

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Arroz e Feijão  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# A Cultura do Arroz no Brasil

*2ª Edição  
Revisada e ampliada*

Alberto Baêta dos Santos  
Luís Fernando Stone  
Noris Regina de Almeida Vieira  
**Editores Técnicos**

*Embrapa Arroz e Feijão  
Santo Antônio de Goiás, GO  
2006*

Exemplares desta publicação devem ser solicitados à:

**Embrapa Arroz e Feijão**

Rod. GO 462, Km 12  
Caixa Postal 179  
CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás , GO  
Fone: (62) 3533-2110  
Fax: (62) 3533-2100  
sac@cnpaf.embrapa.br  
www@cnpaf.embrapa.br

**Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)  
Fone: (61) 3340-9999  
Fax: (61) 3340-2753  
CEP 70770-901 - Brasília, DF  
vendas@sct.embrapa.br  
www.sct.embrapa.br

**Supervisor Editorial:** *Marina A. Souza de Oliveira*

**Revisor de Texto:** *Noris Regina de Almeida Vieira*

**Normalização Bibliográfica:** *Ana Lúcia Delalibera de Faria*

**Tratamento das Ilustrações:** *Sebastião José de Araújo e Fabiano Severino*

**Editoração Eletrônica:** *Fabiano Severino*

**1ª edição**

1ª impressão (1999): 1.000 exemplares

**2ª edição**

1ª impressão (2006): 2.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Arroz e Feijão

---

A cultura do arroz no Brasil / editores, Alberto Baêta dos Santos, Luís Fernando Stone, Noris Regina de Almeida Vieira. - 2. ed. rev. ampl. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p. : il. ; 23 cm.

ISBN 85-7437-030-4

1. Arroz - Produção. 2. Arroz - Tecnologia. 3. Arroz - Pesquisa. I. Santos, Alberto Baêta dos, *ed.* II. Stone, Luís Fernando, *ed.* III. Vieira, Noris Regina de Almeida, *ed.* IV. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 633.18 (21. ed.)

---

© Embrapa 2006

# Recursos Genéticos

Jaime Roberto Fonseca; Cláudio Brondani;  
Rosana Pereira Vianello Brondani; Paulo Hideo Nakano Rangel

**RESUMO** - O gênero *Oryza* possui duas espécies cultivadas, *Oryza sativa*, cultivada no mundo todo, e *O. glaberrima*, cultivada em alguns países da África Ocidental, e mais de 20 espécies silvestres, distribuídas nas regiões tropical e subtropical. Apesar de não ser o centro de origem e de domesticação do arroz, o Brasil possui algumas espécies silvestres e milhares de cultivares tradicionais, crioulas, ou antigas da espécie *O. sativa*, que, no conjunto, constituem uma importante fonte de genes, já adaptadas às nossas condições de cultivo e de inestimável valor devido ao seu uso potencial pelo programa de melhoramento genético do arroz. Ciente da importância de preservação desses recursos genéticos *ex situ*, isto é, fora do seu ambiente original, na forma de Coleção de Base (ColBase), Coleção Ativa (ColAtiva), Coleção de Trabalho e Coleção Nuclear, e, objetivando sua utilização na pesquisa, a Embrapa Arroz e Feijão vem realizando coletas de espécies silvestres e variedades tradicionais de arroz no território brasileiro. Do início do programa, em 1979, até 2002, foram realizadas 24 expedições de coleta, sendo 17 de variedades cultivadas e sete de espécies silvestres. Ao todo, foram coletadas 2.329 amostras, sendo 2.193 de variedades tradicionais e 136 das espécies silvestres *O. glumaepatula*, *O. grandiglumis*, *O. alta* e *O. latifolia*. A espécie *O. glumaepatula*, por ser diplóide e possuir o genoma AA, como o arroz cultivado, vem sendo utilizada como fonte doadora de genes para características agrônomicas de interesse, por meio de cruzamentos com cultivares elite de arroz. A análise genética com marcadores moleculares tem contribuído decisivamente para monitorar a incorporação de genes nestes cruzamentos interespecíficos, além de ser utilizada para a determinação da identidade genética e o grau de relacionamento genético entre os genótipos de arroz em uso pelo programa de melhoramento genético e aqueles componentes da Coleção Nuclear Brasileira do Arroz.

## INTRODUÇÃO

Os Recursos Genéticos abrangem espécies de plantas, animais e microrganismos de interesse sócioeconômico atual ou potencial, podendo ser conservados *in situ* e *ex situ*. A conservação *in situ* refere-se à conservação de população original em seu meio ambiente natural, enquanto a *ex situ*, corresponde à manutenção do germoplasma sob condições controladas, fora de seu ambiente natural (Valois, 1995), e é feita de forma organizada em coleções mantidas em bancos de germoplasma, geralmente na forma de sementes, como acontece para o arroz.

As coleções de germoplasma, apresentando variabilidade genética de interesse para os programas de pesquisa, principalmente de



melhoramento genéticos, são classificados em coleções de Base, Ativa e Nuclear. Coleção de Base (ColBase) inclui um conjunto de acessos distintos na sua integridade, preservados a longo prazo em temperatura entre -18 e -20°C. É o repositório de germoplasma para suprimento das coleções ativas, sendo excepcionalmente usada pelos pesquisadores. A coleção Ativa (ColAtiva) destina a conservar amostras de germoplasma a médio prazo, 5 a 10 anos, em temperatura de zero a abaixo de 15°C. A estrutura física que conserva a ColAtiva é denominada de Banco Ativo de Germoplasma. A Coleção Nuclear (também conhecida por "Core Collection"), concebida para estimular e facilitar a utilização do germoplasma, representa como estrutura 70 a 80% da variabilidade genética da ColBase, e em torno de 10% dos seus acessos (Brown, 1989; Freire et al., 1995, 1999). Muitos bancos de germoplasma conservam também a Coleção de Trabalho, que possui estrutura restrita na sua variabilidade genética para as características exigidas, e está sob a responsabilidade dos pesquisadores ou das instituições onde são realizados os trabalhos (Engler & Chang, 1991). Na Embrapa Arroz e Feijão, a coleção de trabalho dos pesquisadores é mantida em uma câmara de conservação com temperatura de 12°C, sem controle da umidade relativa.

Diversos centros de pesquisa agrônômica, na América e fora dela, possuem coleções valiosas de arroz. A maior coleção de *Oryza* sp. existente pertence ao International Rice Research Institute (IRRI), nas Filipinas. Essa coleção, em 2004, já atingia mais de 90.000 amostras de variedades cultivadas e espécies selvagens, sendo a maioria de variedades tradicionais da espécie *Oryza sativa* ([www.irri.org/grc/irg/biodiv.genebank.htm](http://www.irri.org/grc/irg/biodiv.genebank.htm)). A China possui uma coleção de 40.000 acessos e a Índia de 25.000 (Khush, 1997). Coleções de outras instituições internacionais estão relacionadas na Tabela 8.1, permitindo que se tenha uma idéia da dimensão da variabilidade armazenada e a disposição dos pesquisadores.

No Brasil, a Embrapa mantém uma rede nacional de bancos de germoplasma que é coordenada pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN). O Banco Ativo de Germoplasma (BAG-Arroz) da Embrapa Arroz Feijão, fundado em 1975, faz parte dessa rede nacional de bancos e conserva, a médio prazo, a ColAtiva, em ambiente controlado de 12°C e 25% de umidade relativa. No BAG, as espécies silvestres e variedades tradicionais são prioritariamente preservadas por serem um repositório natural de genes de tolerância a doenças, insetos, salinidade, seca, dentre outras características, as quais podem ser transferidas para cultivares comerciais pelo programa de melhoramento genético do arroz.



**Tabela 8.1.** Coleções de base e ativa de arroz, *Oryza sativa*.

Instituição	País	Número de amostras		Ano de fundação
		ColBase	ColAtiva	
China National Rice Research Institute - CNRRI	China	30.843	-	1990
National Seed Storage Laboratory - NSSL	USA	20.775	16.008	1958
Rural Development Administration - RDA	Coréia	19.146	-	1988
Regional Research Center - RRC	Tailândia	18.341	-	1981
MIAR	Japão	13.854	-	1978
International Institute of Tropical Agriculture - IITA	Nigéria	12.311	-	1981
Bogor Institute of Food Crops - BORIF	Indonésia	11.835	-	1984
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN	Brasil	8.500 <sup>(1)</sup>	-	1974

<sup>(1)</sup> Estimativa

Fonte: Adaptada de Engler & Chang (1991).

As principais funções do BAG para conservação dos recursos genéticos de arroz consistem de: introdução dos acessos, por meio da documentação e arquivamento; manutenção da coleção em condições viáveis, com a multiplicação, em telado ou casa de vegetação e no campo, para obtenção de sementes de alta qualidade e em quantidade suficiente para atender a ColBase e a solicitação de pesquisadores; regeneração, quando o poder germinativo for inferior a 85%, para manutenção da integridade genética da amostra; intercâmbio com distribuição e troca de germoplasma dentro e fora do país; caracterização e avaliação, visando a individualização fenotípica de cada acesso; utilização e manutenção do banco de dados informatizado (Silva et al., 2001).

A ColAtiva de germoplasma da Embrapa Arroz e Feijão, cuja duplicata é também preservada no CENARGEN, conta com aproximadamente 10.469 acessos de arroz, 4.476 (ou 43%), do exterior e 5.992 (ou 57%), do Brasil. A coleção total é composta por: 2.518 linhagens brasileiras; 3.475 variedades nacionais, das quais 2.702 são variedades tradicionais ou regionais, obtidas por expedições de coleta; 3.014 linhagens e 1.461 variedades, de outros países (Silva et al., 2002). Também existem coleções de arroz mantidas por outras instituições, como por exemplo, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) que conta com um acervo de 2.087 amostras (Freire et al., 1999).

Vários trabalhos propõem a utilização de descritores botânico-agronômicos de arroz, objetivando a caracterização dos acessos nos



BAGs (Chang & Bardenas, 1965; Souza et al., 1972; Embrapa, 1977; IBPGR-IRRI, 1980; Fonseca & Bedendo, 1984; Brasil, 1997). Hernandez (1988) destaca a importância do uso de descritores padronizados, o que, segundo o autor, facilita o uso dos recursos genéticos, ajudando os pesquisadores na seleção de genótipos para uso nos programas de melhoramento.

