



EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS

EPAMIG

XII REUNIÃO TÉCNICA DO PROGRAMA ESTADUAL DE PESQUISA DE ARROZ

Viçosa, 28 a 29 de maio de 1996

ANAIS

Editor: Plínio César Soares

BELO HORIZONTE
1998

INTRODUÇÃO

A produtividade do arroz irrigado, durante os últimos 25 anos, aumentou substancialmente após o desenvolvimento pelo International Rice Research Institute (IRRI), na década de 60, das variedades modernas de arroz de porte baixo (Jennings et al., 1979). Com o advento destas cultivares, houve uma mudança positiva não só na filosofia do melhoramento genético, como também em relação aos agricultores que passaram a utilizar alta tecnologia no cultivo do arroz.

No Brasil, a substituição nas lavouras, das variedades tradicionais de porte alto pelas modernas de porte baixo, duplicou a produtividade em alguns Estados. No Rio Grande do Sul, o rendimento aumentou em 15% (Carmona, 1989) e, em Santa Catarina, em 66%, devido ao uso das variedades modernas junto com um melhor manejo da cultura (Ishiy, 1985).

Após a criação das variedades modernas de arroz, os ganhos genéticos para produtividade, em cada ciclo de seleção, estão se tornando mais difíceis de serem obtidos. No Brasil, na década de 80, os ganhos genéticos para rendimento no arroz irrigado, quando obtidos, foram de pequena magnitude, apesar dos inúmeros cruzamentos submetidos à seleção (Rangel et al., 1992a; Soares, 1992). Aparentemente a produtividade do arroz irrigado tem alcançado um platô e esforços para aumentar o potencial produtivo das variedades não tem resultado em ganhos expressivos. Aumento da produtividade tem sido obtido, principalmente, através da incorporação de resistência a doenças e melhoria do manejo da cultura.

O estreitamento excessivo da base genética das populações utilizadas no melhoramento constitui-se em um dos principais fatores que podem estar limitando a obtenção de variedades de arroz irrigado com potencial produtivo superior ao das cultivares atualmente utilizadas. No Brasil, Rangel et al. (1996) avaliando a base genética das cultivares de arroz irrigado mais utilizadas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Tocantins, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo, verificaram que apenas sete ancestrais (Deo Geo Woo Gen, Cina, Lati Sail, I Geo Tze, Mong Chim Vang A, Belle Patna e Tetep) constituem a base genética das cultivares. Com exceção de Santa Catarina, cuja contribuição genética é de 31%, nos demais Estados, estes ancestrais são responsáveis por mais de 70% do conjunto gênico das variedades (Fig. 1). No Rio Grande do Sul, maior produtor de arroz irrigado do Brasil, apenas seis ancestrais (Deo Geo Woo Gen, Cina, Lati Sail, I Geo Tze, Mong Chim Vang A e Belle Patna) contribuem com 86% dos genes das variedades de arroz mais plantadas (Fig. 2).

¹ Palestra apresentada na XII REUNIÃO TÉCNICA DO PEP-ARROZ, realizada de 28 a 29/05/1996 em Viçosa-MG, sob o patrocínio da EPAMIG.

² Pesq. CNPAF/EMBRAPA, Caixa Postal 179 - CEP 74001-970 Goiânia, GO

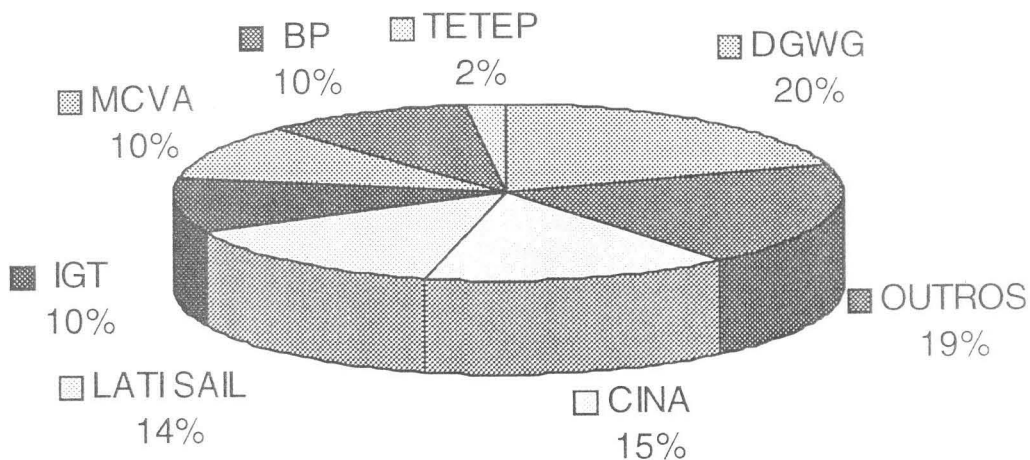


Figura 1 – Contribuição Genética dos Sete Principais Ancestrais para a Base das Variedades de Arroz Irrigado mais Plantadas no Brasil

