

ISSN 1678-9644
Maio, 2013

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

Documentos, 288

Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão: Passado, Presente e Futuro

*Paulo Hideo Nakano Rangel
Jaison Pereira de Oliveira
Joaquim Geraldo Cáprio da Costa
Márcio Elias Ferreira
Aluana Gonçalves de Abreu*

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás, GO
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (0xx62) 3533 2100
Fax: (0xx62) 3533 2194
cnpaf.sac@embrapa.br
www.cnpaf.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Camilla Souza de Oliveira*
Secretário: *Luiz Roberto Rocha da Silva*
Membros: *Ana Lúcia Delalibera de Faria,*
Flávia Aparecida de Alcântara, Heloisa Célis Breseghello,
Henrique César de Oliveira, Luís Fernando Stone,
Márcia Gonzaga de Castro Oliveira

Supervisão editorial: *Camilla Souza de Oliveira*
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
Revisão de texto: *Camilla Souza de Oliveira*
Capa: *Fabiano Severino*
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

Versão eletrônica (2013)

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

Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão : passado, presente e futuro / Paulo Hideo Nakano Rangel ... [et al]. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2013.
68 p. : il. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 288)

1. Banco de germoplasma – história. 2. Arroz - Banco de germoplasma.
3. Feijão – Banco de germoplasma. I. Rangel, Paulo Hideo Nakano. II. Embrapa Arroz e Feijão. III. Série.

CDD 631.523 (21. ed.)

© Embrapa 2013

Autores

Paulo Hideo Nakano Rangel

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, paulo.hideo@embrapa.br

Jaison Pereira de Oliveira

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, jaison.oliveira@embrapa.br

Joaquim Geraldo Cáprio da Costa

Engenheiro agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, joaquim.caprio@embrapa.br

Márcio Elias Ferreira

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, marcio.ferreira@embrapa.br

Aluana Gonçalves de Abreu

Bióloga, Doutora em Genética e Biologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, aluana.goncalves@embrapa.br

Apresentação

O Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão (BAG Arroz e Feijão) da Embrapa foi criado em 1975, teve suas atividades iniciadas em 1976. Com um acervo de 27.006 acessos de arroz e 16.345 acessos de feijão o BAG Arroz e Feijão é o maior banco ativo de germoplasma da Embrapa e constitui-se na maior coleção de germoplasma de arroz e feijão do Brasil. Nele são encontradas cultivares, variedades tradicionais, linhagens mutantes, populações e exemplares de espécies silvestres, parentes próximas do arroz e feijão, coletadas no Brasil e/ou recebidas dos mais diversos países do mundo. A conservação e o uso sustentável deste acervo é fundamental para o futuro da pesquisa e do cultivo de arroz e feijão em nosso país.

Em 2009 foi iniciada uma ampla reforma na infraestrutura do BAG Arroz e Feijão. Esta reforma foi consolidada em 2010 com a criação pela Diretoria da Embrapa do Programa AgroVerde, que possibilitou investimentos em infraestrutura para a modernização do BAG. Hoje o BAG Arroz e Feijão possui uma capacidade de conservação ex situ de 87.640 acessos em uma infraestrutura que conta com câmara fria e seca, casas teladas para multiplicação eficiente e segura de germoplasma, telados de campo para caracterização morfológica e agrônômica e áreas de campo específicas para condução de pesquisas com recursos genéticos de arroz e feijão.

O objetivo deste documento é apresentar um histórico do BAG Arroz e Feijão desde a sua criação até os dias atuais enfatizando as principais mudanças realizadas tanto em termos de infraestrutura como do manejo do germoplasma de arroz e feijão.

Dr. Paulo Hideo Nakano Rangel
Gestor do BAG Arroz e Feijão

Sumário

Introdução	9
Criação do Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão (BAG Arroz e Feijão)	10
Novas Instalações do Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão (BAG Arroz e Feijão)	11
Recursos Humanos: outro tesouro do Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão	18
Missão do BAG Arroz e Feijão	20
Fluxograma de funcionamento do BAG Arroz e Feijão	21
Protocolos operacionais e administrativos do BAG Arroz e Feijão	22
Introdução de Germoplasma	22
Variedades tradicionais de arroz e feijão	23
Linhagens de Programas de Melhoramento	23
Multiplicação	24
Regeneração por cultura de embrião	24
Limpeza	24
Secagem	24
Embalagem	25
Armazenamento e conservação	25
Caracterização morfológica	26
Monitoramento	26
Movimentação e intercâmbio	27
Envio de amostras para a Colbase	27
Logomarca do BAG	27
Diagnóstico quantitativo e qualitativo do germoplasma conservado no Banco Ativo de Germoplasma de Arroz (BAG Arroz)	28

O acervo do BAG Arroz.....	28
Quantidade de sementes armazenadas.....	31
Acessos de variedades tradicionais com nome repetido	31
Comparação entre o acervo de acessos armazenados no BAG Arroz e na Colbase	34
Coleta de espécies silvestres de arroz.....	36
Coleta de variedades tradicionais de arroz	43
Coleções Nucleares de Arroz.....	48
Coleção Nuclear de Arroz da Embrapa (CNAE)	49
Coleção Nuclear Temática de Arroz para Tolerância à Seca (CNTAS)	50
Diagnóstico do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão (BAG Feijão)	51
O acervo do BAG Feijão	52
Testes de germinação.....	52
Acessos tradicionais com nome repetido	53
Coleção Nuclear de Feijão da Embrapa (CONFE)	53
Perspectivas.....	57
Agradecimentos	58
Referências	58

Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão: Passado, Presente e Futuro

Paulo Hideo Nakano Rangel

Jaison Pereira de Oliveira

Joaquim Geraldo Cáprio da Costa

Márcio Elias Ferreira

Aluana Gonçalves de Abreu

Introdução

A diversidade biológica ou biodiversidade é formada por todas as espécies de plantas, animais e microrganismos em interação com os ecossistemas, além dos processos biológicos dos quais elas fazem parte. A manifestação física da biodiversidade é representada pelos recursos genéticos, definidos como “a variabilidade de espécies de plantas, animais e microrganismos que contém os elementos funcionais da hereditariedade, de valor atual ou potencial, para uso em programas de melhoramento genético, agro biodiversidade, biotecnologia e outras ciências afins. Os recursos genéticos constituem a parte essencial da biodiversidade que é utilizada pelo homem no desenvolvimento de uma agricultura sustentável e na produção de alimentos (RECURSOS..., 2010).

Com a entrada em vigor da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), em 1993, foram estabelecidos três grandes objetivos: a conservação da biodiversidade, a utilização sustentável dos seus componentes e a repartição justa e equitativa dos seus benefícios. Os países membros desta Convenção, através da FAO, regulamentaram o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e Agricultura (TIRFAA), aprovado em 2001 e ratificado pelo Brasil em 2006. Este tratado estabelece as bases para o intercâmbio de recursos fitogenéticos entre os países para uso na alimentação e na agricultura. O arroz e o feijão fazem parte deste tratado (BRASIL, 2008).

O Brasil, que detém de 15% a 20% das espécies do planeta, é considerado o País de maior riqueza total de espécies no mundo. Entretanto, uma significativa parte das nossas atividades econômicas depende de espécies exóticas, como é o caso do arroz, oriundo da Ásia, e do feijão, oriundo da América Central e da Região Andina. Variedades destas espécies foram introduzidas no Brasil desde a época do seu descobrimento, e vêm sendo cultivadas principalmente por pequenos agricultores ao longo de várias gerações, sofrendo um processo de seleção natural e artificial, tornando-se adaptadas a estresses bióticos e abióticos variados. Este germoplasma constitui-se em um reservatório de genes de inestimável valor. Além disto, populações de espécies silvestres de arroz são encontradas em condições naturais, especialmente nos biomas Amazônia, Pantanal Mato-grossense e no Cerrado, ainda isoladas de cultivos comerciais e, portanto, sem a introgressão de genes da espécie cultivada (RANGEL et al., 2006).

O futuro dos programas de melhoramento depende da disponibilidade de material genético representativo da diversidade genética da espécie para que novas variedades melhoradas possam ser desenvolvidas. A competitividade da agricultura brasileira, conquistada com grande esforço e forte participação da Embrapa nestes 30 anos, depende do sucesso em manter a variabilidade genética das espécies de importância atual e potencial para a agricultura, e do desenvolvimento de novas e melhores variedades de plantas. Entre as

missões da Embrapa destacam-se, portanto, a conservação de recursos genéticos em bancos de germoplasma e o desenvolvimento com base neste germoplasma, de novas variedades de plantas através dos programas de melhoramento genético. .

O Banco de Germoplasma de Arroz e Feijão (BAG Arroz e Feijão) da Embrapa foi criado em 1975, tendo iniciado as suas atividades em 1976. Nele está armazenado o maior acervo de recursos genéticos de arroz e feijão do Brasil. A conservação e o uso sustentável deste patrimônio genético é fundamental para a pesquisa e para o cultivo de arroz e de feijão no nosso país. Além do aumento da população brasileira, as mudanças climáticas em curso deverão pressionar por modificações significativas em nossa agricultura. Portanto, é essencial para a competitividade da agricultura brasileira a adequada conservação deste patrimônio genético, particularmente dos acessos de interesse imediato aos programas de melhoramento genético.