De acordo com IBPGR-IRRI (1980), os descritores de arroz são divididos em três categorias: dados de passaporte ou identificação dos acessos; caracterização; e avaliação preliminar. A caracterização corresponde aos atributos ou caracteres botânicos de fácil visualização, enquanto a avaliação preliminar compreende um número limitado e consensual de atributos agrônômicos que são propostos por especialistas na cultura.

Na Embrapa Arroz e Feijão, a caracterização e avaliação de germoplasma de arroz iniciaram no ano de 1978, em genótipos brasileiros de terras altas introduzidos no BAG e utilizaram, inicialmente, os descritores contidos no "Manual de Métodos de Pesquisa em Arroz" (Embrapa, 1977). Posteriormente, passou-se a utilizar os descritores morfológicos propostos pelo International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) e pelo IRRI, o que gerou algumas publicações sobre características morfo-agronômicas encontradas em variedades de arroz (Fonseca et al., 1981, 1982b; Fonseca & Bedendo, 1984).

A partir de 1982, foram instalados os Campos de Avaliação Multidisciplinar de Germoplasma de Arroz (CAM), onde eram plantados, anualmente, as introduções brasileiras, oriundas de expedições de coleta de germoplasma, e introduções estrangeiras, de várias origens; Ensaio Internacionais do IRRI e do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT); International Institute of Tropical Agriculture (IITA); e outros (Fonseca & Freire, 1985). Os CAM foram implantados até fins de 1989, ressaltando que nos anos agrícolas de 85/86, 86/87 e 87/88, não houve caracterizações das entradas e, sim, apenas atividades de seleção dos melhores genótipos com características desejáveis pelo programa de melhoramento da unidade. Nesse período foram utilizados 28 descritores propostos pelo IBPGR-IRRI (1980).

A partir de 1994, têm sido utilizados os seguintes descritores: ângulo, comprimento e largura da folha bandeira; pubescência da folha; presença e cor do apículo e arista; tipo e exercício da panícula; porte



da planta; cor e pubescência das glumelas; classe do grão; e ciclo cultural. De 1982 a 1999, foram caracterizadas 7.150 entradas, sendo selecionadas 701 (Fonseca, 1999).

As informações referentes ao germoplasma de arroz introduzidos no BAG, dados de passaporte, e os dados dos descritores em cada ano de caracterização dos CAM, foram armazenados usando um programa SAS-WS. Atualmente, está em fase de implantação o Banco de Dados SIBAG (Sistema de Informatização de Banco de Germoplasma), com os objetivos de: armazenar e disponibilizar os dados à comunidade científica; estabelecer uma gerência efetiva e eficiente do germoplasma; disponibilizar de forma instantânea via Internet os dados de interesse; contribuir para intensificar o intercâmbio de informações; e fortalecer a integração da Rede de Germoplasma do Serviço Nacional de Pesquisa Agropecuária. Do total das introduções na ColAtiva foram caracterizados e/ou avaliados até 2001, 81% do germoplasma de arroz (Silva et al., 2002).

Com base no o Decreto-Lei n.º 2366, de 5 de novembro de 1997, que trata da proteção de cultivares, e na portaria n.º 527, de 31 de dezembro de 1997, que referencia o registro de cultivares, iniciou-se na Embrapa Arroz e Feijão, no período agrícola 1997/1998, um trabalho de caracterização e avaliação de cultivares comerciais e linhagens promissoras de arroz a serem lançadas pela Embrapa e seus parceiros. Para tais atividades, que se fundamentam em assegurar a identidade dos materiais, resguardar os direitos de seus criadores, e solucionar problemas nos campos de produção de sementes, no registro e na comercialização, têm sido utilizados 27 descritores mínimos de arroz exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) (Brasil, 1997). São eles: cor e pubescência do limbo foliar; cor da aurícula e da lígula; ângulo da folha bandeira; comprimento e espessura do colmo; ângulo dos perfilhos; cor do internódio; coloração de antocianina nos nós do colmo; comprimento, tipo e exercício da panícula; resistência à degranação; comprimento e distribuição das aristas na panícula; cor do estigma; cor e pubescência das glumelas; cor do ápículo na floração e maturação; cor das glumas estéreis; ciclo cultural; massa de 1.000 grãos; comprimento, forma e cor dos grãos, com e sem casca. Além dessas características, informações adicionais de reação a doenças e pragas também são requeridos. De 1997 a 2001, foram caracterizadas 53 linhagens e cultivares de arroz de terras altas e irrigado lançadas comercialmente (Fonseca et al., 2001).



A Embrapa Arroz e Feijão tem se preocupado com a preservação e conservação dos recursos genéticos de arroz em relação as suas espécies e formas silvestres. Do gênero *Oryza* sp. foram coletadas na Bacia Amazônica, Pantanal Matogrossense e norte de Goiás, as seguintes espécies: *O. glumaepatula*, *O. latifolia* Desv., *O. alta* e *O. grandiglumis* (Doell.) Prod.; e introduzidas as espécies *O. glaberrima* Steud., *O. officinalis* Wall ex Watt, *O. breviligulata* A Chev. et Roehr, *O. punctata* Kotschy ex Steud., *O. rufipogon* Griff. e *O. perenis* Moench.

A conservação dos recursos genéticos constitui uma atividade de preocupação e importância mundial e seu uso adequado constitui a segurança de um futuro melhor para as gerações vindouras. Um indicador importante do uso do germoplasma conservado é o somatório de mais de 12.000 amostras de arroz distribuídas de 1975 a 2002, pelo BAG-Arroz, à comunidade científica.

### **A ESPÉCIE *Oryza sativa***

O gênero *Oryza* está classificado na tribo Oryzeae, subfamília Oryzoideae, família Poacea (Graminae). Este gênero possui duas espécies cultivadas, *O. sativa*, cultivada no mundo todo, e *O. glaberrima*, cultivada em alguns países da África Ocidental, e mais de 20 espécies silvestres, distribuídas nas regiões tropical e subtropical. O arroz cultivado é classificado em duas subespécies, *Indica* e *Japonica* (Chang, 1976; Oka, 1991), conforme descrito em detalhes no Capítulo 7 deste livro.

Estima-se que o gênero *Oryza* surgiu a no mínimo 130 milhões de anos e disseminou-se como uma gramínea silvestre no supercontinente de Gondwana, que posteriormente separou-se e deu origem aos Continentes Asiático, Africano, Americano, Australiano e Antártico. Hoje, as espécies do gênero *Oryza* estão distribuídas em todos esses continentes, à exceção da Antártica (Khush, 1997). Os recursos genéticos do gênero *Oryza* incluem, portanto, espécies silvestres, híbridos naturais entre o arroz cultivado e espécies silvestres, cultivares comerciais, variedades tradicionais, híbridos, mutantes e linhagens de programas de melhoramento genético, totalizando mais de 100.000 genótipos (Chang, 1976).

A domesticação das espécies silvestres de *Oryza* começou provavelmente há 9.000 anos. Na Ásia, a domesticação pode ter ocorrido independentemente na Índia, Myanmar, Tailândia, Laos, Vietnã e China. Inicialmente, o arroz foi cultivado em solo sem inundações.



Foi na China que o processo de alagamento do solo e transplântio de plântulas foi aperfeiçoado, o que tornou o arroz plenamente domesticado. Descobertas arqueológicas identificaram grãos de arroz datados de 4.000 a.C. na Tailândia, 6.750 a.C. na Índia e 7.040 a.C. na China. A partir da Ásia, o arroz foi introduzido na Grécia em 324 a.C., e posteriormente, na Europa, onde somente no século XV passou a ser cultivado em maior escala (Khush, 1997).

Os portugueses introduziram no Brasil o arroz *Indica* e o arroz *Japonica* tropical, durante o período colonial. No Brasil, a maioria das variedades de arroz de terras altas pertence ao grupo *Japonica* tropical e de arroz irrigado, ao grupo *Indica* (Khush, 1997). Encontram-se na Tabela 8.2 as principais diferenças fenotípicas entre os dois grupos.

**Tabela 8.2.** Comparações entre as principais características dos tipos *Japonica* e *Indica*.

Característica	<i>Japonica</i>	<i>Indica</i>
Forma e cor da folha	Estreita e verde escura	Larga e verde clara
Ângulo da folha bandeira e ráquis	Grande	Pequeno
Comprimento do colmo	Curto	Longo
Rigidez do colmo	Mole e difícil de quebrar	Duro e fácil de quebrar
Acamamento	Difícil	Fácil
Formato do grão	Largo e espesso, seção transversal arredondada	Longo, estreito e levemente achatado
Degrana	Baixa	Alta
Apículo	Geralmente ausente, poucas variedades com pequeno apículo	Presente, com variação no comprimento
Comprimento e número de tricomas na gluma	Relativamente denso e curto	Pouco denso e relativamente longo
Relação comprimento: largura do grão	2,5 ou menos	2,5 ou mais
Germinação	Lenta	Rápida
Resistência ao KCl	Alta	Suscetível
Tolerância à baixa temperatura	Alta	Suscetível
Resistência à seca	Baixa	Alta
Destruição do endosperma por álcali	Fácil	Difícil

Fonte: Watanabe (1997).



De origem subtropical, o arroz é cultivado no mundo entre os paralelos 55°N, na China, até 36°S, no Chile. A seleção por agricultores durante séculos sob várias condições de cultivo tem resultado em uma grande quantidade de variedades. Durante o processo de cultivo e domesticação de *O. sativa*, um grande número de mudanças morfológicas e fisiológicas ocorreu. Folhas mais largas e longas, colmos mais grossos, e panículas mais longas resultaram em plantas de tamanho maior. Também houve um aumento no número de folhas e na sua taxa de desenvolvimento, massa de grãos, vigor de plântula e capacidade de emitir perfilhos. A taxa fotossintética de folhas individuais aumentou levemente, assim como o período de enchimento de grãos. Em contrapartida, houve diminuição ou perda de algumas características, como dormência da semente, degrana da panícula, aristas, resposta ao fotoperíodo e sensibilidade a baixas temperaturas. A frequência de polinização cruzada também diminuiu, fazendo com que o arroz tivesse aumentada sua taxa de autogamia em relação às espécies silvestres (Chang, 1976). Forças combinadas de seleção natural e humana, diversidade climática, de solos e práticas culturais levaram a um aumento da diversidade ecológica encontrada, sobretudo em variedades tradicionais de arroz.