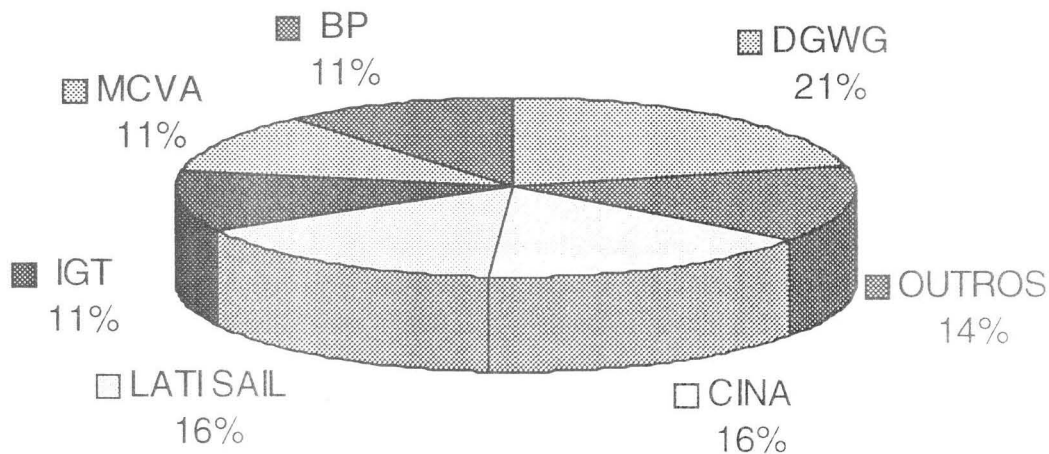


Figura 2 – Contribuição Genética dos Seis Principais Ancestrais para a Base das Variedades de Arroz Irrigado mais Plantadas no Rio Grande do Sul

A principal conseqüência da limitação da diversidade genética é a redução das possibilidades de ganhos adicionais na seleção, uma vez que o melhorista passa a manejar um conjunto gênico de tamanho limitado (Hanson, 1959).

Os programas tradicionais de melhoramento genético de arroz utilizam, de maneira geral, métodos que maximizam a endogamia no desenvolvimento de novas linhagens. Normalmente, após a síntese de uma nova população com os recursos da hibridação entre progenitores, as gerações segregantes são conduzidas recorrendo-se ao processo natural de autofecundação. A endogamia progressiva, no decorrer das sucessivas gerações, reduz de maneira crescente as chances de recombinação, pois, com a identidade entre alelos de um mesmo loco, os processos de *crossing-over* tornam-se inefetivos na produção de novos recombinantes.

Assim, os métodos convencionais de melhoramento de arroz apresentam menor potencial de geração de variabilidade do que teria se os intercruzamentos entre unidades de recombinação fossem mais freqüentes. Reduzindo a geração de variabilidade, reduzem-se, como conseqüência, os ganhos genéticos por seleção.

Uma das alternativas utilizáveis, para se aumentar os ganhos por seleção em arroz, consiste em sintetizar populações de base genética mais ampla e conduzi-las por meio da seleção recorrente.

A seleção recorrente é a técnica de melhoramento que aumenta a freqüência dos genótipos favoráveis em uma população, através da aplicação cíclica de intercruzamentos e seleção (Ikehashi & Fujimaki, 1980). Esta técnica é amplamente utilizada em plantas alógamas. O uso limitado em plantas autógamas, em parte, é devido à dificuldade em se fazer cruzamentos para recombinação em cada ciclo de seleção. Em arroz, com a descoberta da macho-esterilidade genética, que possibilitou o intercruzamento no campo, o uso da seleção recorrente tornou-se viável nos programas de melhoramento (Fujimaki, 1979).

No Brasil, a seleção recorrente está sendo utilizada no melhoramento de populações de arroz irrigado, visando à extração de linhagens com potencial produtivo superior ao das variedades atualmente cultivadas, associado a outras características agrônômicas favoráveis (Rangel et al., 1992b; Rangel, 1992 e Rangel, 1996).

