de radiação gama aplicadas em variedades de arroz-de-sequeiro. Piracicaba (SP), 1991

Dose/Gy	Altura cm	Média <sup>(2)</sup> %
<b>Japonês</b>		
0	13,03 a	(100,00)
60	13,07 a	(100,31)
120	12,07 b	(92,63)
180	11,94 b	(91,63)
240	11,04 c	(84,73)
300	9,30 d	(71,37)
360	7,46 e	(57,25)
CV (%)	16,21	-
D.M.S.	0,81	-
<b>Filipino</b>		
0	12,89 a	(100,00)
60	12,75 a	(98,91)
120	12,42 a	(96,35)
180	11,34 b	(87,98)
240	10,64 b	(82,54)
300	8,89 c	(68,97)
360	6,68 d	(51,82)
CV (%)	16,76	-
D.M.S.	0,69	-
<b>Brasileiro</b>		
0	13,12 a	(100,00)
60	12,79 ab	(97,48)
120	12,24 bc	(93,29)
180	12,08 c	(92,07)
240	10,52 d	(80,18)
300	9,10 e	(69,36)
360	6,66 f	(50,76)
CV (%)	15,34	-
D.M.S.	0,70	-

(<sup>1</sup>) Avaliaram-se em cada grupo 28 variedades. (<sup>2</sup>) Porcentagens médias calculadas em relação ao controle considerado como 100%. Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

**Quadro 5.** Médias e porcentagens médias de sobrevivência de plântulas M<sub>1</sub> dentro de grupos<sup>(1)</sup> em função das doses de radiação gama aplicadas em variedades de arroz-de-sequeiro. Piracicaba (SP), 1991

Dose/Gy	Sobrevivência	Média <sup>(2)</sup> %
	<b>Japonês</b>	
0	67,99 a	(100,00)
60	67,63 ab	(99,47)
120	67,42 b	(99,16)
180	63,77 c	(93,79)
240	60,77 d	(89,38)
300	60,61 d	(89,15)
360	59,00 e	(86,78)
CV (%)	0,40	-
D.M.S.	18,00	-
	<b>Filipino</b>	
0	71,44 a	(100,00)
60	70,88 a	(99,23)
120	70,23 a	(98,31)
180	70,05 a	(98,05)
240	67,15 ab	(93,99)
300	64,54 b	(90,34)
360	63,03 b	(88,23)
CV (%)	12,10	-
D.M.S.	6,80	-
	<b>Brasileiro</b>	
0	71,09 a	(100,00)
60	70,40 b	(99,03)
120	69,82 ab	(98,21)
180	67,07 ab	(94,35)
240	65,96 bc	(92,78)
300	61,84 c	(86,99)
360	60,80 c1	(85,53)
CV (%)	5,8	-
D.M.S.	19,00	-

(<sup>1</sup>) Avaliaram-se em cada grupo 28 variedades. (<sup>2</sup>) Porcentagens médias calculadas em relação ao controle considerado como 100%. Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

SIDDIQ e AMINATHAN (1968). Esses autores constataram que as variedades do grupo Japônica são mais sensíveis à radiação que as variedades do grupo Índica. Entretanto, deve-se ressaltar que os autores citados utilizaram poucas variedades na comparação de radiosensibilidade entre Índica e Japônica. Supõe-se que há grande variação para a radiosensibilidade nesses grupos.

CONGER (1976) ressaltou que a ausência ou a baixa concentração de enzimas reparadoras, catalases e peroxidases específicas na decomposição de produtos da radiação também podem provocar aumento da radiosensibilidade. O fato de os grupos Índica e Japônica apresentarem semelhanças em relação à radiosensibilidade sugere que esses grupos não

**Quadro 6.** Médias de emergência, altura e sobrevivência de plântulas M<sub>1</sub> entre grupos em função das doses de radiação gama aplicadas em arroz-de-sequeiro. Piracicaba (SP), 1991

Dose	Grupos <sup>(1)</sup>			CV %	D.M.S
	Japonês	Filipino	Brasileiro		
	<b>Emergência, %</b>				
0	70,61 A	74,61 A	71,70 A	15,34	4,34
60	68,13 B	72,63 A	71,89 AB	15,67	4,26
120	64,67 B	70,53 A	69,97 A	15,06	4,08
180	65,03 B	71,66 A	66,67 B	16,48	4,45
240	62,55 B	68,76 A	66,43 AB	17,01	4,41
300	63,82 A	66,24 A	63,81 A	18,74	4,48
360	60,62 B	65,02 A	61,10 AB	18,47	4,30
	<b>Altura, cm</b>				
0	13,03 A	12,89 A	13,12 A	20,07	1,03
60	13,07 A	12,75 A	12,79 AB	19,84	1,02
120	12,07 A	12,42 A	12,24 A	20,15	0,99
180	11,94 A	11,34 A	12,08 A	20,10	0,95
240	11,04 A	10,64 A	10,52 A	21,91	0,94
300	9,30 A	8,89 A	9,10 A	23,12	0,86
360	6,68 B	7,46 A	6,66 B	29,14	0,77
	<b>Sobrevivência, %</b>				
0	67,99 A	71,44 A	71,09 A	15,61	3,50
60	67,63 B	70,88 A	70,40 A	15,98	2,70
120	67,42 B	70,23 A	69,82 A	16,18	2,30
180	63,77 B	70,05 A	67,07 AB	16,81	3,50
240	60,77 B	67,15 A	65,96 A	20,19	2,90
300	60,61 A	64,54 A	61,84 A	20,60	3,95
360	59,00 B	64,03 A	60,80 B	24,29	2,00

(<sup>1</sup>) Avaliaram-se em cada grupo 28 variedades. Médias seguidas pelas mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

apresentam alelos específicos que os diferenciam na produção de enzimas reparadoras, catalases e peroxidases, o que se explica pela origem dos grupos.