Variedades de arroz diferem em diversos aspectos. O ciclo da cultura varia de 80 a 280 dias, algumas são sensíveis ao fotoperíodo, outras não. O endosperma também apresenta variação, sendo que a grande maioria das variedades são não-glutinosas, característica que confere o aspecto de grão solto após o cozimento. A variação também se dá com relação à tolerância a estresses abióticos, como seca e frio, e resistência a estresses bióticos, como doenças e insetos (Khush, 1997). A Revolução Verde introduziu o conceito de variedade moderna de arroz, com o lançamento, pelo IRRI, da cultivar semi-anã IR-8, altamente produtiva, a qual foi extensivamente utilizada como genitor em programas de melhoramento do mundo todo. No início dos anos 1970, a IR-8 foi substituída por uma série de cultivares com qualidade de grão melhorado, maiores níveis de resistência a pragas, e mais precoces. Programas de melhoramento genético de diversos países, incluindo o Brasil, desenvolvem cultivares melhoradas, adaptadas às condições ambientais específicas. Outro grande avanço no desenvolvimento do germoplasma melhorado foi a obtenção de arroz híbrido, o qual ocupa grande parte da área de cultivo da China, principal país produtor e



consumidor deste cereal. Devido ao uso de genitores geneticamente muito semelhantes em programas de melhoramento, as cultivares modernas são potencialmente mais suscetíveis a insetos e doenças e, neste particular, variedades tradicionais podem ser utilizadas para transferir genes de tolerância mediante cruzamentos com cultivares comerciais.

## O ARROZ NO BRASIL

Populações indígenas já utilizavam o arroz para sua alimentação quando da chegada dos portugueses no descobrimento do Brasil. Sabe-se hoje que esse arroz não era da espécie *Oryza sativa*, e sim populações silvestres da espécie *O. glumaepatula*. Não existem informações precisas quanto ao ano e local de introdução do arroz cultivado (*O. sativa*) no Brasil. Contudo, existem evidências de que o arroz teria sido introduzido pelos portugueses a partir do ano de 1550. O arroz vermelho, também *Oryza sativa*, conhecido como arroz da terra ou arroz de Veneza, teria sido introduzido para cultivo a partir do século XVII por portugueses açorianos, no Estado do Maranhão e Grão-Pará. Ele é denominado arroz vermelho devido à coloração do pericarpo, em contraposição à coloração branca do arroz comum (Pereira, 2002). No início do século XX, existia um grande número de variedades de arroz sendo cultivadas no Brasil, algumas introduzidas e outras locais, oriundas de um processo contínuo de seleção e adaptação. Recebiam denominações normalmente relacionadas com a localidade onde eram cultivadas ou com alguma característica morfológica marcante. Em muitos casos, as mesmas variedades eram conhecidas com nomes diferentes. Em outros, os nomes iam sofrendo corruptela, ganhando ou perdendo sílabas, conforme a tradição oral (Pereira, 2002). Antes da implantação de programas de melhoramento de arroz no Brasil, que viria a ocorrer no ano de 1937, no Instituto Agrônomo de Campinas, novas variedades consistiam de introduções provenientes de outros países, como Estados Unidos, Itália e, naturalmente, países asiáticos. Variedades de arroz desenvolvidas nessa época por instituições como IAC, Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) e Escola Superior de Agricultura de Viçosa (ESAV), como Iguape, Pérola, Jaguarí e Dourado (para cultivo em terras altas) e Caloro e Fortuna (cultivo em várzeas), dentre outras, são ainda cultivadas em nível de pequenas propriedades, sendo hoje consideradas variedades tradicionais. Em 1974 a Embrapa criou o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, em



Santo Antônio de Goiás (GO), com a finalidade de coordenar a pesquisa de arroz e feijão em nível nacional. A cada ano a Embrapa Arroz e Feijão avalia uma série de linhagens oriundas de seu programa de melhoramento, com o objetivo de lançar comercialmente, para as diferentes condições de cultivo do Brasil, novas cultivares com maior produtividade, resistência a insetos e doenças, e melhor qualidade de grão. Nesses 30 anos, foram lançadas mais de 30 cultivares de arroz irrigado e de terras altas.

## **COLEÇÃO NUCLEAR BRASILEIRA DO ARROZ**

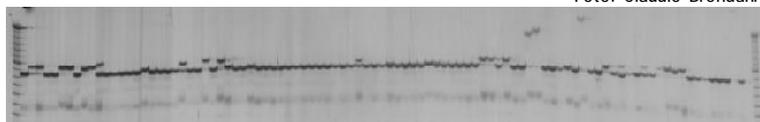
Os programas de melhoramento genético de arroz no mundo são baseados na utilização de um número reduzido de genitores com arquitetura moderna e atributos agronomicamente desejáveis, o que tem conduzido a um estreitamento da base genética. Com a redução da variabilidade genética, reduz-se também o ganho genético por ciclo de seleção. A escolha de acessos geneticamente divergentes em relação aos genitores elites, armazenados em bancos de germoplasma, para integrarem o programa de melhoramento genético, é uma alternativa viável para ampliação da base genética do arroz cultivado.

Para uma escolha precisa dos acessos mais divergentes, é necessário que os acessos sejam caracterizados com os descritores mínimos, já citados anteriormente. Além disto, uma avaliação a nível de genoma (DNA estrutural) de cada acesso, por meio de marcadores moleculares, oferece como vantagem a determinação precisa da variabilidade existente tanto entre diferentes acessos, quanto entre os indivíduos de um mesmo acesso. Devido ao grande número de acessos de um banco de germoplasma, torna-se impraticável a obtenção conjunta dos dados fenotípicos e genotípicos em toda a coleção. Contudo, o estudo detalhado pode ser feito em um número reduzido de genótipos, como por exemplo, nos acessos pertencentes à Coleções Nucleares, as quais consistem de um subgrupo de acessos de qualquer coleção de germoplasma que incorporam, com o mínimo de redundância, a diversidade genética de uma cultura e seus parentes silvestres, segundo o conceito original de Frankel (1984). Coleções Nucleares não visam substituir os bancos de germoplasma, que continuam então a preservar o restante dos genótipos.



A formação da Coleção Nuclear Brasileira do Arroz (Abadie et al., 2002), resultante de um projeto colaborativo entre a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) e a Embrapa Arroz e Feijão, consiste de um grupo de 550 acessos, selecionados a partir de 10.000 acessos do banco de germoplasma. A Coleção Nuclear possui 3 estratos: a) variedades tradicionais, 308 acessos; b) material melhorado do Brasil, 94 acessos; e c) introduções de outros países, 148 acessos. A escolha dos acessos melhorados do Brasil e introduzidos foi baseada nas informações fornecidas pela equipe de melhoramento do arroz. As variedades tradicionais, formando o estrato considerado mais importante por possuir grande variabilidade genética, foram também classificadas segundo o ecossistema, terras altas ou várzea. Esses acessos foram alocados, para cada ecossistema, proporcionalmente ao produto do logaritmo do número de variedades tradicionais pelo índice de Shannon (medida de diversidade) de cada um deles, além da utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG). A caracterização detalhada dos 550 acessos da Coleção Nuclear Brasileira do Arroz inclui, além dos descritores fenotípicos já obtidos, o padrão molecular com marcadores SSR (Simple Sequence Repeats, Fig. 8.1), e o desempenho para características de interesse agrônomo, obtido em experimento em campo (Fig. 8.2), como produtividade, número de perfilhos e panículas por área, número de dias até o florescimento, determinação do teor de amilose e caracterização de proteínas nos grãos. Esta caracterização possibilitará identificar os acessos com maior chance de contribuir para a ampliação da base genética das linhagens do programa de melhoramento, e os acessos que porventura estejam em duplicata na Coleção Nuclear, sendo, nesse caso, substituídos por outros ou simplesmente retirados.

Foto: Cláudio Brondani



**Fig. 8.1.** Caracterização molecular de 96 genótipos de arroz com o marcador SSR OG6. Primeiro e último poços: marcador de massa molecular Ladder 10 pares de base.



Foto: Cláudio Brondani



**Fig. 8.2.** Experimento para avaliação de características agrônômicas dos 550 acessos da Coleção Nuclear Brasileira do Arroz.

## ANÁLISE MOLECULAR DE RECURSOS GENÉTICOS

A análise genética de uma espécie autógama, como o arroz, frequentemente baseia-se na suposição de que um acesso ou variedade é uma amostra homogênea de sementes geneticamente puras. Quando a identidade genética era unicamente baseada na avaliação fenotípica, esta suposição era aceita como uma aproximação da realidade. Contudo, com a utilização de marcadores moleculares, para espécies silvestres e variedades tradicionais, a diversidade genética dentro de um acesso é um importante aspecto a se considerar. Quando múltiplos acessos de espécies silvestres ou variedades tradicionais estão disponíveis, a identificação da extensão da variabilidade genética é fundamental para decidir qual acesso contém o maior número de novos alelos, quais podem ser duplicatas, e quais possuem características de interesse agrônômico. Para o caso de cultivares comerciais de arroz, o conceito de pureza genética é crítico, pois elas são registradas como linhas puras e, em contrapartida, a heterogeneidade genética pode ser um diagnóstico de mistura de sementes indesejada, polinização cruzada, ou, em casos raros, mutação. Em última análise, marcadores moleculares podem ser úteis no estabelecimento da identidade genética, diagnóstico de heterogeneidade e para prevenir a propagação desta variação.

Marcadores moleculares podem auxiliar na preservação dos altos níveis de variabilidade alélica em variedades tradicionais, por meio da determinação do número mínimo de indivíduos requeridos para representar adequadamente a diversidade alélica destas variedades heterogêneas. Essa informação é crucial durante a etapa de multiplicação dos acessos do banco de germoplasma, por servir de parâmetro para definir o tamanho mínimo



da amostra de sementes que deve ser colhida para preservar a identidade genética de cada acesso. Com o aumento do número de marcadores avaliados nos bancos de germoplasma é possível determinar não só a constituição genética de cada acesso, mas também as relações genéticas entre eles. Em uma segunda etapa, pode-se começar a relacionar o desempenho para características agrônômicas de interesse, com a presença ou ausência de alelos específicos de determinado marcador molecular (Ford-Lloyd et al., 1997; Olufowote et al., 1997).