Criação do Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão (BAG Arroz e Feijão)

A história do BAG Arroz e Feijão confunde-se com a própria história do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), hoje Embrapa Arroz e Feijão. O BAG Arroz e Feijão foi criado junto com o CNPAF, em 1975, apenas um ano após a criação da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (Embrapa). As atividades com arroz (*Oryza spp.*) foram iniciadas em 1976 e, posteriormente, com feijão (*Phaseolus spp.*) e caupi (*Vigna spp.*). Inicialmente, o BAG Arroz e Feijão foi estabelecido na antiga sede do CNPAF, na BR 153, km 4, Caixa postal 179, CEP – 74.000, Goiânia, GO, próximo ao Ceasa. As instalações iniciais eram simples e insuficientes para o manejo e o armazenamento adequado do germoplasma de arroz, feijão e caupi (Figura 1).

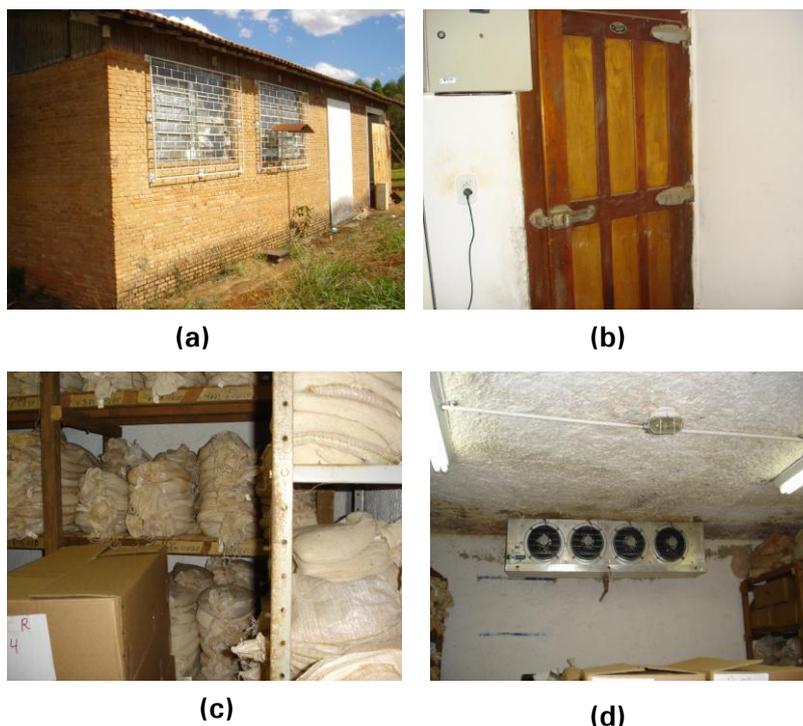


Figura 1. BAG Arroz e Feijão na sede antiga da Embrapa Arroz e Feijão, na BR 153: (a) casa onde funcionava o BAG; (b) porta da câmara de armazenamento de sementes; (c) e (d) interior da câmara de armazenamento de sementes.

Fotos: Autor desconhecido/Embrapa

Em 1981, a sede da Embrapa Arroz e Feijão foi transferida para o município de Santo Antônio de Goiás, Fazenda Capivara (Rodovia GO-462 – km 12 – Zona Rural – 75375-000) que pertencia ao Ministério da Agricultura (Figura 2). Com esta mudança, o BAG passou a funcionar, ainda em instalações simples, em uma casa improvisada. Em 1983, com a inauguração da nova sede da Embrapa Arroz e Feijão, o BAG Arroz e Feijão passou a funcionar em uma estrutura própria, formada por uma grande sala para manejo do germoplasma e uma câmara fria e seca para armazenamento dos acessos de arroz e feijão, com capacidade de 350 m³, projetada para funcionar a uma temperatura de 12 °C e uma umidade relativa de 25%, junto à qual foi estabelecida uma antecâmara. A câmara fria era equipada com dois pressurizadores de ar, quatro condensadores e dois desumidificadores de ar, os quais eram responsáveis, pela manutenção de baixa temperatura e de baixa umidade relativa do ar.



Figura 2. Instalações improvisadas do BAG Arroz e Feijão na Fazenda Capivara em Santo Antônio de Goiás: (a) vista aérea da sede provisória da Embrapa Arroz e Feijão; (b) acesso a sede da Embrapa Arroz e Feijão; (c) casa onde funcionou o BAG Arroz e Feijão.

Fotos: Autor Desconhecido/Embrapa

Novas Instalações do Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão (BAG Arroz e Feijão)

Em 2009 foi iniciada uma ampla reforma e adequação na infraestrutura do BAG Arroz e Feijão, e concluída em 2010. Essa mudança necessária foi apoiada e incentivada pelo Programa AgroVerde, possibilitando investimentos em infraestrutura, equipamentos e mobilização de recursos humanos para a modernização do BAG Arroz e Feijão. A atual planta-baixa do BAG Arroz e Feijão (Figura 3) inclui uma sala para caracterização dos acessos, uma sala para os testes de germinação, uma sala para técnicos do BAG e estagiários, onde são analisados os dados coletados dos acessos, uma sala para preparo de amostras e armazenamento dos acessos, e uma sala para reuniões. Foi construída ainda uma sala para trabalhos de pós-colheita, onde são preparadas as sementes dos acessos colhidas no campo e nas casas teladas.



(a)



(b)



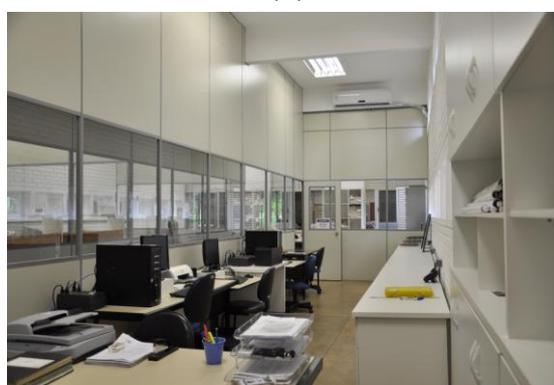
(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Figura 3. Nova planta baixa do BAG Arroz e Feijão: (a) instalação antiga do BAG formada por uma única sala onde era realizada todas as atividades com germoplasma de arroz e feijão (Foto: Autor Desconhecido/Embrapa); (b) atual sala de caracterização de acessos (Foto: Paulo Hideo); (c) atual sala de germinação de sementes (Foto: Paulo Hideo); (d) atual sala de preparo de amostras de sementes (Foto: Paulo Hideo); (e) atual sala de reunião (Foto: Paulo Hideo); (f) atual sala de técnicos (Foto: Paulo Hideo); (g) atual sala de pós-colheita (Foto: Paulo Hideo).

A câmara fria foi reformada para melhorar e aumentar a sua capacidade de armazenamento (Figuras 4 e 5). O teto e as suas paredes foram cobertas com uma camada de poliuretano, o que favorece a manutenção da temperatura constante. Os desumidificadores foram trocados por equipamento de última geração, com maior capacidade de trabalho. Foram instalados novos sensores de temperatura e umidade dentro da câmara fria, que permitem o monitoramento e controle total destes parâmetros, inclusive com a emissão de relatórios diários ou instantâneos. Foi adquirido

um gerador de energia para suprir a câmara no caso de falta de energia da concessionária e trocados os pressurizadores e condensadores de ar. Todas as antigas embalagens (caixas de papelão e envelopes) utilizadas para acondicionar as sementes dos acessos de arroz e feijão foram trocadas por novos frascos de polietileno, em formato retangular. As antigas estantes metálicas foram trocadas por modernos arquivos deslizantes, que além de facilitarem o armazenamento e manuseio das amostras, permitiram a duplicação do volume de armazenamento da câmara fria. A capacidade de conservação da câmara fria, que era de 26.000 acessos, passou para 80.080 acessos, mantidos em frascos de polietileno de 650 ml, e 7.560 frascos de polietileno de 1.000 ml, totalizando uma capacidade de armazenamento de 87.640 acessos. Foi instalado equipamento segurança para controle de acesso à câmara fria, acionado pela impressão digital do usuário.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 4. Câmara de armazenamento de sementes do BAG: (a) e (b) estantes de aço e caixas de papel que eram utilizadas no armazenamento das sementes de arroz e feijão; (c) e (d) modernos arquivos deslizantes utilizados atualmente; (e) e (f) detalhes das gavetas e dos frascos de polietileno utilizados atualmente no armazenamento das sementes de arroz e feijão.

Fotos a, b: Autor Desconhecido/Embrapa

Fotos c, d, e, f: Paulo Hideo



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Figura 5. A câmara fria foi reformada através da aquisição de novos equipamentos: **(a)** desumidificador utilizado à mais de 30 anos; **(b)** desumidificador de alta performance; **(c)** e **(d)** sensor e programa de computador que controlam a temperatura e umidade relativa; **(e)** equipamento de restrição e acesso a câmara fria; **(f)** gerador de energia emergencial; **(g)** revestimento das paredes e teto da câmara com poliuretano

Fotos: Paulo Hideo

Neste período de modernização, foram adquiridos vários equipamentos visando facilitar os trabalhos de caracterização, secagem e manejo das sementes dos acessos de arroz e de feijão, como: analisador estatístico de grãos, testadora de arroz, estufa de ventilação forçada, balanças, medidor de brancura de grãos de arroz, etc.