SINTETIZAÇÃO DA POPULAÇÃO BASE

No desenvolvimento das populações base de arroz irrigado, tem-se utilizado como fonte de macho-esterilidade genética, um mutante da cultivar IR36, obtido através de mutagênico químico. Este mutante carrega um gene recessivo (*ms*) que em homozigose (*msms*), induz a esterilidade dos grãos de pólen. Utilizam-se também como fonte de macho-esterilidade as plantas macho-estéreis de uma população já criada.

O processo de sintetização caracteriza-se por uma série de cruzamentos manuais entre os progenitores e a fonte do gene *ms*, seguidos de retrocruzamentos. Os retrocruzamentos são necessários para aumentar a participação dos progenitores no conjunto gênico e permitir que todos os citoplasmas estejam presentes na população.

Uma alternativa é, em vez de fazer retrocruzamento, cruzar o F_1 com o progenitor de número subsequente para adiantar a recombinação (Fig. 3).

Após esta fase, ter-se-ão progênies férteis, com genótipos homozigóticos (*MsMs*) ou heterozigóticos (*Msms*). É preciso então, uma geração de autofecundação, para que genótipos macho-estéreis (*msms*) possam ser formados. Estes genótipos, que são facilmente identificáveis durante a floração, são necessários para a recombinação no campo.

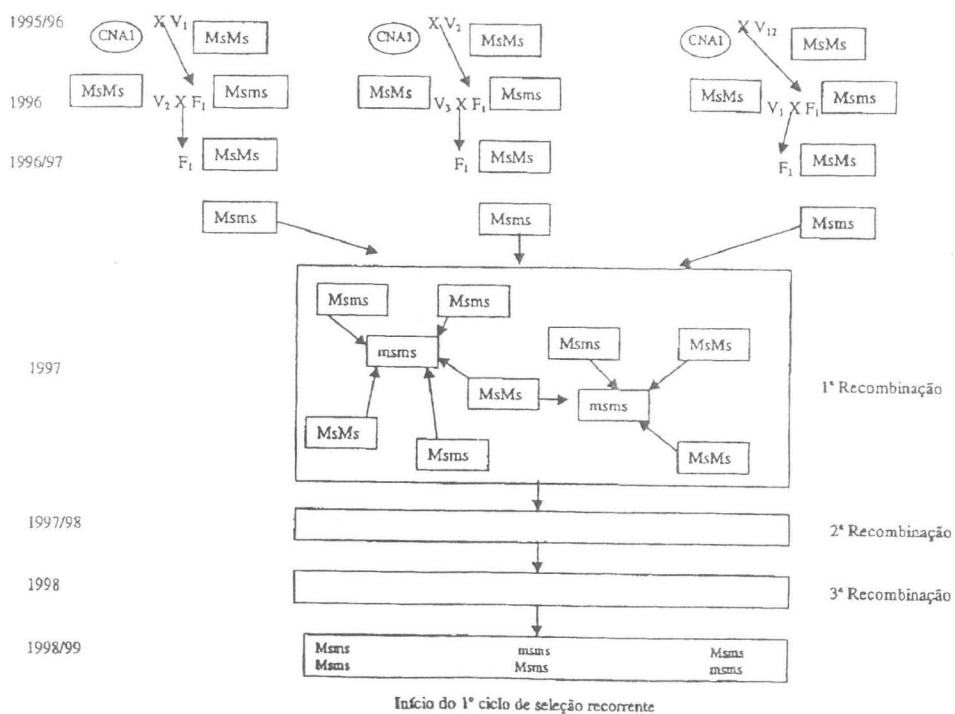


Figura 3. Esquema de sintetização da População CNA 11

As sementes obtidas das autofecundações são misturadas para compor a nova população. O plantio destas sementes no campo permitirá a polinização cruzada das plantas macho-estéreis (msms) pelas férteis (MsMs ou Msms), o que caracterizará o primeiro ciclo de recombinação. Após três recombinações considera-se, então, sintetizada a nova população, cuja composição final é estabelecida em função da participação percentual de cada progenitor utilizado.