## **COLETA DE GERMOPLASMA TRADICIONAL DE ARROZ NO BRASIL**

### **Importância e objetivos da coleta**

O centro de origem de uma espécie corresponde à região geográfica onde ela se originou. O centro de diversidade, ou seja, de domesticação, refere-se ao local ou locais onde existe grande variabilidade genética de importância para o melhoramento. Segundo Harlan & Wet (1971), a coleta de germoplasma de espécies silvestres deve ser feita próximo aos seus centros de origem. Como o arroz foi introduzido no Brasil, há poucas espécies silvestres. Por isso, o objetivo da coleta dentro do país é obter a maior variabilidade dos genótipos adaptados aos ecossistemas brasileiros.

Apesar de não ser o centro de origem e de domesticação da espécie arroz (*Oryza sativa* L.), o Brasil possui milhares de variedades tradicionais, também denominadas de raças locais ou regionais, crioulas ou antigas, constituindo-se uma fonte genética de inestimável valor ao melhoramento de plantas.

As variedades tradicionais, freqüentemente, exibem ampla variabilidade genética no tocante ao ciclo cultural, vigor inicial de plântulas, aceitação fenotípica, porte de planta, adaptabilidade às condições ecológicas, tolerância a estresses hídricos, resistência ou tolerância à pragas, classe e forma de grão, rendimento industrial e qualidade culinária. Com o aumento da disponibilidade de variedades melhoradas para os agricultores e a ocorrência de estiagens prolongadas nas regiões de cultivo, as variedades tradicionais correm o risco de desaparecer (Fagundes, 1982), tornando-se imprescindível a sua preservação em bancos de germoplasma (Freire et al., 1999).

Ciente da importância da conservação desses recursos genéticos regionais e objetivando minimizar a perda desses genótipos,



bem como propiciar a sua utilização na pesquisa a curto, médio ou longo prazo, a Embrapa Arroz e Feijão, em cooperação com o Cenargen, vem desenvolvendo um amplo programa de coleta de germoplasma de variedades regionais de arroz em todo o território nacional (Coradin & Fonseca, 1982).

### Histórico e expedições de coleta

As coletas iniciaram-se por volta de 1979 e, até 2003, 19 expedições foram efetuadas no país, abrangendo-se 14 estados: três no Maranhão, duas em Minas Gerais, três em Goiás e uma no Piauí, Ceará, Espírito Santo, Santa Catarina, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Roraima, Rondônia, Amazonas, Acre e Tocantins (Fig. 8.3). Ao todo, foram coletadas 2.338 amostras de arroz (Fonseca et al., 2002). O ano de realização das coletas, as entidades participantes ou colaboradoras, número de amostras coletadas, regiões e municípios percorridos e nomes regionais das variedades, são apresentados na Tabela 8.3. Sucintamente, são abordados, por estado, a seguir, os sistemas de cultivos e informações de importância, em cada coleta.



Fig. 8.3. Estados e regiões onde foram realizadas coletas de arroz.



**Tabela 8.3.** Ano de realização, estados, entidades participantes ou colaboradoras, número de amostras, regiões e municípios percorridos e nomes regionais das variedades coletas.

Ano	Estado	Instituição	Amostra (n <sup>o</sup> )	Região	Município	Variade
1979 e 2001	MA	CENARGEN <sup>1)</sup> EMAPA <sup>2)</sup> CNPIM <sup>3)</sup>	534	Cerrado e Chapadões	Peritoró, Codó, Bacabal, Caxias, Presidente Dutra, São João dos Pooleiros, Buriti Bravo, Colinas, Paraibano, Pastos Bons, São João dos Fatos e Balsas.	Vermelho Comum, Agulha, Come Cru, Cuião Vermelho, Zebú, Lageado, Poupa Preguiça, Gotano, Bacaba, Ligeiro, Marabá, Rabo de Burro, Casado, IAC-1246, Palha Murta, Arroz de Revenda, Bico Preto, Chatão, Come Cru Branco, Curião Branco, Ligeiro Vermelho, Seia Velha, Bacaba Branco, Buriti, Canarana, Cuchilão, Dobradinho, IAC, Mairim, Mearim Miúdo, Mearim Vermelho, Mucum, Peluco e Sete Semanas.
1980	MG	EFAMIG <sup>4)</sup> EMATER <sup>5)</sup> MG	130	Zona da Mata e sul de Minas	Ubá, Viçosa, Rio Pomba, Mercês, Piraúba, Bicas, Maripá de Minas, Barão de Monte Alto, São Francisco da Glória, Carangola, Divino, Orizônia, Manhuaçu, Tocantins, São João do Manhuaçu, Barbacena, Leopoldina, Nazareno, Itutinga, Perdões, Lavras, Campanha, Pouso Alegre, Itajubá, São José do Alegre, Estiva e Pirangulinho.	Santa Catarina, Silva Norte, Escrivim, Chorinho Americano e Chorinho Aliança, Veneza Branco, Paga Divida, Maçarico, Da Abril, Hóndio, Dourado, Pacholinha, Mangote, Rabudo, Arroz Preto, Guape, Matão, Muriceira, Secretário, Barriga Branca, Amarelão, Honduras, Japonês, Cacho de Ouro, Beira Campo, Uberabinha, Brejeiro, Menenzinho, Cana Roxa Piloso, Cana Roxa Liso, Caratinho, Prata, Arroz do Campo, Quebra Cacho, Bico de Curdó, Serra Azul, Bico Roxo, Coqueiro Amarelo, Cataguias, Tomba Morro, Japonês da Várzea, Prata, Nanico, Bico de Rola e Desempenho/Paga Divida/Levanta Hipoteca/ Amarelinho.
1980	RR	NPAP <sup>6)</sup> ASTER <sup>7)</sup> /RR	59	-	Tucano, Alto Alegre, Mucajaí, Camá, Caracará e Novo Paraíso	Agulhão, Agulhinha Ligeiro, Agulhinha Tardão, Come Cru, Chatão Vermelho, Chatão Branco, Vermelho, Come Cru Branco, Cana Roxa, Bico Ganga, Agulhão Branco, Agulhinha, Lageado, Comum/Chatão, Buriti, Agulhinha Vermelho e Agulhinha Branco.
1981	ES	EMCAPA <sup>8)</sup>	53	-	Serra, Fundão, Colatina, Graça Aranha, Novo Brasil, Governador Lindenberg, Barra do Novo Brasil, Parnaças, Rio Novo, Mantenedópolis e Beira do São Francisco	Paga Divida, De Abril, Pacholinha, Híbrido, Bico Roxo, Escocdo Cacho, Cacho Grande, Terra Preta, Doidão, Arroz de Morro, Secretário, Nanição, Nanico, Jaguarão, Taquarão, Maranhão, Semambaia, Barriga Branca, Escrivim, Cana Roxa, Pella Negro, Semambaia Branco e Semambaia Amarelo.

Continua...



Tabela 8.3. Continuação.

Ano	Estado	Instituição	Amostra (n°)	Região	Município	Varietade
1982	AM	UEPAE <sup>BR</sup> - Manaus	44	-	Manaus e Humaitá	Agulha Amarelo, Amarelo Bico Preto, Amarelinho, Branco, Amarelo, Arroz Flotante, Montanha, Patão/4 Meses, IAC-2, Jeguari, Jaguarizinho, Lajeado e Santa América.
1982	AC	UEPAE-Rio Branco	62	-	Rio Branco, Senador Guiomara, Xapur e Brasília.	Canela de Aço, Bico Preto, Merim Dourado, 3 Meses Branco, Bico Roxo, Amarelo, Agulhinha Paulista, Agulhão, Arroz Boliviano/Arroz 25, Carolino, Veludo, Canoto, Chatão, Merim, 3 Meses e Arroz 101.
1983	RO	UEPAE-Porto Velho	125	-	Porto Velho, Aqueemes, Jarú, Ouro Preto D'Oeste, Presidente Médici, Ji-Paraná, Cacoal, Pimenta Bueno, Viena e Colorado D'Oeste.	Pratão, Agulhinha, Agulhinha Branco, Agulhinha Amarelo, Agulhinha, Ibrinha, Jeguari, Bico Preto, Agulhão, Amarelo, Bolinha, Arroz Preto, Montanha, Guapão, Agulhinha Anã, IAC-12, Castelinho, Bamcú, Ouro Verde, Guapa, Amarelo 90 Dias, Canela Curta, Piratão, Prata 5 Meses, Japonês Branco, Tombo Morro, Calte, IAC-124E, Lebonere, Bluecele, Tibitinha, Taquarema, Americano, Japonês Grande, Japonês Claro, Goiano, IAC-101, Ferrujão, Amarelo Bico Preto e Arroz Firinho.
1984	PI	UEPAE- Teresina, EMATER-PI	184	-	Parnaíba, Buriti dos Lopes, Firaçuquea, Piripiri, Pedro I, Teresina, A tos, São Caetano, Campo Vazir, São Félix, Angical do Piauí, Hugo Vaporaão, Monsenhor Sil, Regeneração, Valença, São Pedro do Piauí, Agricolândia, Jerumenha, Landre Sales, Marcos Parente, Itauê, Manoel Emílio, Floriano, Prata, Novo Oriente, Palmeirais e Canto do Buriti.	Burrinho, IR-8, Rexro, Fipinho, Ojinho, Apiani, Saquarema, Buíta, Cergelim, Macaba Múdo, Arroz Coco, Maranhense, Lajeado, Carogo-Só, Espeto de Ferro, Buriti, Murjim, Arroz Asa, Come Cru, Vermelho 4 Meses, Lgêiro Branco, Enche Cuanta, Vermelinho, Caterão, Cica-4, Enche Parol, Cana Roxa, Cutião, Moco, Matcapá, Fingó de Ouro, Carolina, Nenenzão, Agulha, Rebo de Burro, Bodojó, 70 Dias, Baiano, Japão, Guáira, Curugê Ligeiro, Capim, Paga Jivida, Fartura, Arroz de Leite, Goiano, Palha Murcha, Brutião, São Paulo Branco e Casado.