Para agilizar a multiplicação dos acessos de arroz e feijão, foram construídas duas Casas Teladas com 600 m² cada (Figura 6), equipadas com sistema automático de nebulização, micro aspersão e gotejamento para irrigação dos vasos. O BAG Arroz e Feijão conta ainda com outra Casa Telada na Fazenda Capivara, com área de 108 m², que é utilizada para multiplicação de acessos de arroz silvestre e outra no Campo Experimental da Fazenda Palmital, com área de 300 m², onde são feitas multiplicações de acessos de arroz, ambas com sistema automático de irrigação dos vasos.



Figura 6. Casas Teladas onde são realizadas as multiplicações dos acessos de arroz (a, b, c e, d) e de feijão (e, f).

Fotos: Paulo Hideo

Os acessos de arroz são caracterizados morfológicamente em três telados de campo no Campo Experimental da Fazenda Palmital, dois deles com área de 5.000 m² cada e o terceiro com área de 1.200 m². Os experimentos de caracterização de acessos de feijão dispõem de uma área de quatro hectares no Campo Experimental da Fazenda Capivara, dotada de sistema de irrigação formado por conjunto auto-propelido e carrinho com barras laterais, instalado com bicos dissipadores com válvulas reguladoras de pressão, cuja finalidade é obter lâmina de água constante e homogênea durante os períodos de irrigação (Figura 7).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 7. Telados de campo utilizados para caracterização morfológica de acessos de arroz (a, b) e auto-propelido utilizado na irrigação de acessos de feijão durante a caracterização morfológica em área de campo do BAG (c, d).

Fotos: Paulo Hideo

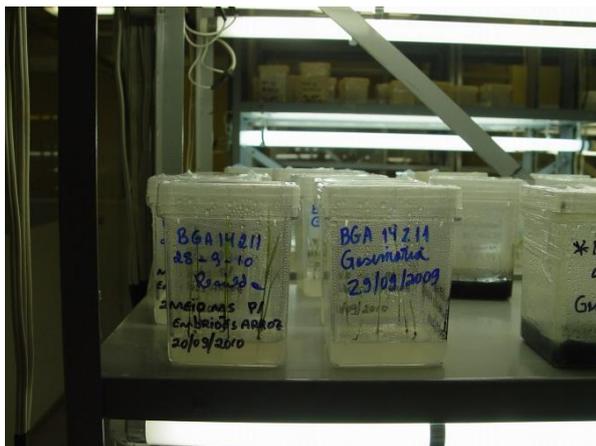
No BAG da Embrapa Arroz e Feijão está armazenada uma coleção de populações silvestres de arroz coletadas no Brasil, que constitui um acervo único no mundo. As sementes destas espécies (*Oryza glumaepatula*, *Oryza grandiglumis*, *Oryza alta* e *Oryza latifolia*) além de difícil germinação, perdem a viabilidade em curto espaço de tempo. Em 2011 foi criado o Laboratório de Cultura de Tecidos do BAG Arroz e Feijão com o objetivo específico de regeneração e multiplicação destas populações e de acessos de arroz e feijão com baixo vigor de sementes através de resgate e cultivo de embrião in vitro (Figura 8).



(a)



(b)



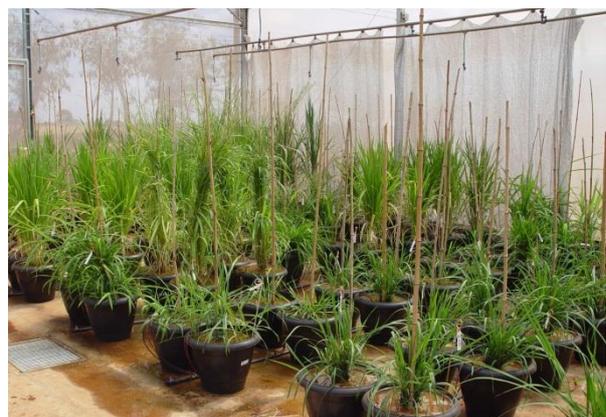
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 8. Regeneração de acessos de arroz através de cultivo de embrião: (a) Prateleira dotada de lâmpadas fluorescentes utilizadas no crescimento das plantas; (b) Câmara de fluxo laminar; (c) Plantas crescendo em magentas; (d) Plantas transplantadas das magentas para copos com solo; (e) Plantas em vasos na casa telada; (f) Plantas adultas de espécies silvestres de arroz obtidas através de cultivo de embrião.

Fotos: Paulo Hideo

Recursos Humanos: outro tesouro do Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão

Em 35 anos de existência, vários funcionários prestaram serviços no BAG Arroz e Feijão. Os funcionários em atividade no BAG (Figura 9) são:

- Dr. Paulo Hideo Nakano Rangel, iniciou suas atividades em 2009, e é o atual Gestor do BAG e Curador de Arroz;
- Dr. Joaquim Geraldo Cáprio da Costa, iniciou suas atividades no BAG em 2009 e é o atual Curador de Feijão;
- Dr. Jaison Pereira de Oliveira, iniciou suas atividades no BAG em 2010 e é pesquisador em recursos genéticos de arroz e feijão;
- Dra. Aluana Gonçalves de Abreu, iniciou suas atividades no BAG em 2012 e é a responsável pelo intercâmbio de germoplasma de arroz e feijão e pesquisadora em recursos genéticos de arroz e feijão na área de biotecnologia;
- Dr. Márcio Elias Ferreira pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia trabalha em estreita parceria com o BAG Arroz.
- Sr. Divino de Melo, é o funcionário mais antigo em atividade no BAG, iniciando suas atividades em 1980.
- Sra. Neide de Almeida Oliveira Bastos iniciou suas atividades no BAG em 2007 e é responsável pelo Banco de Dados;
- Sr. Eurípedes Ferreira Sousa, iniciou suas atividades no BAG em 2010;
- Sr. João Carlos Crispim, iniciou suas atividades no BAG em 2010;
- Sr. João Mário da Silva, iniciou suas atividades no BAG em 2010;
- Sra. Marta Moreira Gonçalves Cardoso, iniciou suas atividades no BAG em 2010.
- Sr. Salvador de Sousa Fonseca, iniciou suas atividades no BAG em 2012;
- Sr. Waltterlenne Englen Freitas de Lima, iniciou suas atividades no BAG em 2012.

Outros funcionários que conduziram atividades no BAG Arroz e Feijão (Figura 10) incluem:

- Dr. Jaime Roberto Fonseca, Curador de Arroz, desenvolveu suas atividades no BAG de 1976 a 2009;
- Dr. Edson Herculano Neves Vieira, responsável pelo BAG de 1976 a 1983;
- Dra. Marlene Silva Freire, responsável pelo BAG de 1983 a 2001;
- Dra. Heloísa Torres da Silva, Curadora de Feijão de 2001 a 2008 e responsável pelo BAG de 2001 a 2008;
- Dra. Tereza Cristina de Oliveira Borba desenvolveu atividades no BAG em 2008;
- Sr. Anfilófilo de Souza, funcionário do BAG de 1981 a 1990;
- Sr. José Francisco Arruda e Silva, funcionário do BAG de 1990 a 1992;
- Sr. Waldonete da Silva Rézio, funcionário do BAG no período de 1981 a 2003;
- Sr. José de Carvalho Soares, funcionário do BAG no período de 1977 a 1987;

- Sr. Jair Divino Gonçalves, funcionário do BAG no período de 1987 a 2009;
- Sr. Osmar Cardoso de Moura, funcionário do BAG no período de 1989 a 2005;
- Sr. Wanderley Cardoso de Moura, funcionário do BAG no período de 1988 a 1996;
- Sr. Manoel Vaz Ribeiro, funcionário do BAG no período de 1989 a 2005;
- Sra. Heloísa da Silva Coelho, funcionária do BAG no período de 1997 a 1999;
- Sr. João Batista Vieira Silva exerceu suas atividades no BAG de 2000 a 2012.



Figura 9. Funcionários em atividade no BAG Arroz e Feijão (da esquerda para a direita e de cima para baixo), Aluana Gonçalves de Abreu, Divino de Melo, Eurípedes Ferreira de Sousa, Jaison Pereira de Oliveira, João Carlos Crispim, João Mário da Silva, Joaquim Geraldo Cáprio da Costa, Marta Moreira Gonçalves Cardoso, Neide de Almeida Oliveira Bastos, Paulo Hideo Nakano Rangel, Salvador de Sousa Fonseca e Márcio Elias Ferreira (Cenargen).

Fotos: Paulo Hideo



Figura 10. Funcionários que desenvolveram atividades no BAG (da esquerda para direita e de cima para baixo): Anfilóbio de Souza, Jair Divino Gonçalves, Osmar Cardoso de Moura, Heloísa da Silva Coelho, Edson Herculano Neves Vieira, Waldonete da Silva Ré시오, Wanderley Cardoso de Moura (terceiro da direita para esquerda), Manoel Vaz Ribeiro, Jaime Roberto Fonseca, Marlene Silva Freire, José de Carvalho Soares, Tereza Cristina de Oliveira Borba, Heloísa Torres da Silva (a primeira da esquerda para direita), José Francisco de Arruda Silva e João Batista Vieira Silva.