Foram sintetizadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF/EMBRAPA, cinco populações. São elas:

a) **CNA-IRAT 4** - Sintetizadas pelo CNPAF junto com o Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT), através do inter cruzamento de dez variedades/linhagens do grupo indica (Tab. 1). Para tanto, nove variedades foram utilizadas como parentais masculinos em cruzamento com a IR 36 (msms), que é a fonte de macho-esterilidade genética. Indivíduos F₁ foram retrocruzados, como parentais masculinos, com as variedades, de modo a ter todos os nove citoplasmas representados na população. As sementes F₂ das plantas heterozigotas foram misturadas formando a população CNA-IRAT 4/0/0. Esta população sofreu três recombinações que originaram a população CNA-IRAT 4/0/3. Posteriormente, a população sofreu uma seleção massal obtendo-se 100 famílias S_{0,1}, das quais foram escolhidas 15 e selecionadas 10 plantas/família. As plantas selecionadas foram inter cruzadas, originando a população CNA-IRAT 4/1/1.

b) CNA-IRAT P - Sintetizada pelo CNPAF junto com o IRAT, através do intercruzamento de plantas macho-estéreis (msms) da população de arroz de sequeiro (grupo japonica) CNA-IRAT 5/0/2 com 15 variedades/linhagens de arroz irrigado (grupo indica). As sementes F_2 foram misturadas para formar a CNA-IRAT P/0/0 que sofreu duas recombinações originando a CNA-IRAT P/0/2. A Tabela 2 mostra os progenitores e a participação relativa das variedades/linhagens componentes da CNA-IRAT P.

c) CNA 1 - Esta população foi sintetizada pelo CNPAF, a partir de 70 plantas macho-férteis precoces, colhidas na população CNA-IRAT 4/0/5. Sementes em quantidades iguais de cada planta foram misturadas constituindo a população. Nessa população, foi feita a introgressão de genes de três novos genótipos, sendo duas fontes de precocidade (JAVAÉ e CNA 6860) e uma fonte de qualidade de grãos (Bluebelle). Posteriormente, a população foi recombinada originando a CNA 1 (Tab. 3).

d) CNA 5 - Esta população foi sintetizada pelo CNPAF, que utilizou como componentes a população CNA 1, as variedades comerciais Metica 1, BR-IRGA 409 e CICA 8, as fontes de resistência múltipla à brusone e mancha dos grãos, Colombia 1, IRI 342 e Basmati 370 e as variedades tradicionais de arroz de várzea, De Abril, Paga Dívida, Quebra Cacho e Brejeiro. A seleção das variedades tradicionais foi feita através de estudos de divergências genéticas utilizando-se técnicas multivariadas, entre 72 cultivares tradicionais de arroz de várzea úmida analisadas (Rangel et al., 1991). A constituição final da população CNA 5 é mostrada na Tabela 4.

e) CNA 11 - Esta população encontra-se em fase de sintetização e só estará disponível para o projeto no ano agrícola 1998/99. Será constituída de fontes para produtividade, resistência a bicheira da raiz, a brusone e a mancha-parda, tolerância ao frio e a toxidez de ferro, precocidade e grãos de boa qualidade. A fonte de macho-esterilidade que está sendo utilizada, é a população CNA 1, que contém alelos para produtividade, precocidade, qualidade de grãos, resistência à brusone e tolerância ao ferro tóxico. A provável constituição da população após a sintetização é mostrada na Tabela 5.

MELHORAMENTO DA POPULAÇÃO

No Brasil, no melhoramento de populações tem-se empregado o Método de Seleção Recorrente em Famílias $S_{0;2}$ (Rangel, 1992), cujo esquema é mostrado na Figura 4. Com este esquema cada ciclo é completado em dois anos. Os passos são os seguintes:

a) **Ano 1 (safra) - Obtenção das famílias.** As populações originais segregando 50% de plantas macho-férteis (Msms) para 50% de plantas macho-estéreis (msms) são plantadas para seleção de plantas S_0 macho-férteis. São colhidas cerca de 250 plantas por população.

b) **Ano 1 (entressafra) - Multiplicação das famílias.** Parte das sementes $S_{0:1}$ é armazenada e outra parte é plantada com o objetivo de aumentar a quantidade de sementes para os ensaios de avaliação de rendimento. Simultaneamente com a multiplicação é feita a seleção das 200 melhores famílias, considerando-se principalmente resistência às doenças e tipo de grão. Sementes das plantas de cada família são colhidas em "bulk", constituindo as famílias $S_{0:2}$. As famílias $S_{0:1}$ (famílias oriundas de plantas S_0 que sofreram uma autofecundação) segregam na proporção de 75% de plantas macho-férteis (Ms__) para 25% de plantas macho-estéreis (msms).