Continua...

**Tabela 8.3.** Continuação.

Ano	Estado	Instituição	Amostra (n°)	Região	Município	Variedade
1985	MS	EMPAER <sup>MS</sup>	82	-	Aquidauana, Miranda, Bodoquera, Bonito, Guia Lopes da Laguna, Dourados, Antônio João, Rio Brilhante e Nogueira.	Agulhinha, Bico Preto, Chifre de Veado, Noventinha, Ferrujão, Vermelho, Arroz de Maio, Montanha, Amarelo, Carolina, Amarelão, Branco 3 Meses, Amarelo 5 Meses, Goianinho, Cana Roxa, Jaguarí, Beira Campo, Pratião Precoces, Maranense, Italiano e Francese Liso.
1986 e 1987	GO	EMATER-GO	287	centro, noroeste e sul Goiano	Goiania, Trindade, Santa Bárbara de Goiás, Anicuns, Itaberai, Americano do Brasil, Goiás, Mossamedes, São Luiz de Montes Belos, Muçumá, Jussara, Capuranga, Carmo do Rio Verde, Ceres, Rialma, Nova Glória, Itacaci, R. J. Batista, Itarapópolis, Jaraguá, São Francisco de Goiás, Petrolina de Goiás, Guapó, Varão, Inociana, Estrela, Jaráa, Parailma, Rio Verde, Santa Helena de Goiás, Cagui, Cachoeira Alta, Jataí, Itarumã, Goiabá, Pontalina, Frazarajuca e Hidrolândia.	Agulhinha, 4 Meses, 5 Meses Branco, Bico Ganga, Bico Preto, 100 Dias Amarelo, Cana Roxa, Guafra, Amarelo Bico Preto, Agulhinha Amarelo, Agulhinha do Brejo, Bico Roxo, C-12, Guafra Amarelo, Alvorada, Carioquinha, Iguape, Rendoso, Arroz Cornum, 3 Meses, Douradão, Amarelão, Iguapão, Bico Branco, Sempre Verde, Pratinha, Quebra Coco, Arroz Preto, Pratinha Branco, Cachimbo Miúdo, Brejeiro Branco, Carioquinha Amarelo, Agulhinha Ferrujão, Ferrujão, Doidão, Agulha, 4 Meses Antigo, Jaguarí, 60 Dias, Beira Campo, Ferrão Preto, Raco de Carneiro, Bico Claro, Marantão, Amarelo 60 Dias, Guapão, Fatura, Noventinha, Pratião Precoces e 4 Meses Bico Roxo.
1988	MT	EMPAER <sup>MT</sup>	105	-	Jangada, Nossa Senhora do Livramento, Povoaré, Dom Aquino, Juçineira, Irenópolis, Rorodópolis, Pedra Preta, Rosário, Oeste, Alto Paraguai, Santo Antônio do Leverger, Yázeva Grande, Barão de Melgaço e Acaizal.	Vermelhinho 3 Meses, Caninha, Arroz Avião, Pacuzinho, Mirandeiro, Aquilha 4 Meses, Pratinha, Rajado, Pratião, Amarelão Bico Preto, Santa América, Beira Campo, Bico Ganga, Agulha Branco, Ferrujão, Bico Ganga Cara Roxa, Arroz Boliviano, Amarelo 60 Dias, Agulhinha, 3 Meses, Guafra amarelo, Cateto, Agulha da Terra, Agulhinha de Baixada, Arroz 10 Áreas, Caratão, Arroz Preto, Catetinho, Cachão Grande, Milingote, Agulhão, Piriquito, Carijó, Arroz Flecha e Levanta Teste.

Continua...



Tabela 8.3. Continuação.

Ano	Estado	Instituição	Amostra (n°)	Região	Município	Varietade
1987	CE	EMATER-CE	24	Carií	Crato, Brejo do Santo, Barbalha, Juazeiro do Norte e Missão Velha	Agulha, Arroz 51, Dourado Ligeiro, Meruim Dourado, Baé Pelado, Maranião, Jurumenha, Zetú, Chilliiki, Arroz Roxo/Caqui, Dourado/ Do Campo, Baé Comprico, Japonês, Meruim Cana Roxa, Paulistão e Cara Roxa.
1988	TO	EMATER-GO	65	-	Gurupi, Brejinho de Nazaré, Porto Nacional, Miracema do Norte, Miranorte, Guaraí, Colinas de Goiás, Araguaina, Babagulândia, Wanderlândia, Xambioá, Tocantinópolis e Tocantínea.	Amaréio Comum, Bico Ganga Legítimo, Santa América, Amarelão, Bacaba, Miludinho, Ligeiro Miúdo, Compridão, Ligeiro 3 Meses, Amarelão Agulha, Cariquirinha/Agulhinha, Curtinho, Curto Prata, Branco, Arroz do Projeto, Maranhense, Agulhinha Amarelo, 4 Meses, Ligeiro/Branquinho, C-12, Cateião, Mimco, Carioca, Arroz Preto, Arroz Comprido, Trinca Falso, Pingo D'água, Catete, Vermelho, Guafra, Ligeiro Vermelho, Ligeirinho e Arroz Asa.
2000	SC	EPAGRI <sup>(1,2)</sup>	36	oeste Catarinense	Nova Ibebarata, Nova Erechim, Saudades, Cunha Porã, São Carlos, Palmitos, Avoredo e Aratuba.	Arroz Zoletti, Bonafim, Amarelão, Mato Grosso, Arroz Preto, Amarelinho Miúdo, Branco, 3 Meses, Ligeirinho, Arroz Comum, Arroz da Colônia, 4 Meses, Curto, Arroz Bom, Curtao Branco, Miúdo, Agulha, Prata, Palha Roxa, Pratinha, Caqui e Amarelinho.

<sup>(1)</sup>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; <sup>(2)</sup>Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária; <sup>(3)</sup>Embrapa Meio Norte; <sup>(4)</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais; <sup>(5)</sup>Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural; <sup>(6)</sup>Núcleo de Pesquisa do Território Federal de Roraima; <sup>(7)</sup>Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural de Roraima; <sup>(8)</sup>Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária; <sup>(9)</sup>Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual; <sup>(10)</sup>Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Mato Grosso do Sul; <sup>(11)</sup>Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A; <sup>(12)</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

## Maranhão

O cultivo do arroz, em sua grande maioria, é praticado em sistema de terras altas, em consórcio com milho, feijão caupi, mandioca e algodão, em áreas que variam de 1 a 5 ha, ocorrendo também cultivos em várzeas úmidas não sistematizadas. A mão-de-obra é basicamente familiar. Predomina o plantio com plantadora manual, matraca, ou em covas, abertas por meio de enxadas. No cultivo de várzea utiliza-se o sistema de transplântio manual, com mudas produzidas na área do próprio produtor, ocorrendo também a semeadura a lanço. Geralmente não é usada adubação e o controle de plantas daninhas é feito por duas a três capinas. Poucos agricultores combatem as pragas.

As cultivares utilizados são basicamente as tradicionais, que apresentam as vantagens de adaptabilidade às áreas de cultivo, rusticidade e razoável competitividade em relação às plantas daninhas. Contudo, apresentam as desvantagens de possuir porte muito alto e ciclo relativamente longo, podendo atingir até 180 dias (Mesquita, 1984). A colheita é feita manualmente, cacho por cacho, e a trilha é efetuada utilizando pedaços de madeira. A secagem é feita ao sol, utilizando, às vezes, o acostamento das rodovias. O armazenamento é feito em galpões, residências e em depósitos improvisados na própria unidade produtora. O produto final é destinado ao consumo familiar e o excedente é comercializado na região.

Segundo informações obtidas junto aos agricultores, 95% do germoplasma coletado é característico de condições de terras altas e apenas 5% de várzea.

## Minas Gerais

Nos locais visitados, o arroz é plantado em terras altas e várzea, sendo tipicamente de subsistência para a maioria dos agricultores, e utilizando, quase que invariavelmente, variedades tradicionais que apresentam porte alto, ciclo longo, adaptadas às condições de solo da região e, na maioria, possuidoras de grãos de alta qualidade industrial (Fonseca et al., 1982a).

Do total de amostras coletadas, 19,2% representam variedades provenientes de terras altas e as demais (80,8%) de cultivos em várzeas úmidas, sem sistematização, predominando o transplântio manual de mudas.



## Roraima

O cultivo do arroz é conduzido em áreas de mata, sistema tradicional, com preparo do solo consistindo das operações de broca, derruba, queima e encoivamento, cultivado solteiro ou consorciado com milho, mandioca, banana e pastagem. Feito por pequenos agricultores, que utilizam mão-de-obra familiar, sendo a produção destinada basicamente ao próprio consumo (Fonseca et al., 1982a). O plantio é feito por meio de plantadora manual, matraca, ou em covas abertas por meio de terçado ou em vara de bambú com a extremidade afinada, espeque.

## Espírito Santo

O sistema de cultivo predominante é o de várzea úmida, cuja área cultivada raramente ultrapassa 2 ha. Em alguns casos, os agricultores constroem um sistema de barragem móvel no córrego que margeia a várzea, permitindo, com isso, banhos periódicos na lavoura. O plantio é feito por semeadura direta ou por transplantio de mudas. Nesse sistema, predominam as variedades tradicionais.

Do total coletado, a maioria das variedades são de várzea úmida (83%) e, as demais (17%), cultivadas em terras altas, quase sempre nas encostas das serras e consorciado com café. Neste sistema, a cultura ameniza os custos de implantação da lavoura de café, além de fornecer alimento para a família.

## Amazonas e Acre

No Estado do Amazonas, o arroz é cultivado em condições de terras altas e de várzea. No primeiro caso, caracteriza-se pelo cultivo em áreas de mata recém-desbravada, onde os solos apresentam alto teor de argila e baixa fertilidade. Normalmente, não ocorre falta de precipitação pluvial, sendo o arroz plantado consorciado com outras culturas, entre os tocos que ficaram após a derrubada e a queimada, utilizando-se plantadora manual (Fonseca et al., 1984).