Fotos: Autor Desconhecido/Embrapa

Diversos bolsistas fizeram estágios e contribuíram com as atividades do BAG. Entre eles podemos citar: Leidiene Cândida Ribeiro, Ludiane Carneiro Ignácio, Fernanda de Farias Martins, Patrícia Fontoura, Janayne Rezende, Elis Cristina Alves Cardoso, Altayane Silva Almeida, Andressa Rodrigues Elias Gusmão, Jackeline Marques Farias, Ludivina Lima Rodrigues, Isabela Cristina Ribeiro e Silva, Leandro Vieira, Gisele Garcias de Paula, Fernanda Rocha de Almeida, Karina Gonçalves Damasceno e Antônio Junqueira Rezende Neto.

A visão, o esforço, a dedicação e o espírito de equipe destes pesquisadores, funcionários e estagiários tem sido fundamental para a conservação do patrimônio genético do BAG Arroz e Feijão desde a sua criação.

Missão do BAG Arroz e Feijão

Preservação dos recursos genéticos de arroz e feijão através da manutenção das sementes dos acessos em boas condições de germinação, vigor e fitossanidade.

Enriquecimento da coleção através de acessos tradicionais e espécies silvestres oriundas de coletas e introdução de linhagens de programas de melhoramento do Brasil e de outros países. Multiplicação e caracterização dos acessos. Desenvolvimento de pesquisas com recursos genéticos de arroz e feijão.

Fluxograma de funcionamento do BAG Arroz e Feijão

O BAG Arroz e Feijão está subordinado a Chefia de Pesquisa e Desenvolvimento (Figura 11). Os principais assuntos de pesquisa inerentes ao BAG são discutidos dentro do Grupo de Pesquisa de Recursos Genéticos, que é formado por pesquisadores e analistas ligados ao tema.

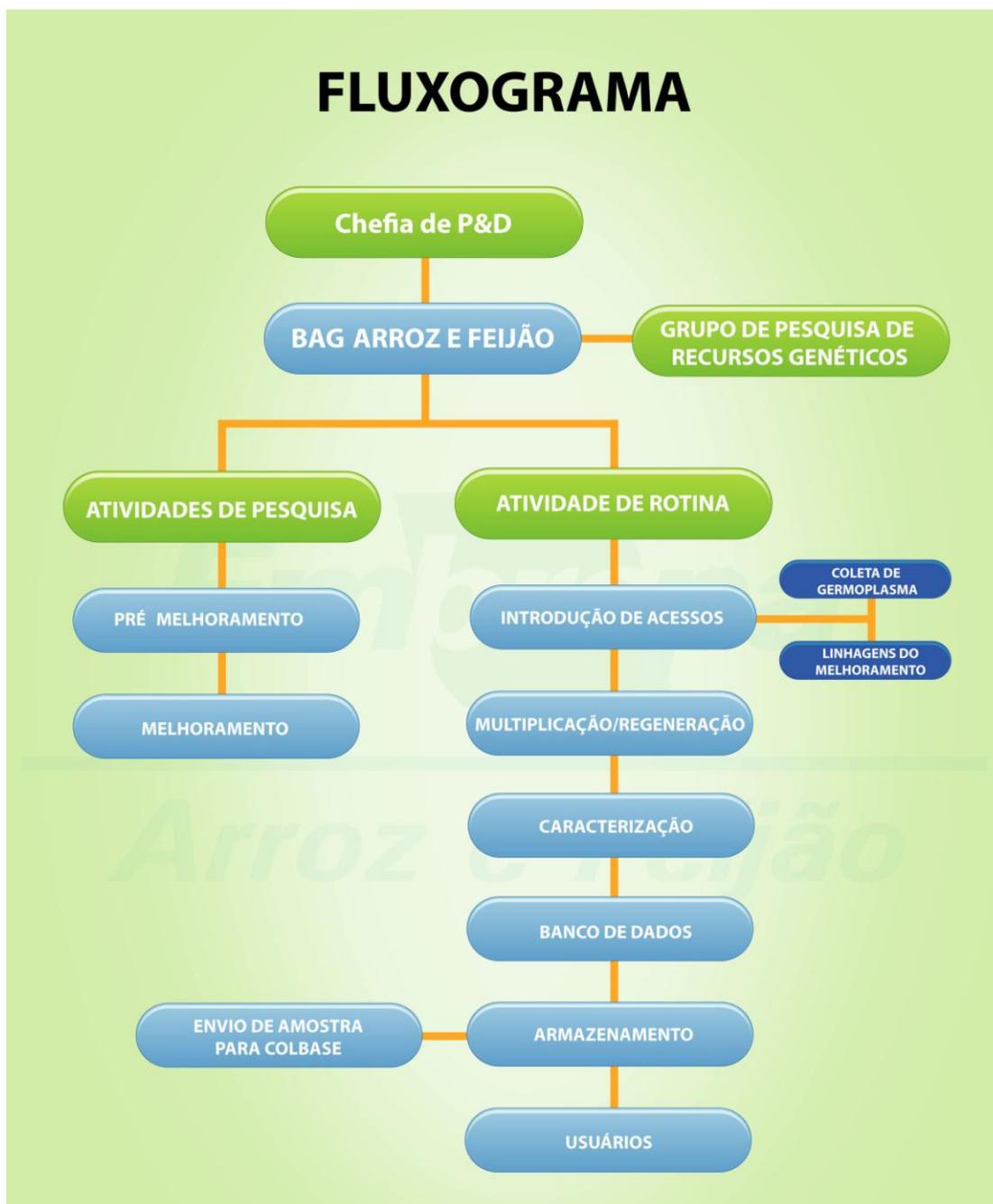


Figura 11. Fluxograma de funcionamento do BAG Arroz e Feijão.

O BAG desenvolve atividades de rotina (introdução, multiplicação, regeneração, caracterização e armazenamento de germoplasma e manutenção de banco de dados) e de pesquisa (pré-melhoramento) com recursos genéticos de arroz e feijão. A introdução de acessos visando o enriquecimento das coleções de arroz e feijão é feita através de coletas de variedades tradicionais de arroz e feijão em áreas de pequenos agricultores do Brasil, assim como de linhagens oriundas de programas de melhoramento e de conservação de germoplasma do Brasil e de outros países.

Os acessos detectados com poder germinativo abaixo de 80% são multiplicados para renovação das sementes conservadas. Os acessos com baixo vigor são regenerados através de cultivo de embrião. A caracterização morfológica dos acessos é feita utilizando-se 32 descritores de arroz e 31 descritores de feijão, de acordo com as recomendações da Bioversity International (2007).

As sementes dos acessos são submetidas a procedimentos de rotina como expurgo, determinação da umidade, testes de germinação e vigor, pesagem da amostra, emissão da etiqueta com código de barras e retirada de uma amostra para envio para a Coleção de Base (COLBASE), localizada na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasília – DF). As sementes são mantidas em frascos e armazenadas em câmara fria a temperatura de $\pm 13^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa de $\pm 25\%$.

Os dados de passaporte, manejo, ambiente, caracterização e avaliação dos acessos são atualizados em um Banco de Dados do BAG, com livre acesso pela comunidade científica e pelo público em geral. Os acessos de arroz e feijão guardados no BAG da Embrapa Arroz e Feijão são um patrimônio do povo brasileiro, portanto qualquer cidadão do Brasil poderá solicitar amostras destes germoplasmas.

Protocolos operacionais e administrativos do BAG Arroz e Feijão

Os Protocolos do BAG permitem o estabelecimento de rotinas para as atividades de introdução de germoplasma, regeneração e multiplicação, limpeza, secagem, testes de qualidade, embalagem, registro e documentação, armazenamento e conservação, caracterização e avaliação, monitoramento, movimentação e intercâmbio, e envio de amostras para a Colbase. Estes Protocolos são atualizados rotineiramente para o aprimoramento dos serviços necessários à manutenção do BAG.

Introdução de Germoplasma

A introdução de germoplasma nas coleções é feita através da incorporação de novos acessos para enriquecimento da diversidade genética dos acessos mantidos no BAG. As introduções incluem variedades tradicionais de arroz e feijão, espécies silvestres de arroz oriundas de coletas realizadas no Brasil, e linhagens de arroz e feijão introduzidas de programas de conservação e melhoramento do Brasil e de instituições internacionais.

Para serem introduzidos no BAG, os acessos provenientes de coleta e as linhagens oriundas de programas de melhoramento recebem um número identificador único e sequencial, precedido pelo código BGA (Banco de Germoplasma de Arroz), no caso de arroz, e BGF (Banco de Germoplasma de Feijão), no caso de feijão. Ao serem registrados pela Coordenação de Curadoria (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia), os acessos do BAG recebem o número do código BRA.

Variedades tradicionais de arroz e feijão

Juntamente com o código do BAG e o código BRA, serão registrados pelo menos os seguintes dados de passaporte (BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2007) para cada acesso:

1) Arroz: código da instituição coletora, número da amostra, nome dos coletores, data, país, estado, município, informações sobre o sítio de coleta (latitude, longitude, altitude, local de coleta), espécies silvestres (Bioma Amazônia, Bioma Cerrado, Bioma Pantanal, Bioma Pampa e outros), nome da propriedade ou atividade (campo, armazém, mercados, feira livre, máquinas de beneficiar arroz, instituições de pesquisa e outros), instituição, tipo de amostra coletada (sementes, panículas, parte vegetativa), classificação botânica do acesso (espécie silvestre, arroz vermelho, variedades tradicionais, linhagem do melhoramento, cultivar). Quando a acesso for coletado em aldeia indígena os seguintes dados etnobotânicos devem ser coletados: grupo étnico, nome comum do acesso, origem da amostra (variedade indígena, introduzida), utilização da amostra coletada pelo grupo étnico (alimentação humana, forrageira na alimentação animal, outros), uso especial (propósitos religiosos, cerimônias especiais, outros) e características especiais das amostras coletada.