O grupo Índica e Japônica tiveram origem a partir de um ancestral comum (OKA, 1958, 1988; MORISHIMA e OKA, 1981). Desse modo, entre eles existem semelhanças genéticas, principalmente para várias isoenzimas.

Supõe-se que a maioria das variedades brasileiras utilizadas neste estudo, pertença ao grupo Japônica (Rangel)<sup>(4)</sup>. Esse fato poderá demonstrar, ainda mais, a semelhança verificada entre os grupos Índica e Japônica em relação à radiosensibilidade, pois era esperado que o grupo das variedades brasileiras não apresentasse diferenças significativas em relação ao grupo das variedades japonesas para a maioria das doses em todos os caracteres avaliados. Entretanto, constatou-se que as variedades brasileiras têm comportamento similar para sensibilidade à radiação gama em relação aos grupos filipino e japonês, ou seja, ora é semelhante ao grupo filipino, ora ao japonês, dependendo da dosagem utilizada.

(<sup>4</sup>) RANGEL, P.H. Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão. Comunicação pessoal, 2002.

#### 4. CONCLUSÕES

1. Dentro e entre grupos de variedades procedentes do Japão, Filipinas e Brasil, houve diferenças de radiosensibilidade para todos os caracteres avaliados.

2. A altura foi o caráter mais afetado pela radiação e o que menos contribuiu para as diferenças gerais entre os grupos.

3. O caráter sobrevivência foi o menos afetado pela radiação.

#### AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALDECOTT, R.S. Effects of hydration on X-ray sensitivity in *Hordeum*. *Radiation Research*, San Diego, v.3, p.316-330, 1955.
- CONGER, B.V. Response of inbred and hybrid maize seed to gamma radiation and fission neutrons and its relationship to nuclear volume. *Environmental and Experimental Botany*, London, v.16, p.165-170, 1976.
- FERREIRA, M.E.; PENTEDO, M.I.O; BRONDANI, C.; FERREIRA, M.A.; RANGEL, P.H.N. Caracterización y uso de marcadores RAPD y microsatélites (SSR) en el monitoreo del programa de mejoramiento poblacional en arroz. In: GUIMARÃES, E.P. Avances en el mejoramiento poblacional en arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p.37-62.
- FUJII, T. Radiosensitivity in plants: V. Experiments with several cultivated and wild rices. *Japanese Journal Breeding*, Tokyo, v.12, p.131-136, 1962.
- GAUL, H. Plant injury and lethality. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Manual on mutation breeding*. 2.ed. Vienna, 1977. p.87-91. (Technical reports series, 119).
- GUIMARÃES, E.P.; BORRERO, J.; OSPINA-REY, Y. Genetic diversity of upland rice germplasm distributed in Latin America. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.3, p.187-194, 1996.
- JOHNSON, E.L. The influence of X-radiation in *Atriplex hortensis* L. *New Phytologist*, London, v.32, p.297-307, 1933.
- KATO, S.; KOSAKA H.; HARA, S. On the affinity of rice varieties as show by fertility of hybrid plants. *Bulletin Scientific Faculty Agricultural Kyushu University*, Fukuoka, v.3, p. 132-147, 1928.
- KHUSH, G.S. Selecting rice for simply inherited resistance. In: SYMPOSIUM ON PLANT BREEDING IN THE 1990s, 1991, Raleigh. *Proceedings... STAALKER, H.T.; MURPHY, J.P. (Eds.)*. Wallingford: CAB, 1992. cap.13, p.303-322.
- MONTALVÁN, R.; DESTRO, D.; SILVA, E.F.; MONTAÑO, D.C. Genetic base of Brazilian upland rice cultivars. *Journal of Genetics & Breeding*, Rome, v.53, n.3, p.203-209, 1998.
- MORISHIMA, H.; OKA, H.I. Phylogenetic differentiation of cultivated rice. *Japanese Journal Breeding*, Tokyo, v.31, p.402-413, 1981.
- OKA, H.I. Indica-japonica differentiation of rice cultivars. In: OKA, H.I. *Origin of cultivated rice*. Amsterdam: Elsevier, 1988. p.141-170.
- OKA, H.I. Intervarietal variation and classification of cultivated rice. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, v.18, p.79-89, 1958.
- ROBERTS, E.H. An investigation of inter varietal differences in dormancy and viability of rice seed. *Annals of Botany*, London, v.27, p.365-367, 1963.
- SARIC, M. The effects of irradiation in relation to the biological traits of seed irradiated. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Effects of ionizing radiation on seeds*. Vienna, 1961. p.103-115.
- SIDDIQ, E.A.; SWAMINATHAN, M.S. Induced mutations in relation to the breeding and phylogenetic differentiation of *Oryza sativa*. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Rice breeding with induced mutations*. Vienna, 1968. p.25-33. (Technical reports series, 86).
- SMITH, L. Hereditary susceptibility to X-ray injury in *Triticum Monococcum*. *American Journal Botany*, London, v.24, p.189-191, 1942.