No caso das várzeas, o arroz é cultivado em pequenas áreas de 1 a 2 ha. O plantio é feito em covas, utilizando pequenas plantadoras denominadas de máquina manual, tico-tico ou matraca e também por enxada ou espeque.



O cultivo do arroz no Acre, feito em áreas de mata, é na sua maioria de subsistência, sendo plantado por pequenos produtores que utilizam mão-de-obra familiar e não empregam máquinas nem implementos agrícolas. As sementes utilizadas são de variedades regionais do próprio produtor, que normalmente as guarda de ano para ano, ou adquire dos vizinhos. Todas as variedades amostradas apresentam características de cultivo, em terras altas.

### Rondônia

Os dois sistemas de plantio mais usados na região são: o manual, onde são plantadas variedades tradicionais, e o mecanizado, cujos produtores usam variedades melhoradas. O ponto alvo da coleta foi o primeiro sistema, em que o preparo do solo consiste das operações de broca, derruba e queima e o plantio é feito com plantadora tico-tico. A colheita é manual, seguido da batidura em trilhadora. Quando não trilhado, o arroz é armazenado em medas, pelo tempo necessário até atingir a umidade ideal para o beneficiamento. A produção destina-se ao consumo, e o excedente é exportado para outros estados e também para a Bolívia (Sobral & Fonseca, 1984). Todas as variedades coletadas são cultivadas em condições de terras altas.

### Piauí

Na expedição, foram percorridos 1.100 km, coletando amostras de arroz cultivado nos sistemas irrigado, com transplantio de mudas ou semeadura direta, e de terras altas, com semeadura no toco, em que são utilizadas variedades tradicionais. A maioria das amostras (76%) consistiu de variedades de terras altas.

### Mato Grosso do Sul

Nos municípios percorridos, coletou-se amostras em propriedades que praticam agricultura familiar em terras altas e várzea e, em aldeias indígenas. A maioria das amostras coletadas (96%) são cultivadas no sistema de terras altas.

### Goiás

As áreas alvo da coleta são representadas por pequenos agricultores, que cultivam o arroz para consumo familiar e utilizam variedades tradicionais com ampla variabilidade no tipo de grão, altura de planta, ciclo cultural, etc. Geralmente, o produtor não compra



sementes; troca com vizinhos ou guarda de ano para ano. Em algumas propriedades, o sistema de meeiro era empregado, sendo que o proprietário da fazenda entrava com a área, a semente e o adubo e, em contrapartida, o produtor com o serviço. A produção era dividida.

Nas regiões percorridas, o sistema de cultivo predominante foi o de terras altas, cujo arroz era cultivado, em sua maioria em pequenas áreas, 1 a 5 ha, contudo áreas maiores que 50 ha também foram observadas. No plantio, além de pequenas plantadoras, utiliza-se equipamento manual, matraca, com a colocação de 12 sementes por cova, em espaçamentos variados, com predomínio de 40 cm. A utilização de insumos é mínima e aplicada junto com as sementes. O controle de plantas daninhas, em larga escala, é realizado por meio de capinas manuais, de duas a três e, raramente, não é feito combate a insetos e doenças.

Grande parte da colheita é processada manualmente, com auxílio de cutelo, e, a batedura, principalmente, nas propriedades com terrenos declivosos, é efetuada em jirau de madeira, no próprio local de cultivo. As sementes após a secagem ao sol, em terreiros de chão batido ou cimentado, são armazenadas a granel, em tulhas, ou embaladas em sacos de pano ou juta com capacidade para 60 quilos, sem tratamento. De modo geral, nas áreas de subsistência, o arroz excedente é comercializado no próprio município.

## Mato Grosso

O sistema de cultivo no estado é similar ao praticado em Goiás e Mato Grosso do Sul, onde predomina o cultivo de terras altas. As variedades tradicionais apresentam ampla variação no tipo de grão, coloração de glumelas, ciclo cultural e altura de plantas.

## Ceará

Nas propriedades visitadas, os agricultores utilizam variedades tradicionais e plantios de subsistência, sendo, na maioria, cultivadas em terras altas e que apresentam grãos de comprimento médio a curto, tipos comuns na região.

## Tocantins

A coleta foi realizada quando Tocantins ainda fazia parte do Estado de Goiás. Foram percorridos 2.800 km, visitando-se



propriedades rurais, que cultivavam agricultura familiar. O germoplasma coletado é predominantemente de terras altas, cujas variedades possuem características divergentes especialmente quanto ao ciclo, classe de grão e altura de planta. Ao todo foram coletadas 65 amostras, das quais apenas uma, possui características de arroz irrigado, ou de várzea.

## Santa Catarina

A coleta foi concentrada no oeste catarinense. Na ocasião, foi visitada, também, a 2ª feira de sementes que aconteceu no município de União da Vitória, PR. Este evento, patrocinado pela prefeitura, EMATER-PR e órgãos não governamentais, teve por objetivo proporcionar a troca de sementes de diversas culturas entre os agricultores. Algumas amostras de arroz tradicionais da região foram coletadas nessa feira.

A população rural das cidades do oeste catarinense é de origem predominantemente européia, principalmente de alemães e italianos. A presença de um extensionista que comunicasse em italiano ou alemão foi fundamental, pois em algumas propriedades, os agricultores mais idosos não se comunicam facilmente em português. Questionados, os agricultores disseram que o arroz produzido na região não entra como fonte de renda da família, sendo produzido para consumo próprio. Ao todo foram coletadas 36 amostras, sendo uma variedade, plantada em várzea e em terras altas.

## Metodologia de coleta

A metodologia utilizada na coleta está descrita nos trabalhos de Fonseca (1980), Fonseca et al. (1981, 1982a) e Coradin & Fonseca (1982). Inicialmente, são feitos contatos prévios com Empresas Estaduais de Pesquisa, Cooperativas, Secretarias de Agriculturas, Universidades, Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural e outros órgãos, para obter informações a respeito da cultura nos estados, principalmente com relação à época de colheita, municípios produtores e áreas prioritárias para a coleta. Além das informações prestadas, normalmente, pesquisadores ou técnicos desses órgãos também participam das coletas.



As coletas são feitas preferencialmente no campo, quando a cultura está na fase de colheita. Nesse caso, três panículas por planta, até um total de 50 plantas, são coletadas juntas, formando uma amostra composta representativa da variabilidade genética da população. Eventualmente, as coletas podem ser efetuadas em feiras livres, armazéns, cooperativas, indústrias de beneficiamento, paióis, ou em qualquer local onde o agricultor conserve suas sementes para consumo ou plantio. Nesses casos, a amostra é coletada ao acaso, variando de poucas sementes, até um máximo de 200 g. Como elemento facilitador nas coletas, o sistema de troca de sementes é utilizado, ou seja, ao resgatar o germoplasma do produtor, este recebe, em troca, uma cultivar melhorada adaptada e recomendada para o estado ou região. No momento da coleta, faz-se entrevista com os agricultores, anotando-se em caderneta de campo, o local de coleta, os nomes do produtor e da propriedade, o nome da variedade, o município, o tamanho da lavoura, a origem e o tempo de cultivo da variedade, o sistema de plantio e outros dados considerados relevantes.

### **Recomendações para novas coletas**

O Brasil possui ainda várias áreas de grande importância na busca de cultivares regionais de arroz (Fig. 8.4). Dessa forma, novas expedições devem ser organizadas de modo a atingir locais ainda não contemplados para amostragem da variabilidade genética. Preferencialmente, na Região Norte, as expedições deverão ser conduzidas no Acre, região de Cruzeiro do Sul, Amapá e Pará, abrangendo também a Ilha de Marajó, onde tem a tradição de cultivo do arroz de várzea. No Nordeste, as coletas deverão ser prioritárias ao sul da Bahia, Pernambuco e Maranhão, principalmente nas áreas do Alto e Baixo Parnaíba, Baixada e Litoral Maranhense, objetivando o resgate de germoplasma resistente à salinidade. No Sudeste, as expedições são importantes em Minas Gerais, no vale do Jequitinhonha e, em São Paulo, no vale do Ribeira. No Centro-Oeste, as coletas devem atingir o Mato Grosso, na Ilha do Bananal, para resgatar cultivares nativas em poder de tribos indígenas e de espécies silvestres. Na Região Sul, os Estados do Paraná (Irati, Cascavel, União da Vitória e Guarapuava), de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, deverão ser contemplados em futuras expedições de coleta.



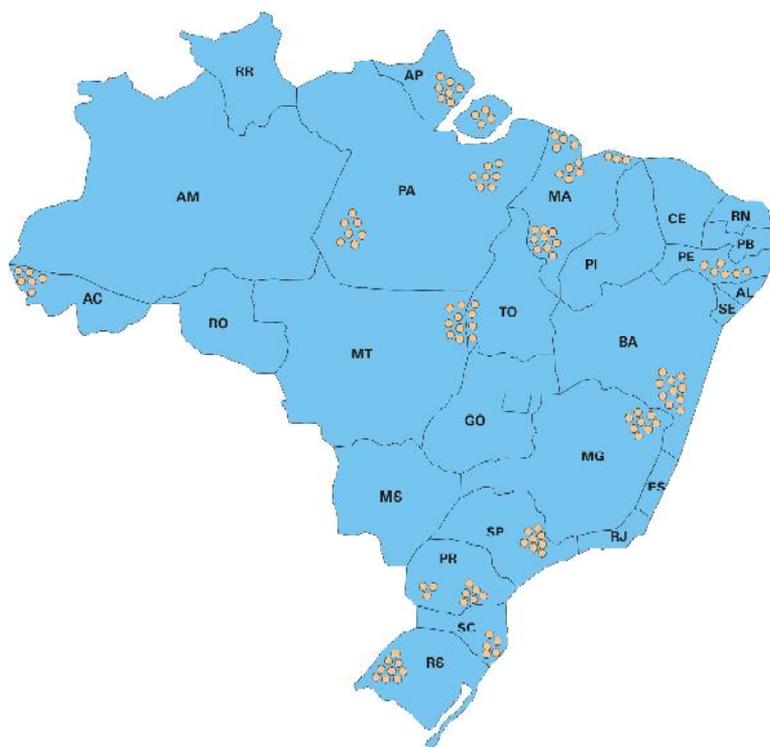


Fig. 8.4. Locais prioritários para futuras coletas de germoplasma de arroz.