2) Feijão: código da Instituição coletora, número da amostra, nome dos coletores, data, país, estado, cidade, informações sobre o sítio de coleta (latitude, longitude, altitude, local de coleta), nome da propriedade ou atividade (campo, grão armazenado na propriedade, feira livre, instituições de pesquisa e outros), instituição, classificação botânica do acesso (variedades tradicionais, linhagem do melhoramento, cultivar, linhagem introduzida). Na coleta de acessos em aldeia indígena os seguintes dados etnobotânicos devem ser coletados: grupo étnico, nome comum do acesso, origem da amostra (variedade introduzida), utilização da amostra coletada pelo grupo étnico (alimentação humana, outros), uso especial (propósitos religiosos, cerimônias especiais, outros) e características especiais das amostras coletada.

Linhagens de Programas de Melhoramento

Juntamente com o código do BAG e o código BRA, serão registrados pelo menos os seguintes dados de passaporte (BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2007) para cada acesso:

1) Arroz: código da instituição, número do acesso, nome da instituição doadora do acesso, código da instituição doadora, número do acesso doado, outras identificações associadas ao acesso doado, nome científico (gênero, espécie, subespécie), cruzamento, nome comum do acesso, data de entrada do acesso no banco de germoplasma, forma de obtenção (coleta, programa de conservação e/ou melhoramento do Brasil, programa de conservação e/ou melhoramento de outros países, desconhecida).

2) Feijão: código da instituição, número do acesso, nome da instituição doadora do acesso, código da instituição doadora, número do acesso doado, outras identificações associadas ao acesso doado, nome científico (gênero, espécie, subespécie), cruzamento, nome comum do acesso, data de entrada do acesso no banco de germoplasma, forma de obtenção (coleta, programa de conservação e/ou melhoramento do Brasil, programa de conservação e/ou melhoramento de outros países, desconhecida).

Antes de efetivar a introdução de um acesso no BAG Arroz e Feijão são tomadas algumas providências:

- a) Multiplicação de sementes - quando a quantidade de material propagativo obtida for pequena, para evitar risco de perda.
- b) Certificação de ausência do acesso na coleção - uma busca criteriosa do acesso no Banco de Dados do BAG deve ser realizada para saber se o material genético já foi introduzido na coleção. No caso de variedades tradicionais se houver registro de algum acesso com o mesmo nome, o acesso coletado será mantido em uma prateleira separada dentro da câmara até que sejam realizados testes de DNA (*fingerprinting* genético) para verificar a identidade genética dos acessos testados. No caso de linhagens, se houver no BAG outro acesso com a mesma identificação, o acesso não será introduzido.
- c) A introdução de qualquer linhagem no BAG só será efetivada se ela vier acompanhada de dados de passaporte e de caracterização morfológica, e se ela possuir alguma característica relevante (resistência a doença, tolerância a seca, etc.) para uso futuro dos programas de melhoramento genético.

Multiplicação

- a) A multiplicação dos acessos de arroz e feijão é feita quando o poder germinativo da semente estiver abaixo de 80% para evitar a perda de alelos por deriva genética. Para isto, a cada cinco anos são realizados testes de germinação em uma amostra aleatória de acessos de arroz e feijão do BAG. Outro critério levado em consideração é quando o estoque de sementes de um determinado acesso estiver abaixo de 200 gramas (arroz) e de 275 gramas (feijão).
- b) O BAG providenciará também a multiplicação de acessos de arroz e feijão armazenados na Colbase (Coleção de Base - para conservação a longo prazo de germoplasma), quando solicitado formalmente pelo curador da mesma.

Regeneração por cultura de embrião

A regeneração de acessos é feita no Laboratório de Cultura de Tecidos do BAG utilizando o procedimento de cultivo de embrião *in vitro* em meio de cultura. A cultura de embrião é aplicada em acessos de arroz e feijão cujas sementes germinam mas, devido ao baixo vigor, morrem antes da formação da plântula. Isto tem sido comum nos acessos das espécies silvestres de arroz.

Limpeza

As sementes de acessos oriundos de coleta ou de multiplicação passam por uma limpeza que visa a eliminação das debris e de sementes com defeitos para assegurar a pureza do lote. A limpeza é feita manualmente, com o uso de peneiras, e/ou com o emprego de pequeno assoprador mecânico. As sementes puras passam por um processo de expurgo químico visando a eliminação de insetos.

Secagem

As sementes, livres das impurezas e expurgadas, são colocadas em estufas com ventilação forçada para secagem a uma temperatura de 25°C a 30°C. Elas permanecem

nestas condições por um tempo aproximado de três semanas, até atingirem a umidade de equilíbrio desejada – em geral, 3% a 7%. Ao final de cada semana, uma amostra de sementes é utilizada para medir o teor de umidade a fim de controlar o processo de secagem.

Testes de germinação, determinação do teor de umidade e pesagem das sementes

- a) A porcentagem de germinação de cada acesso de arroz e feijão é determinada em papel “germitest” autoclavado, utilizando uma amostra de duas repetições de 50 sementes. A metodologia de determinação da germinação para arroz e feijão segue as regras para análise de sementes de cada espécie.
- b) De cada acesso de arroz e feijão é determinada a umidade relativa e feita a pesagem das sementes.
- c) Os seguintes descritores de manejo (BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2007) são registrados para cada acesso: porcentagem de germinação das sementes estocadas, data do teste de germinação, teor de umidade, quantidade de sementes armazenadas e local onde as sementes foram multiplicadas.

Embalagem

- a) O BAG Arroz e Feijão adota dois tipos de embalagens para conservação de germoplasma: frascos de polietileno com capacidade de 650 gramas e de 1.000 gramas. Os frascos de 650 g são utilizados para armazenar as sementes das coleções de arroz e feijão do BAG. A quantidade de sementes de arroz e feijão armazenada neste tipo de frasco é de 400 gramas e 550 gramas, respectivamente. Os frascos de 1.000 gramas são utilizados para armazenar 650 gramas de sementes de arroz e 890 gramas de sementes de feijão dos acessos que são mais utilizados em trabalhos de pesquisa, como a Coleção Nuclear de Arroz da Embrapa (CNAE), a Coleção Nuclear Temática de Arroz para Tolerância à Seca (CNTAS), Coleção Nuclear de Feijão da Embrapa (CONFÉ), Coleção de Fontes de Resistência à Brusone (*Magnaporthe grisea*), etc. Os acessos que compõem as coleções nucleares são, em geral, purificados por autofecundação para serem utilizados principalmente em pesquisas, incluindo a área de biotecnologia.
- b) Em cada frasco é colada a logomarca do BAG e uma etiqueta com código de barra contendo: número do código BGA (no caso de arroz) e BGF (no caso de feijão), número do código BRA, número antigo de registro (CA ou CNA) e o nome comum do acesso.

Armazenamento e conservação

- a) As sementes de arroz e feijão, que são consideradas do tipo ortodoxas, são armazenadas na câmara fria, dentro de frascos de polietileno, a uma temperatura de $\pm 13^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $\pm 25\%$.
- b) A câmara fria do BAG Arroz e Feijão possui um sistema de arquivos deslizantes para o armazenamento dos acessos e um software de endereçamento que permite a localização rápida de qualquer acesso.
- c) Somente pessoas devidamente credenciadas têm acesso ao germoplasma armazenado na câmara fria, que possui Controle de Acesso através de Leitor Biométrico Digital.

Caracterização morfológica

a) Todos os acessos do BAG devem ter uma caracterização morfológica mínima padronizada.

b) Para o arroz são utilizados os descritores de ambiente e local, bem como os descritores de caracterização recomendados pela Bioversity International (2007):

Descritores de Ambiente e Local: país de caracterização, instituição onde o acesso foi caracterizado, caracterização do local de avaliação (coordenadas geográficas, dados de solo e clima), data da semeadura, ambiente de avaliação, dados técnicos do ensaio.

Descritores de Caracterização: ciclo da planta, cor da bainha da folha, intensidade da cor verde da lâmina da folha, posição da lâmina da folha, pubescência da lâmina da folha, cor da aurícula, cor do colar, comprimento da lâmina da folha, largura da lâmina da folha, comprimento da folha bandeira, largura da folha bandeira, posição do colmo, coloração do colmo, altura da planta, resistência do colmo ao acamamento, senescência da folha, número de perfilhos e panículas, exercício da panícula, comprimento da panícula, distribuição das ramificações da panícula, distribuição da ramificação secundária da panícula, distribuição da arista ao longo da panícula, cor da arista, pubescência da lema e da pálea, coloração da lema e da pálea, coloração do ápulo, comprimento, largura e espessura dos grãos descascados, peso de 100 grãos descascados, coloração do pericarpo, rendimento de grãos inteiros, quebrados e total, teor de amilose, temperatura de gelatinização, centro branco, cocção e tolerância à seca.

c) Para o feijão são utilizados os descritores de ambiente e local, bem como os descritores de caracterização recomendados pela Bioversity International (2007):

Descritores de Ambiente e Local: país de caracterização, instituição onde o acesso foi caracterizado, caracterização do local de avaliação (coordenadas geográficas, dados de solo e clima), data da semeadura, ambiente de avaliação, dados técnicos do ensaio.