c) **Ano 2 (safra) - Avaliação e seleção das famílias $S_{0:2}$.** É a fase mais importante do método. As 200 famílias $S_{0:2}$ (oriundas de plantas S_0 que sofreram duas autofecundações) são avaliadas em ensaios, cujo delineamento experimental são os Blocos Aumentados de Federer. A parcela é constituída de três sulcos de 5m de comprimento. A seleção das famílias superiores é feita com base na produtividade média, resistência às doenças e tipo de grão. A intensidade de seleção utilizada é de 25%, o que garante um tamanho efetivo de $N_e = 50$. Os ensaios são conduzidos na Região I pelo IRGA, CFACT e Granja 4 Irmãos no Rio Grande do Sul e pela EPAGRI em Santa Catarina; e na Região II e III pelo CNPAF em Goiás, CPAF/RR em Roraima, CPAMN no Piauí, UNITINS/CNPAF no Tocantins, EPAMIG em Minas Gerais e pelo IAPAR no Paraná. As famílias $S_{0:2}$ selecionadas em cada local são utilizadas para extração de linhagens para o local específico. Das famílias superiores nos vários locais, dentro de cada região, são misturadas sementes remanescentes $S_{0:1}$ em quantidades iguais para recombinação.

d) **Ano 2 (entressafra) - Recombinação das famílias selecionadas.** A recombinação é feita utilizando-se 2.100 plantas oriundas das sementes remanescentes $S_{0:1}$ misturadas, semeadas em lote isolado. Para se ter um bom nível de recombinação, as plantas são transplantadas em três épocas (800 plantas/época) espaçadas uma da outra de sete dias. Na floração, as plantas macho-estéreis são identificadas e, na maturação, as sementes destas plantas são colhidas individualmente. Quantidades iguais de sementes de cada planta macho-estéril são misturadas para formar a população de ciclo 1.

e) **Ano 3 (safra) - Início de novo ciclo de seleção.** A população de ciclo 1 é plantada para seleção de plantas macho-férteis. Inicia-se o próximo ciclo de seleção que é conduzido da mesma maneira que os itens anteriores.