## Coleta de germoplasma silvestre

Atualmente, o interesse pelas espécies silvestres, vem aumentando e o estudo desse germoplasma tem mostrado seu grande potencial de utilização no desenvolvimento de linhagens para obtenção de novas cultivares de arroz. Os avanços obtidos com a genética molecular têm facilitado a introgressão de alelos favoráveis das espécies silvestres para a espécie cultivada. Apesar disso, pouco esforço tem sido feito no sentido de manter esta diversidade, já que muitas populações naturais estão sofrendo um processo acelerado de erosão genética pela devastação dos seus sítios de ocorrência. Isso é especialmente verdadeiro na Ásia, centro de origem do arroz, onde a população urbana está ocupando áreas rurais, devido ao seu crescimento demográfico. O Brasil é um dos poucos países do mundo que ainda dispõem de populações extensivas de germoplasma silvestre em condições naturais, como na Amazônia e no Pantanal Matogrossense, isoladas de cultivos comerciais, e portanto sem a introgressão de alelos da espécie cultivada (Rangel et al., 1996).



No Brasil, ocorrem quatro espécies silvestres do gênero *Oryza*, sendo uma diplóide e três tetraplóides. A espécie diplóide é *O. glumaepatula* (genoma AA) e as três tetraplóides são *O. latifolia* Desv., *O. alta* Swallen e *O. grandiglumis* (Döll) Prod., que possuem o genoma CCDD (Morishima & Martins, 1994). Pela chave botânica, as duas primeiras são distinguidas uma da outra somente pelo tamanho médio das espiguetas, *O. latifolia* < 0,7 cm, *O. alta* > 0,7 cm. Já *O. grandiglumis* se diferencia dos outros dois tetraplóides por apresentar longas glumas estéreis, maiores do que a lema e a pálea. Entretanto, Buso et al. (2001) realizando análises de polimorfismo de DNA estudado em regiões do genoma nuclear amostradas ao acaso e em sítios específicos dos genomas cloroplástico (cpDNA) e mitocondrial (mtDNA), mostraram que as três espécies tetraplóides que ocorrem no Brasil fazem parte do complexo *O. officinalis*, e devem ser tratadas como um grupo e não como três espécies distintas.

A Embrapa Arroz e Feijão, em parceria com outras instituições de pesquisa, participou ativamente de sete expedições de coleta de espécies silvestres de arroz no Brasil. As duas primeiras, em 1992 e 1993, exploraram respectivamente as bacias do Rio Negro e do Rio Solimões na Região Amazônica (Morishima & Martins, 1994) e foram financiadas pelo Ministério da Educação, Ciência e Cultura (Monbusho), do Japão, e pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Essas expedições fizeram parte do projeto "Ecological genetics of the Amazonian plant species, with emphasis on *Oryza* and *Stylosanthes* species" desenvolvido pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Centro de Energia Nuclear para Agricultura (CENA/USP), do Brasil, e pelo Instituto Nacional de Genética e Universidade de Hokkaido, do Japão. Participaram também dessas expedições pesquisadores do Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA). Na expedição de 1992, foram coletados 24 acessos, sendo 23 de *Oryza glumaepatula* e um de *Oryza grandiglumis* e na expedição de 1993, foram coletados 61 acessos, dos quais 26 eram de *Oryza glumaepatula*, 32 de *Oryza grandiglumis* e quatro de, supostamente, *Oryza alta*. A terceira expedição, que explorou o Pantanal Matogrossense, foi realizada em 1994, e contou com a participação de pesquisadores da ESAL/USP e CENA/USP. Foram coletados 15 acessos, sendo oito de *Oryza glumaepatula* e sete de *Oryza latifolia*.

Em 2001, foram realizadas três expedições que exploraram principalmente as veredas do Estado de Goiás. "Veredas" são áreas de várzeas que ocorrem nos Cerrados, totalmente isoladas das bacias dos grandes rios. Foram coletadas 34 amostras de populações, sendo 26 de *Oryza glumaepatula* e oito de *Oryza alta*. Nas "veredas" onde foram feitas a maioria das coletas, verificou-se apenas a presença de *Oryza glumaepatula* e, em alguns locais, constatou-se que essa espécie está correndo sério



risco de extinção devido à expansão da agricultura e pecuária nos Cerrados de Goiás, que tem acelerado o desmatamento, a drenagem das áreas para cultivo de lavouras comerciais e a construção de barragens para o armazenamento de água, levando a uma rápida degradação ambiental. Foram encontrados acessos desenvolvendo-se em locais com elevadas concentrações de Al,  $2,5 \text{ mg dm}^{-3}$ , e de Fe,  $594 \text{ mg dm}^{-3}$ , e que podem ser utilizados na obtenção de cultivares tolerantes a altos níveis desses elementos no solo. Concentrações de Al e Fe superiores a  $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $300 \text{ mg dm}^{-3}$ , respectivamente, são consideradas tóxicas para o arroz.

Em 2002, foi realizada a sétima expedição, novamente no Pantanal Matogrossense, Bacia do Rio Paraguai, mais especificamente a região em torno das cidades de Cáceres e Poconé, no Pantanal Norte, e a cidade de Corumbá, no Pantanal Sul. Coletaram-se 17 amostras de populações de arroz silvestre sendo, sete de *Oryza grandiglumis*, três de *Oryza glumaepatula* e sete de *Oryza latifolia*. As tetraploides foram coletadas em Cáceres e Poconé o que corrobora a hipótese de que é nessa região que se encontra a zona de contato entre as raças ecogeográficas *Oryza grandiglumis* e *Oryza latifolia* (Oliveira, 1994). Os três acessos de *Oryza glumaepatula* foram coletados ao longo da Rodovia Transpantaneira. No Pantanal Sul, em frente à cidade de Corumbá, na Baía do Tamengo, Rio Paraguai, existe uma imensa população de arroz silvestre onde coexistem, no mesmo ambiente as espécies *Oryza glumaepatula* e *Oryza latifolia*.

### **Utilização do germoplasma silvestre no melhoramento genético do arroz**

Das espécies silvestres de arroz que ocorrem no Brasil, a *Oryza glumaepatula*, por ser autógama, diplóide e possuir genoma semelhante ao da espécie cultivada, é a que possui maior potencial de uso no melhoramento genético. A Embrapa Arroz e Feijão vem utilizando essa espécie no desenvolvimento de um programa de pré-melhoramento, com o objetivo de incorporar seus genes em linhagens e cultivares elites. As linhagens *sativa* vetoras de genes da espécie silvestre serão usadas na ampliação da base genética das populações do melhoramento de arroz irrigado, visando à obtenção de cultivares de alta produtividade. A estratégia adotada na introgressão de genes, conhecida como Método Avançado de Retrocruzamento para QTL (Tanksley & Nelson, 1996), envolve o uso de mapas de ligação molecular e técnicas convencionais de melhoramento e permite que um grupo de alelos de uma planta exótica ou silvestre possa ser examinada em um conjunto gênico de uma cultivar ou linhagem elite.

O trabalho de introgressão de genes desenvolvido por Brondani et al. (2001, 2002) teve início na Embrapa Arroz e Feijão, em 1995, com o



cruzamento da linhagem elite BG 90-2 com um acesso de *Oryza glumaepatula* (RS 16). Quatro plantas híbridas  $F_1$ , confirmadas por marcadores RAPD e SSR, foram retrocruzadas com BG 90-2. Um total de 256 plantas  $RC_1F_1$  com características fenotípicas favoráveis, foram retrocruzadas novamente com BG 90-2. Destas, 96 progênies  $RC_2F_1$  foram selecionadas e utilizadas para a análise de QTL e autofecundadas para produzir sementes  $RC_2F_2$ . Baseando-se em ensaios de campo e nas informações de mapa genético e análises de QTL, foram selecionadas 18 famílias. Após a realização dos testes de heterose, cujo objetivo foi verificar se o aumento do número de panículas e da produtividade são devidos à heterose ou aos alelos positivos de *Oryza glumaepatula*, foram selecionadas dez famílias sendo, oito transgressivas para produtividade de grãos (Fig. 8.5) e duas famílias que, além da alta produtividade, apresentavam elevado número de panículas, e que foram submetidas à seleção assistida por marcadores moleculares. Nestas duas famílias, que possuíam a região do genoma mapeado para número de panículas, foi possível selecionar 27 plantas que continham apenas esta característica favorável da espécie silvestre e as outras de BG 90-2. As 35 linhagens de *Oryza sativa* vetoras de genes da espécie silvestre *Oryza glumaepatula* foram avaliadas em ensaios multilocais para produtividade de grãos no cultivo principal e na soca, qualidade de grão e vigor de plântula em condições controladas. Estas linhagens estão disponíveis na Embrapa Arroz e Feijão, podendo ser utilizadas imediatamente na ampliação da base genética das populações de arroz irrigado e/ou serem submetidas a um programa de melhoramento para incorporação de resistência às doenças e melhoria da qualidade dos grãos.

Foto: Cláudio Brondani



**Fig. 8.5.** Oito linhagens com alta produtividade derivadas do cruzamento interespecífico *Oryza sativa* BG 90-2 x *O. glumaepatula* RS-16.

## REFERÊNCIAS

ABADIE, T. E.; CORDEIRO, C. M. T.; FONSECA, J. R.; FREIRE, M. S.; ALVES, R. B. N.; BURLE, M. L.; BRONDANI, C.; RANGEL, P. H. N.; CASTRO, E. da M. de; SILVA, H. T. Desenvolvendo uma coleção nuclear de arroz para o Brasil. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 259-261. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

BRASIL. Decreto-lei n.º 2.366, de 5 novembro de 1997. Regulamenta a lei n.º 9.456, de 25 de abril de 1997, que institui a Proteção de Cultivares, dispõe sobre o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federal do Brasil**, Brasília, DF, n. 216, p. 25342-25343, 7 nov. 1997. Seção 1.

BRONDANI, C.; RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, R. P. V.; FERREIRA, M. E. QTL mapping and introgression of yield-related traits from *Oryza glumaepatula* to cultivated rice (*Oryza sativa*) using microsatellite markers. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 104, n. 6/7, p. 1192-1203, May 2002.

BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; RANGEL, P. H. N.; FERREIRA, M. E. Development and mapping of *Oryza glumaepatula*-derived microsatellite markers in the interspecific cross *O. glumaepatula* x *O. sativa*. **Hereditas**, Lund, v. 134, n. 1, p. 59-71, 2001.

BROWN, A. H. D. Core collections: a practical approach to genetic resources management. **Genome**, Ottawa, v. 31, n. 2, p. 818-824, 1989.

BUSO, G. S. C.; RANGEL, P. H. N.; FERREIRA, M. E. Analysis of random and specific sequences of nuclear and cytoplasmic DNA in diploid and tetraploid American wild rice species (*Oryza* spp.). **Genome**, Ottawa, v. 44, n. 3, p. 476-494, 2001.

CHANG, T. T. The origin, evolution, cultivation, dissemination, and diversification of Asian and African rices. **Euphytica**, Wageningen, v. 25, n. 2, p. 425-441, June 1976.

CHANG, T. T.; BARDENAS, E. A. **The morphology and varietal characteristics of the rice plant**. Los Banos, IRRI, 1965. 40 p. (IRRI. Technical bulletin, 4).

CORADIN, L.; FONSECA, J. R. **Coleta de germoplasma de arroz no estado do Maranhão**. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1982. 19 p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 2).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Manual de métodos de pesquisa em arroz**. Goiânia, 1977. 106 p.

ENGLER, L. M.; CHANG, T. T. National genebanks for rice germplasm. In: IRRI. **Rice germplasm: collecting, preservation, use**. Los Baños, 1991. p. 71-79.

FAGUNDES, S. R. F. **Conservação de germoplasma-semente**. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1982. 9 p. Palestra Proferida no 1º Curso de Recursos Genéticos, Brasília, DF, 1982.

FONSECA, J. R. **Banco ativo de germoplasma de arroz**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão. 1999. 10 p. (Embrapa Programa Recursos Genéticos. Subprojeto 02.094.241.02). Relatório final.

FONSECA, J. R. **Coleta de germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1980. 3 p. (EMBRAPA-CNPAF. Pesquisa em Andamento, 27).



- FONSECA, J. R.; BEDENDO, I. P. **Características morfológicas, agronômicas e fenológicas de algumas cultivares de arroz**. Goiânia: EMBRAPA–CNPAP, 1984. 58 p. (EMBRAPA–CNPAP. Boletim de Pesquisa, 3).
- FONSECA, J. R.; FREIRE, M. S. **Campo de avaliação multidisciplinar de germoplasma de arroz**. Goiânia: EMBRAPA–CNPAP, 1985. 2 p. (EMBRAPA–CNPAP. Pesquisa em Andamento, 52).
- FONSECA, J. R.; RANGEL, P. H. N.; PRABHU, A. S. **Características botânicas e agronômicas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Goiânia: EMBRAPA–CNPAP, 1981. 32 p. (EMBRAPA–CNPAP. Circular Técnica, 14).
- FONSECA, J. R.; RANGEL, P. H. N.; MORAIS, O. P. de; MATTOS, T.; BEHNEK, B. A.; GIANLUPPI, V. **Coleta de germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) e algumas considerações sobre os sistemas de produção no Estado de Minas Gerais, Território Federal de Roraima e Estado do Espírito Santo**. Goiânia: EMBRAPA–CNPAP, 1982a. 19 p. (EMBRAPA–CNPAP. Documentos, 3).
- FONSECA, J. R.; RANGEL, P. H. N.; BEDENDO, I. P.; SILVEIRA, P. M. da; GUIMARÃES, E. P.; CORADIN, L. **Características botânicas e agronômicas de cultivares e raças regionais de arroz (*Oryza sativa* L.) coletadas no Estado do Maranhão**. Goiânia: EMBRAPA–CNPAP: EMBRAPA-CENARGEN, 1982b. 42 p. (EMBRAPA–CNPAP. Boletim de Pesquisa, 1).
- FONSECA, J. R.; RANGEL, P. H. N.; GALVÃO, E. U. P.; CAMPOS, I. S. Coleta de germoplasma de arroz no Amazonas e Acre. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 37, n. 349, p. 36–39, 1984. Edição especial.
- FONSECA, J. R.; SILVA, H. T. da; FREIRE, M. S.; FREIRE, A. B. Caracterização e avaliação de germoplasma de arroz e feijão na Embrapa Arroz e Feijão. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE – SIRGEALC, 3., 2001, Londrina. **Recursos** genéticos: conservar para a vida: anais. Londrina: IAPAR, 2001. p. 298-300.
- FONSECA, J. R.; VIEIRA, E. H. N.; SILVA, H. T. da; CUTRIM, V. dos A.; CASTRO, E. da M. de. Coleta de germoplasma de arroz *Oryza sativa* L. no Brasil. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 249–250. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- FORD-LLOYD, B. V.; JACKSON, M. T.; NEWBURY, H. J. Molecular markers and the management of genetic resources in seed genebanks: a case study of rice. In: CALLOW, J. A.; FORD-LLOYD, B. V.; NEWBURY, H. J. (Ed.). **Biotechnology and plant genetic resources**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 103-118.
- FRANKEL, O. H. Genetic perspectives of germplasm conservation. In: ARBER, W. K.; LLIMENSEE, K.; PEACOCK, W. J.; STARLINGER, P. (Ed.). **Genetic manipulation: Impact on man and society**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984. p. 161-170.
- FREIRE, M. S.; MORALES, E. A. V.; BATISTA, M. de F. Diversidade genética. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 559-581.
- FREIRE, M. S.; SILVA, H. T. da; FREIRE, A. de B. **Conservação de recursos genéticos de arroz e feijão**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 16 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 54).



HARLAN, J. R.; WET, J. M. J. de. Toward a rational classification of cultivated plants. **Taxon**, Utrecht, v. 20, n. 4, p. 509-517, Aug. 1971.

HERNANDES, J. C. **Descritores de los recursos genéticos vegetales**. Buenos Aires: Universidade de Buenos Aires, 1988. 4 p. Trabalho apresentado no Curso Internacional sobre Recursos Genéticos Vegetales.

IBPGR-IRRI Rice Advisory Committee. **Descriptors for rice, *Oryza sativa* L.** Los Baños: IRRI, 1980. 21 p.

KHUSH, G. S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 35, n. 1/2, p. 25-34, Sept. 1997.

MESQUITA, M. L. R. **Germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) coletado na microrregião da Baixada Ocidental Maranhense**. São Luís: EMAPA, 1984. 12 p. (EMAPA. Documentos, 3).

MORISHIMA, H.; MARTINS, P. S. (Ed.). **Investigations of plant genetic resources in the Amazon basin with the emphasis on the genus *Oryza***: report of 1992/93 Amazon Project. [S.l.]: Monbusho International Scientific Research Program, 1994. 100 p.

OKA, H. I. Genetic diversity of wild and cultivated rice. In: KHUSH, G. S.; TOENNIENSEN, G. H. (Ed.). **Rice biotechnology**. Wallingford: CAB International; Manila: IRRI, 1991. p. 55-81.

OKA, H. I.; MORISHIMA, H. Wild and cultivated rice. In: MATSUO, T.; FUTSUHARA, Y.; KIKUCHI, F.; YAMAGUCHI, H. (Ed.). **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1997. v. 3, p. 88-111.

OLIVEIRA, G. C. X. Observations on wild rice: geographic distribution of wild *Oryza* species in Brasil. In: MORISHIMA, H.; MARTINS, P. S. (Ed.). **Investigations of plant genetic resources in the Amazon basin with the emphasis on the genus *Oryza***: report of 1992/93 Amazon Project. [S.l.]: Monbusho International Scientific Research Program, 1994. p. 10-15.

OLUFOWOTE, J. O.; XU, Y.; CHEN, X.; PARK, W. D.; BEACHELL, H. M.; DILDAY, R. H.; GOTO, M.; MCCOUCH, S. Comparative evaluation of within-cultivar variation of rice (*Oryza sativa* L.) using microsatellite and RFLP markers. **Genome**, Ottawa, v. 40, n. 3, p. 370-378, June 1997.

PEREIRA, J. A. **Cultura do arroz no Brasil**: subsídios para a sua história. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 226 p.

RANGEL, P. H. N.; PRABHU, A. S.; NEVES, P. C. F. O uso de espécies selvagens de arroz no melhoramento genético do arroz irrigado. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina**: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1996. v. 2, p. 106. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 62).

SILVA, H. T. da; FONSECA, J. R.; FREIRE, M. S.; FREIRE, A. B. Enriquecimento da variabilidade genética de arroz e feijão. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE – SIRGEALC, 3., 2001. Londrina. **Recursos genéticos**: conservar para a vida: anais. Londrina: IAPAR, 2001. p. 177-179.



SILVA, H. T. da; FONSECA, J. R.; VIEIRA, E. H. N. Preservando a variabilidade genética de arroz. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 273–275. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

SOBRAL, C. A. M.; FONSECA, J. R. **Levantamento de germoplasma de arroz (*Oryza sativa* L.) e algumas considerações sobre o seu cultivo em Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA–UEPAE de Porto Velho, 1984. 22 p. (EMBRAPA–UEPAE de Porto Velho. Documentos, 11).

SOUZA, D. M. de; LEITÃO, H. de F.; BANZATTO, N. V.; SUGIMORI, M. H. Caracterização botânica de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). **Bragantia**, Campinas, v. 31, n. 17, p. 207–216, jun. 1972.

TANKSLEY, S. D.; NELSON, J. C. Advanced backcross QTL analysis: a method for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germoplasm into elite breeding lines. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 92, n. 2, p. 191-203, Feb. 1996.

VALOIS, A. C. C. Conservação "*in situ*" e "*ex situ*" de germoplasma vegetal. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1995, Campinas. **Programa e resumos**. Campinas: IAC; Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1995. p. 5-6.

WATANABE, Y. Genomic constitution of Genus *Oryza*. In: MATSUO, T.; FUTSUHARA, Y.; KIKUCHI, F.; YAMAGUCHI, H. (Ed.). **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1997. v. 3, p. 29-68.