Descritores de Caracterização: pigmentação do cotilédone, pigmentação do hipocótilo, pigmentação do epicótilo, pigmentação da haste principal, forma da vagem, brilho da semente, grupo comercial, cor predominante das flores, comprimento do folíolo central, largura do folíolo central, razão do comprimento/largura do folíolo central, número de vagens por planta, número de lóculos por vagem, comprimento da vagem, largura da vagem, comprimento do dente apical, dias para 50% de emergência, dias para 50% da floração, final de floração, intervalo de floração, comprimento da semente, largura da semente, espessura da semente, comprimento/largura da semente, espessura/largura da semente, peso de cem sementes, hábito de crescimento, cor do hipocótilo, cor de vagem na maturação, cor de vagem seca, brilho de semente, cor primária da semente, cor secundária da semente, forma da cor secundária da semente, cor do halo, forma do dente apical, posição do dente apical, curvatura da vagem, porte da planta, halo da semente, forma do ápice da vagem.

Monitoramento

A cada cinco anos deve ser feito o monitoramento da percentagem de germinação das sementes dos acessos de arroz e feijão armazenados na câmara fria. Para isto, são tiradas amostras de sementes dos acessos com maior tempo de armazenamento e realizados testes de germinação de acordo com o item 5.6.

Movimentação e intercâmbio

- a) Todo intercâmbio de germoplasma deve seguir as normas estabelecidas pelo Governo Federal e pela Embrapa.
- b) A movimentação de germoplasma do BAG só será feita mediante autorização formal do curador e se dará nas seguintes condições: 1) para regeneração e multiplicação; 2) para atender pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão e de outras Unidades da Embrapa; 3) para intercâmbio com outras instituições de pesquisa nacional e internacional; 4) para doação a produtores e companhias de sementes.
- c) A solicitação de germoplasma do BAG por pesquisador da Embrapa deverá ser feita diretamente ao curador do produto, por e-mail ou ofício, com pelo menos um dia de antecedência. O BAG fornecerá 10 gramas de sementes de arroz e 50 sementes de feijão por acesso solicitado que se encontram armazenados nos frascos com capacidade de 650 gramas. Os acessos armazenados nos frascos com capacidade para 1.000 gramas de sementes o BAG poderá fornecer até 50 gramas de sementes de arroz e 150 sementes de feijão.
- d) A solicitação de germoplasma por instituição de pesquisa nacional deve ser feita formalmente por e-mail ou ofício ao curador do produto. O BAG fornecerá 10 gramas de sementes de arroz e 50 sementes de feijão por acesso solicitado. O BAG se responsabilizará pelo envio do(s) acesso(s) solicitado(s), providenciando inclusive o Termo de Transferência de Material (TTM).
- e) A solicitação de germoplasma por instituição de pesquisa internacional deve ser feita formalmente por e-mail ao curador do produto. O BAG fornecerá 10 gramas de sementes de arroz e 50 sementes de feijão por acesso solicitado. O envio de sementes a instituição internacional é regido por normas do Governo Federal e da Embrapa, cabendo a Embrapa Arroz e Feijão apenas preparar a documentação necessária e enviá-la a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, que é a unidade da Embrapa responsável pelo intercâmbio internacional de germoplasma.

Envio de amostras para a Colbase

Os curadores de arroz e de feijão autorizarão e providenciarão o envio de amostras dos acessos armazenados no BAG Arroz e Feijão para a Coleção de Base da Embrapa - Colbase, para fins de armazenamento em longo prazo.

Logomarca do BAG

Foi criada uma logomarca para o BAG (Figura 12), que é impressa nos envelopes com as sementes que são enviadas nos intercâmbios de germoplasma de arroz e feijão.



Figura 12. Logomarca utilizada pelo BAG Arroz e Feijão.

Diagnóstico quantitativo e qualitativo do germoplasma conservado no Banco Ativo de Germoplasma de Arroz (BAG Arroz)

Em 2010, visando conhecer o acervo de germoplasma conservado no BAG, iniciou-se um amplo trabalho para inventariar todos os acessos de arroz armazenados em baixa temperatura e umidade. O objetivo era conhecer o número de acessos disponíveis no BAG Arroz, a quantidade e a qualidade das sementes armazenadas de cada acesso. O inventário consistiu na pesagem das sementes de cada acesso, re-embalagem e identificação dos frascos de cada acesso através de etiqueta com código de barras contendo o novo número de registro do BAG (BGA), número antigo de registro (CA ou CNA), número de registro na Colbase (BRA) e o nome do acesso. Foi retirada uma amostra de 30 gramas de sementes por acesso para realização de testes de germinação e vigor, fotografia e multiplicação das sementes (Figura 13).

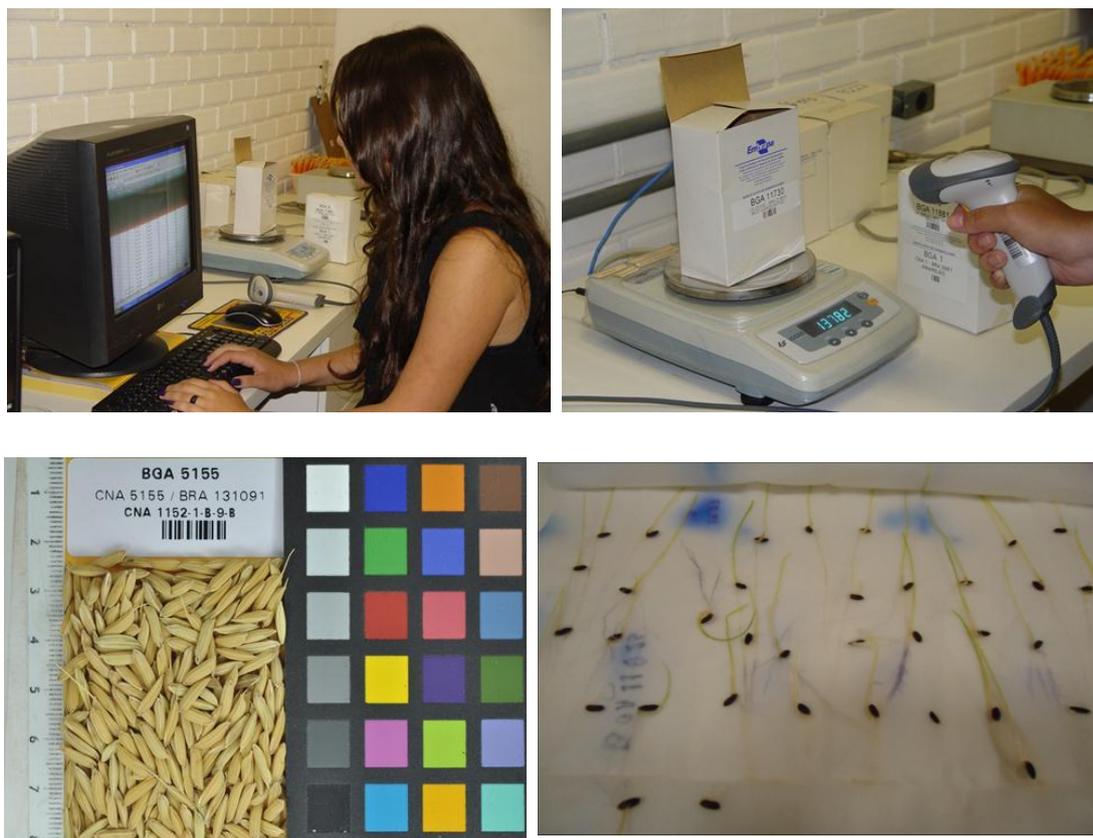


Figura 13. Fases do inventário dos acessos de arroz realizado no BAG.

Fotos: Paulo Hideo

O acervo do BAG Arroz

Até o início do diagnóstico existiam 11.901 acessos registrados no BAG Arroz, distribuídos em 2.831 variedades tradicionais, 264 amostras de populações de espécies silvestres e 8.806 linhagens oriundas de programas de melhoramento de arroz do Brasil e do exterior. Do total de acessos registrados, constatou-se que 1.851 não dispunham de sementes armazenadas (acessos perdidos), incluindo 81 variedades tradicionais, sete populações de espécies silvestres e 1.763 linhagens de programas de melhoramento. Portanto, o acervo real de germoplasma de arroz do BAG era de 10.050 acessos,

incluindo 2.732 variedades tradicionais, 238 amostras de populações de espécies silvestres e 7.080 linhagens oriundas de programas de melhoramento de arroz. Em 2009, através do então Curador de Produto Arroz da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Dr. Márcio Elias Ferreira, o BAG Arroz recebeu a réplica da Coleção Americana de Arroz, composta por 16.956 acessos. Portanto, o acervo atual do BAG Arroz é de 27.006 acessos.

Testes de germinação

No armazenamento de germoplasma a médio ou longo prazo, o monitoramento constante da germinação das sementes é de importância fundamental, já que a diminuição do poder germinativo leva à deriva genética, ocasionando a perda de genótipos ou genes importantes, afetando a variabilidade genética dos acessos. Portanto, a manutenção destes acessos em boas condições de germinação é de vital importância para os programas de melhoramento de arroz, já que eles dependem da disponibilidade de material genético representativo da diversidade genética da espécie para que novas variedades melhoradas sejam desenvolvidas. No caso do BAG Arroz, considera-se que uma taxa de germinação de 90 a 100% de seja ideal para conservação, em testes realizados com amostras das sementes dos acessos armazenados na câmara fria.