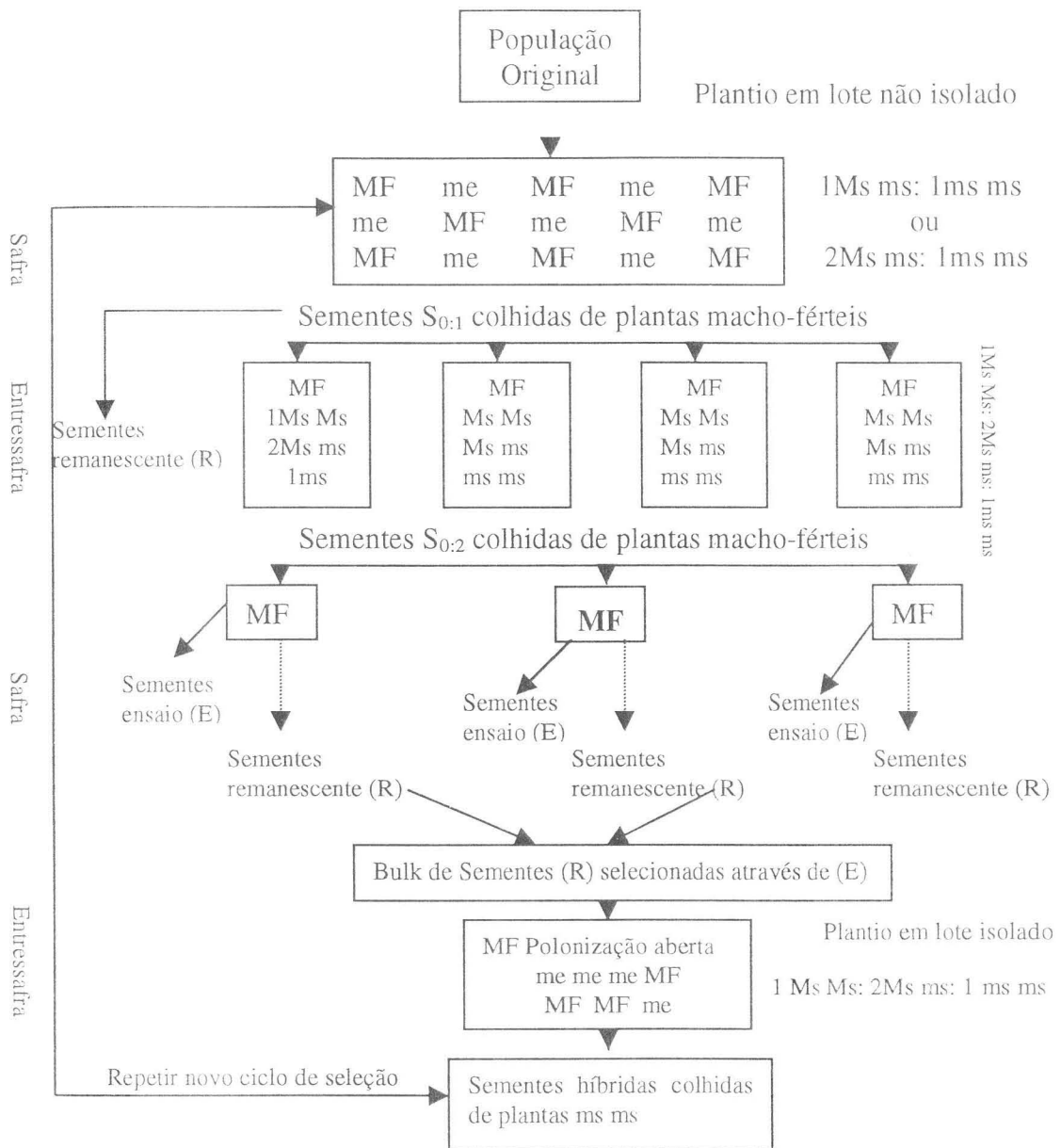


Figura 4. Esquema de Seleção Recorrente em Famílias $S_{0:2}$ de Arroz

EXTRAÇÃO DE LINHAGENS

Simultaneamente com o melhoramento da população, inicia-se o processo de extração de linhagens. Com base nos ensaios de avaliação de famílias $S_{0:2}$, que constitui em um teste precoce em gerações segregantes, selecionam-se as famílias que possuem maiores chances de fornecer linhagens superiores, principalmente para rendimento de grãos. As sementes de cada família selecionada (família $S_{0:3}$), colhidas em "bulk" no ensaio de avaliação, serão plantadas no próximo ano agrícola, dentro do melhoramento convencional, e conduzidas através do Método Genealógico, visando à extração de linhagens. A eliminação do gene de macho-esterilidade deve ser feita no próximo plantio, já que algumas plantas macho-férteis selecionadas dentro das famílias $S_{0:3}$ podem ser heterozigotas (Msms) para o gene de macho-

esterilidade. Mantendo a estrutura de família, as plantas que segregam são facilmente identificadas no campo e toda a família deve ser eliminada.

TABELA 1 - Progenitores e Participação Relativa das Variedades/Linhagens Componentes da População CNA-IRAT 4

Variedades/ linhagens	Progenitores	Participação relativa (%)
BG 90-2	IR 262/Remadja	8,33
CNA 7	T 141/IR 665-1-1-75-3	8,33
CNA 3815	Cica 4/BG90-2//SML 5617	8,33
CNA 3848	IR 36/Cica 7//5461	8,33
CNA 3887	BG 90-2/Tetep//4440	8,33
Colômbia 1	Napal/Takao Iku 18	8,33
Eloni	IR 454/SML Kapuri//SML 66410	8,33
Nanicão	Cultivar tradicional- Brasil	8,33
UPR 103.80.1.2	IR 24/Cauvery	8,33
IR 36 (msms)	Mutante de IR 36	25,00

TABELA 2 - Progenitores e Participação Relativa das Variedades/Linhagens Componentes da População CNA-IRAT P