Constatou-se que cerca de 3% dos 10.050 acessos, distribuídos em 30 variedades tradicionais, 107 amostras de populações de espécies silvestres e 182 linhagens, estão com quantidades de sementes abaixo de 10 gramas. Para estes acessos não foi possível realizar os testes de germinação, sendo necessária a multiplicação de sementes de imediato. Dos 9.731 acessos submetidos a germinação, observou-se que 57% (5.547 acessos) estão na faixa ideal e 43% (4.184 acessos) estão com baixa germinação (Gráfico 1). Dentro dos três estratos que compõem o acervo do BAG Arroz estão na faixa ideal, 65% (1.768 acessos) dos 2.721 acessos de variedades tradicionais (Gráfico 2), 49% (3.372 acessos) dos 6.882 acessos de linhagens (Gráfico 3) e 42% (54 acessos) dos 128 acessos de espécies silvestres (Gráfico 4). Portanto, os acessos armazenados no BAG Arroz, principalmente as variedades tradicionais e as populações de espécies silvestres, estão sofrendo perda de variabilidade por deriva genética em maior ou menor escala. Espera-se que o conjunto de medidas adotadas na recente reestruturação e modernização do BAG contribuam para reverter esta situação.

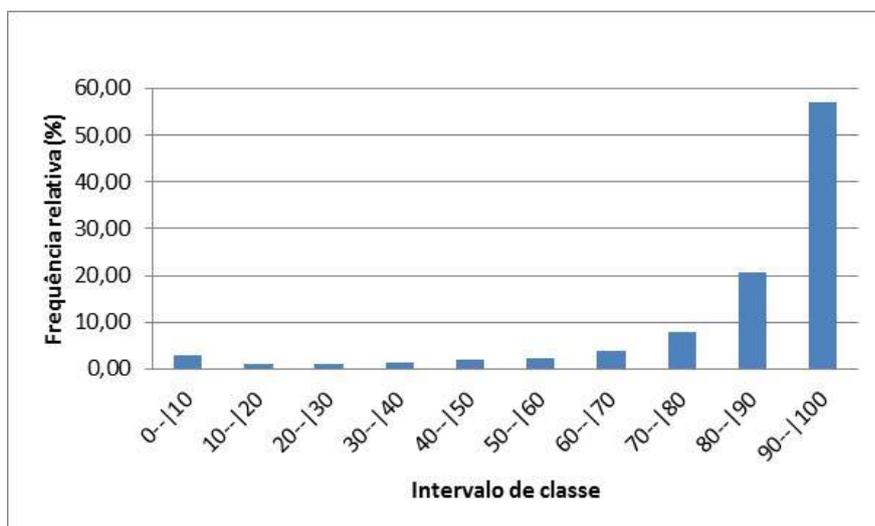


Gráfico 1. Frequências relativas da percentagem de germinação dos acessos de arroz armazenados no BAG.

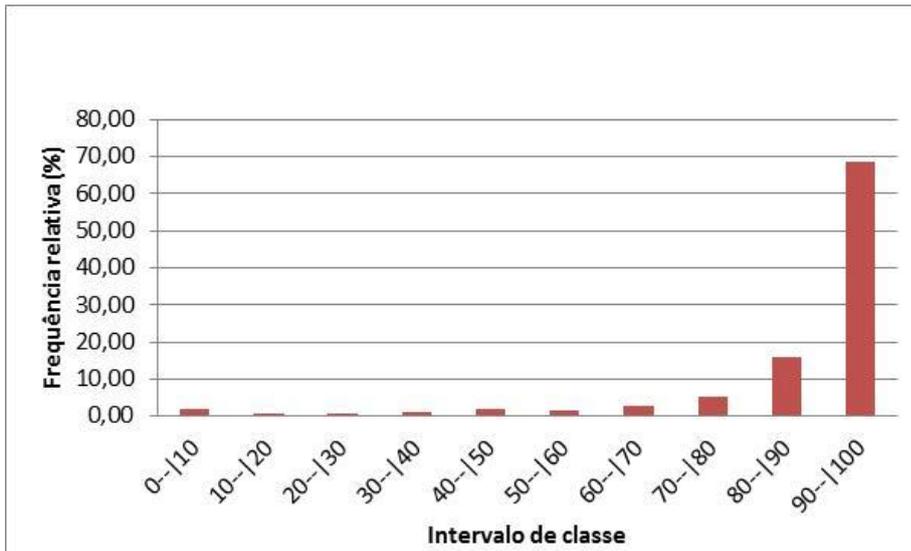


Gráfico 2. Frequências relativas da porcentagem de germinação das variedades tradicionais de arroz armazenadas no BAG.

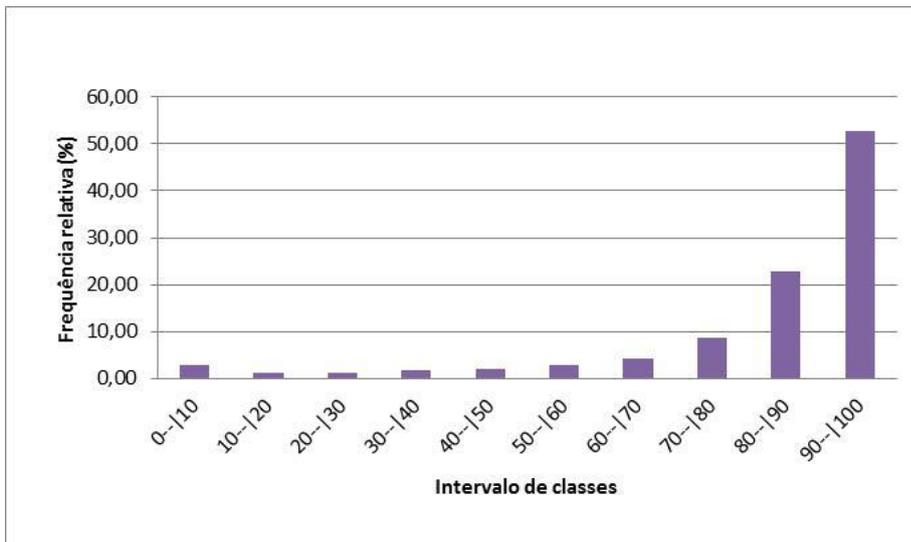


Gráfico 3. Frequências relativas da porcentagem de germinação das linhagens de arroz armazenadas no BAG.

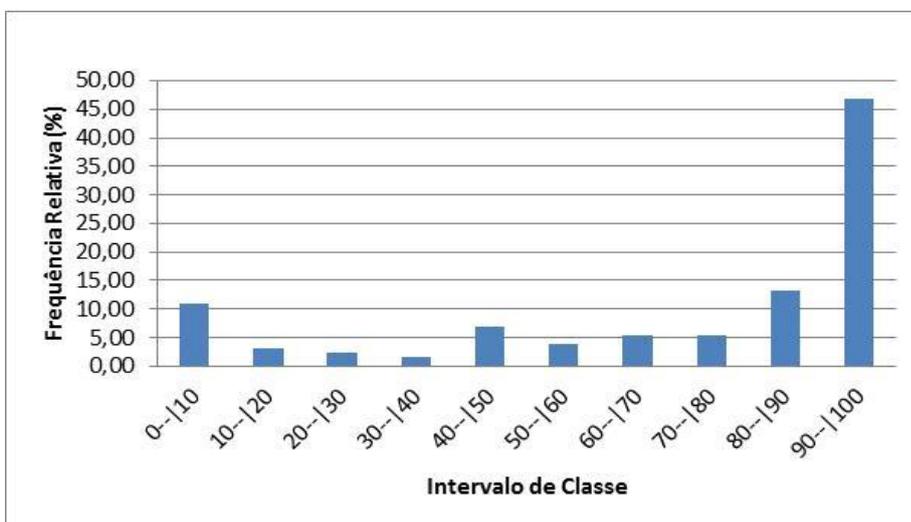


Gráfico 4. Frequências relativas da porcentagem de germinação das espécies silvestres de arroz armazenadas no BAG.

Quantidade de sementes armazenadas

A Tabela 1 mostra as faixas de peso dos acessos de arroz armazenados na câmara fria do BAG da Embrapa Arroz e Feijão. Dos 10.050 acessos conservados, 3,2% (323 acessos) possuem quantidade de sementes muito abaixo do recomendado, com peso variando de 1 a 10 gramas. Em alguns casos, dependendo do poder germinativo observado, será necessário fazer a regeneração do acesso através de cultivo de embrião. Nas faixas de peso de 11 a 50 gramas encontra-se cerca de 3,4% (343) dos acessos e, de 51 a 100 gramas, cerca de 5,1% (506) acessos. Estes 1.172 acessos (11,46%) que apresentam poucas sementes tem prioridade na escala de multiplicação, com o agravante de que alguns deles apresentam baixo poder germinativo das sementes. Nas faixas de 101 a 150 gramas, 151 a 200 gramas, 201 a 300 gramas e 301 a 400 gramas encontram-se cerca de 31,7% (3.184) dos acessos. A maioria dos acessos da coleção de arroz, 56,6% (5.693 acessos) encontram-se com uma quantidade de sementes armazenada na câmara acima de 400 gramas, considerado o peso ideal para armazenamento.

Tabela 1 Quantidades de sementes por faixa de peso (em gramas) dos acessos de arroz armazenados na câmara fria do BAG.