Variedades/Linhagens	Progenitores	Participação relativa (%)
CNA 3762	4440/Cica 7//Cica 4	3,57
CNA 5193	-	3,37
IR 13540-56-3-2	-	3,57
CNA 4993	5685//3250//IRAT 8	3,57
Dawn	Century Patna 231/ HO12-1-1	3,57
IAC 120	Iguape Agulha/Nira	3,57
BR-IRGA 409	IR 930-2//IR 665-31-2-4	3,57
IET 4094	-	3,57
Metica 1	P 738/P 881//P 738/P 868	3,57
CNA 4899	Sigadis/TN1//IR 24	3,57
CNA 4988	5854//3224//Costa Rica	3,57
CNA 4223	IR 841/4440//IR 36/Cica 7	3,57
CNA 3942	IR 36/Cica 9//Cica 7	3,57
Ciwini	-	3,57
CNA-IRAT 5/0/2	-	50,00
Beira Campo*	Cultivar tradicional- Brasil	5,39
CNA 4097*	63-83/IAC 25	5,39
CNA 4145*	IAC 47/Kinandong Patong	5,39
IRAT 177*	Mutante de 63-83	5,39
IREM 41-1-1-4*	Mutante de Makouta	5,39
Palha Murcha*	Cultivar tradicional- Brasil	5,39
TOX 1011-4-2*	IRAT 13//DP 689//TOX490-1	5,39
CNA 5171*	IAC 47//IRAT 13	2,69
Casca Branca*	Cultivar tradicional- Brasil	0,84
CNA 5179*	IAC 47//IRAT 13	0,84
CNA 770187*	Cultivar tradicional- Brasil	0,84
Comum Crioulo*	Cultivar tradicional- Brasil	0,84
Jaguari*	Cultivar tradicional- Brasil	0,84
L-13*	-	0,84
L 81-24*	IAC 2091/Jaguari//IRAT 10	0,84
Santa América*	Cultivar tradicional- Brasil	0,84
Cuiabana*	IAC 47//SR 2041-50-1	8,10
IRAT 237*	IAC 25//RS 25	6,73
IAC 165*	Dourado Precoce//IAC1246	2,69
IREM 247*	Mutante de IAC 25	2,50
IAPAR 9*	Batatais//IAC F3-7	1,57
IRAT 112*	Dourado Precoce//IRAT 13	1,47
CNA 4135*	IAC 47//63-83	1,36
IREM 238*	PJ 110//IAC 25	1,35
Arroz de Campo*	Cultivar tradicional- Brasil	1,25
CA 435*	Cultivar tradicional- Brasil	0,84
Palawan*	Cultivar asiática	12,50
IR 36 (msms)*	Mutante de IR 36	12,50

Componentes da população CNA-IRAT 5.

TABELA 3 - Progenitores e Participação Relativa das Variedades/Linhagens Componentes da População CNA 1

Variedades/ Linhagens	Progenitores	Participação relativa (%)
BG 90-2*	IR 262/Remadja	6,25
CNA 7*	T 141/IR 665-1-1-75-3	6,25
CNA 3815*	Cica 4/BG 90-2//SML5617	6,25
CNA 3848*	IR 36/Cica 7//5461	6,25
CNA 3887*	BG 90-2/Tetep//4440	6,25
Colômbia 1*	Napal/Takao Iku 18	6,25
Eloni*	IR 454/SML Kapuri//SML66410	6,25
Nanicão*	Cultivar tradicional- Brasil	6,25
UPR 103.80.1.2*	IR 24/Cauvery	6,25
IR 36 (msms)*	Mutante de IR 36	18,75
Javaé	P 3085//IR 5853-118-5/IR19743-25-2-2-3-1	8,33
CNA 6860	Lemont/Q 65101//P 2015-F4-66-B-B	8,33
Bluebelle	CI 9214//Century Patna/CI 9122	8,33

* Componentes da população CNA-IRAT 4

TABELA 4 - Progenitores e Participação Relativa das Variedades/Linhagens Componentes da População CNA 5

Variedades/ Linhagens	Progenitores	Participação relativa (%)
IR 36 (msms)*	Mutante de IR 36	4,688
BG 90-2*	IR 262/Remadja	1,562
CNA 7*	T 141/IR 665-1-175-3	1,562
CNA 3815*	Cica 4/BG 90-2/SML 5617	1,562
CNA 3848*	5461//IR 36/Cica 7	1,562
CNA 3887*	4440//BG 90-2/Tetep	1,562
Colômbia 1*	Napal/Takao Iku 18	9,062
Eloni*	IR 454/SML Kapuri//SML 66H10	1,562
Nanicão*	Cultivar tradicional – Brasil	1,562
UPR 103-80-1-2*	IR 24/Cauvery	1,562
Bluebelle*	CI 9214//Century Patna/CT 9122	2,082
CNA 6860*	Lemont/Q 65101//P 2015	2,082
Javaé*	P3085//IR 5853-118-5/IR 19743-25-2-2-3-1	2,082
Metica 1	P 738/P 881//P 738/P 868	7,500
BR-IRGA 409	IR 665-31-2-4/IR 930-2	7,500
Cica 8	Cica 4//IR 665/Tetep	7,500
De Abril	Cultivar tradicional – Brasil	7,500
Paga Dívida	Cultivar tradicional – Brasil	7,500
Quebra Cacho	Cultivar tradicional – Brasil	7,500
Brejeiro	Cultivar tradicional – Brasil	7,500
IRI 342	Milyang 23/IR 1545	7,500
Basmati 370	Cultivar do Paquistão	7,500

* Componentes da população CNA 1.

TABELA 5 - Progenitores e Participação Relativa das Variedades/Linhagens Componentes da População CNA 11

Variedades/ Linhagens	PROGENITORES	PARTI. RELAT. %	
		CNA 1	CNA 11
BG 90-2	IR 262/REMADJA	6,25	1,56
CNA 7	T141/IR 665-1-1-75-3	6,25	1,56
CNA 3815	CICA 4/BG 90-2//SML5617	6,25	1,56
CNA 3848	IR 36/CICA 7//5461	6,25	1,56
CNA 3887	BG 90-2/TETEP//4440	6,25	1,56
COLÔMBIA 1	NAPAL/TAKAO IKU 18	6,25	1,56
ELÔNI	IR 454/SML KAPURI//SML 66410	6,25	1,56
NANICÃO	Cultivar TRADICIONAL- Brasil	6,25	1,56
UPR 103.18.1.2	IR 24/CAUVERY	6,25	1,56
IR 36 (msms)	Mutante IR 36	18,75	4,69
JVAÉ	P3085//IR 5853/IR 19743	8,33	2,09
CNA 6860	LEMONT/Q 65101//P 2015	8,33	2,09
BLUEBELLE	CI 9214//CENTURY PATNA/CI 9122	8,33	2,09
CNA 1RI/0/1		-	25,00
BR-IRGA 409	IR 930-53/IR 665-31-2-4	-	6,25
CICA 8	CICA 4//IR 665/TETEP	-	6,25
CYPRESS	USA	-	6,25
INI TACUARI	NEW BONNET/NEW REX L79	-	6,25
CL SEL. TY 12	Seleção TY 12 (Japônica)	-	6,25
IAS 12-9 FORMOSA	KAOSHSIUNG 21	-	6,25
L 202	USA	-	6,25
CL SEL. 251	Seleção RU8003005	-	6,25
CL 44-CA ₂ -16	RS 129/T1	-	6,25
IRI 342	MILYANG 23/IRI 1545	-	6,25
KATY	USA	-	6,25
CL SEL. 694-1	CAMPONI	-	6,25

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMONA, P.S. Melhoramento do arroz irrigado na região sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, v.42, n.387, p. 14-16. 1989.
- FUJIMAKI, H. Recurrent selection by using genetic male sterility for rice improvement. **JARQ**, v.13, n.3, p.153-156. 1979.
- HANSON, W.D. Theoretical distribution of the initial linkage block lengths intact in the gametes of a population intermated for generations. **Genetics**, v.44, p.839-846, 1959.
- IKEHASHI, H.; FUKIMAKI, H. Modified bulk population method for rice breeding. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE, 1979, Los Baños, Philippines. **Selected papers...** Los Baños: IRRI, 1980. p.163-182.
- ISHIY, T. O impacto das cultivares modernas de arroz irrigado em Santa Catarina. **Lavoura Arrozeira**, v.38, n.359, p.10-14. 1985.
- JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. **Rice improvement**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1977. 186p.
- RANGEL, P.H.N. La seleccion recurrente mejora el arroz brasileño. **Arroz en las Américas**, v.13, n.1, p.4-5. 1992.
- RANGEL, P.H.N.; ZIMMERMANN, F.J.P.; NEVES, P. de C.F. El CNPAF investiga: decresce en Brasil el rendimiento del arroz de riego?. **Arroz en las Américas**, v.13, n.1, p.2-4, 1992a.
- RANGEL, P.H.N.; NEVES, P.C.F.; MORAIS, O.P. La seleccion recurrente recombina genes en el arroz de riego. **Arroz en las Américas**, v.13, n.2, p.2-4, 1992b.
- RANGEL, P.H.N. **Seleção recorrente e híbridos, alternativas para aumentar o potencial produtivo das variedades de arroz**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, 9; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5, 1994, Goiânia. [Anais...] Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996.
- RANGEL, P.H.N.; GUIMARÃES, E.P.; NEVES, P.C.F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.5, p.349-357, maio, 1996.
- SOARES, A.A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais**. Lavras: ESAL, 1992. 188p. Tese Doutorado.

ARTIGOS EM ANAIS DE CONGRESSOS

RANGEL, P.H.N. Seleção recorrente em arroz irrigado no Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA DO PROGRAMA ESTADUAL DE PESQUISA DE ARROZ, 12., 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. p.22-31. Editado por Plínio César Soares.