Faixas de peso (g)	Variedades tradicionais	Linhagens	Espécies silvestres	Total de acessos	Porcentagem
1 a 10	30	183	110	323	3,2%
11 a 50	53	241	49	343	3,4%
51 a 100	76	412	18	506	5,1%
101 a 150	146	381	26	553	5,5%
151 a 200	127	320	13	460	4,6%
201 a 300	276	691	10	977	9,7%
301 a 400	423	769	2	1.194	11,9%
>400	1.613	4.080	1	5.694	56,6%
TOTAL	2.744	7.077	229	10.050	100%

Acessos de variedades tradicionais com nome repetido

O acervo atual de variedades tradicionais de arroz oriundas de coletas realizadas no Brasil e armazenadas no BAG Arroz é de 2.732 acessos. Destes, 663 (24,3%) são acessos com denominação única e 2.070 (75,7%) são acessos com nomes repetidos (Tabela 2). Entre os nomes comuns mais frequentes na coleção encontram-se os seguintes: 123 acessos com o nome "Desconhecido", 79 acessos com o nome "Lageado", 73 acessos com o nome "Vermelho", 65 acessos com o nome de "Cana Roxa", 55 acessos com o nome "Zebu", 52 acessos com o nome "Agulhinha" e 44 acessos com o nome de "Palha Murcha". Testes criteriosos de identidade genética utilizando marcadores moleculares deverão ser realizados visando a eliminação de duplicatas da coleção. Entretanto, até que isto seja concretizado, é de suma importância que o usuário informe o código BGA ao solicitar um acesso que utilizou em seu trabalho de pesquisa.

Tabela 2. Variedades tradicionais de arroz com duplicação de nome no BAG Arroz.

Nome	Quantidade	Nome	Quantidade
110 Dias	2	Bacaba Branco	4
3 Meses Comum	2	Bico Preto Cana Roxa	4
60 Dias	2	Brejeiro	4
Agulha Branco	2	Buíra	4
Agulha Vermelho	2	Cano Roxo	4
Agulhinha Tardio	2	Catetão	4

Nome	Quantidade	Nome	Quantidade
Agulhinha Anão	2	Cateto	4
Agulhinha do Brejo	2	Chatão Branco	4
Agulhinha Ipameri	2	Chatão Vermelho	4
Aimoré	2	Maranhense	4
Alvorada	2	Miúdo Branco	4
Amarelão 3 Meses	2	Mucuim	4
Amarelão 90 Dias	2	Pindaré	4
Amarelão Agulha	2	Rabo de Carneiro	4
Amarelinho Miúdo	2	TOTAL	72
Arara	2	Amarelão Bico Preto	5
Arroz de Campo	2	Asa	5
Arroz de Maio	2	Barriga Branca	5
Arroz de Revenda	2	Bico Ganda Cana Roxa	5
Arroz Desconhecido	2	Canela de Aço	5
Arroz do Governo	2	Carioca	5
Arroz do Projeto	2	Catetinho	5
Asinha	2	Chorinho	5
Bacabinha	2	Comum Branco	5
Bacabinho	2	Cutião Branco	5
Bambú	2	Douradinho	5
Bico Ganga Branco	2	Gergelin	5
Bico Ganga Misturado	2	Guape	5
Bico Torto	2	IAC 25	5
Boco Ganga Legítimo	2	IAC 47	5
Bodojó	2	Iguape	5
Boliviano	2	Ligeiro Vermelho	5
Bom	2	Nanicão	5
Bonança	2	Pacholinha	5
Branção	2	Pratão Precoce	5
Branco Antigo	2	Primavera	5
Brutão	2	Talo Roxo	5
Buriti Branco	2	TOTAL	115
Buriti Vermelho	2	Branquinho	6
Burrinho	2	Canarinho	6
Cabeludo	2	Casado	6
Caininha	2	Come Cru Vermelho	6
Carioquinha Amarelo	2	Douradão	6
Caroço-Só	2	Jaguary	6
Casca Branca	2	Maranhão	6
Cassourinha	2	Mato Grosso	6
Cataguases	2	Milingote	6
Cateto Amarelo	2	Nenezinho	6
CICA	2	Ligeirinho	6
Comum Vermelho	2	Prata	6
Cqueiro Amarelo	2	Pratinha	6
Cuchilão	2	Secretário	6
Curtinho	2	Toró	6
Curto	2	TOTAL	90
Enche Paiol	2	4 Meses Antigo	7
Escrivi	2	Amarelinho	7
Farroupilha	2	Cacetão	7
Goianinho	2	Caiapó	7
Grão de Ouro	2	Cutião	7
Guaraní	2	Ferrão Preto	7
Japão	2	IAC 1246	7

Nome	Quantidade	Nome	Quantidade
Lajeado	2	Muruim	7
Macapá	2	Paulista	7
Mangote	2	Poupa Preguiça	7
Manteiga	2	Vermelhão	7
Maranhãozinho	2	TOTAL	77
Maroca	2	3 Meses Amarelo	8
Meio Agulha	2	4 Meses Branco	8
Mimoso	2	Carioquina	8
Mindinho Branco	2	Goiano	8
Mirandeiro	2	Guaíra Amarelo	8
Miúdo Roxo	2	Híbrido	8
Nenen	2	IAC	8
Paraná	2	Jatobá	8
Paulistão	2	Marabá	8
Paulistinha	2	Mineiro	8
Pela Mão	2	Montanha	8
Peludo	2	Paga Dívida	8
Pindorama	2	Pingo de Ouro	8
Platina	2	Venez	8
Pratinha Branco	2	Vermelhinho	8
Precoce Branco	2	TOTAL	120
Preto Agulhinha	2	Agulha Branco	9
Reetz	2	Anão	9
Sem Nome	2	Branco Desconhecido	9
Sempre Verde	2	Carolina	9
Taboca	2	IR 8	9
Taquari	2	Japonês	9
Tomba Morro	2	TOTAL	54
Xingu Produtor	2	Agulhinha Amarelo	10
TOTAL	180	Agulhinha Vermelho	10
3 Meses Antigo	3	Beira Campo	10
7 Semanas	3	Caqui	10
Agulha Amarelo	3	Come Cru Branco	10
Agulha Ligeiro	3	De Abril	10
Agulhinha com Mistura	3	Guaíra	10
Agulhinha Ligeiro	3	Matão	10
Amarelão Precoce	3	Meruim	10
Amarelo 5 Meses	3	Pratão	10
Amarelo Bico Preto	3	TOTAL	100
Anãozinho	3	Santa Catarina	11
Arroz da Região	3	Acesso identificado por número	12
Arroz da Terra	3	Jaguari	12
Arroz de Leite	3	Precoce	12
Baiano	3	Sagrimão	12
Branco 4 Meses	3	TOTAL	48
Branco Precoce	3	Bico Roxo	13
Branco 3 Meses	3	C12	13
Cacho de Ouro	3	Cultivar Desconhecida	13
Caianinha	3	Santa América	13
Cana Roxa Branco	3	TOTAL	52
Cana Roxa Vermelho	3	Chatão	14
Carijó	3	Ferrujão	14
Casadinho	3	TOTAL	28
Cem Dias	3	Canela de Ferro	15
Chifre de Veado	3	Cutião Vermelho	15

Nome	Quantidade	Nome	Quantidade
Cica 4	3	TOTAL	30
Comprido	3	Bacaba	16
Doidão	3	Pingo D'Água	16
Dourado	3	TOTAL	32
EEPG 369	3	3 Meses Branco	17
Enche Quarta	3	Buriti	18
Esconde Cacho	3	Rabo de Burro	19
Fartura	3	Agulhão	20
Guaíra Branco	3	Agulhinha Branco	21
Guapa	3	Amarelo	21
IAC 101	3	Ligeiro	21
IAC 12	3	TOTAL	63
IAC Produtor	3	Comum	22
Ibrinha	3	4 Meses	24
INCA	3	3 Meses	25
Maranhão Branco	3	Bico Ganga	25
Miúdo	3	Preto	25
Mucuim Branco	3	TOTAL	75
Nenezinho Vermelho	3	Branco	26
Nenezinho Branco	3	Come Cru	28
Noventinha	3	Agulha	33
Pauí	3	Amarelão	36
Produtor	3	Bico Preto	37
Rexoro	3	Mistura	42
Saquarema	3	Palha Murcha	45
Sequeiro	3	Agulhinha	52
Serra Azul	3	Zebu	55
Trinca Ferro	3	Cana Roxa	65
TOTAL	159	Vermelho	73
70 Dias	4	Lageado	79
Agulhinha 5 Meses	4	Desconhecida	123
Arroz 3 Meses	4	Acessos únicos	663
Arroz de Morro	4	Total de acessos repetidos	2.070
		Total de variedades tradicionais	2.733

Comparação entre o acervo de acessos armazenados no BAG Arroz e na Colbase

A Coleção de Base (Colbase) de Arroz é a coleção onde os acessos de arroz são preservados a longo prazo, para uso futuro, em condições -20°C e 7% de umidade relativa. Esta coleção, em teoria, deve ser uma amostra da diversidade genética da espécie, e representar, no seu acervo, todos os acessos de arroz existentes no Brasil. A Colbase é gerenciada pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen).

Foi realizada uma comparação entre a relação de acessos de arroz existentes no BAG Arroz e na Colbase. Várias inconsistências foram verificadas, algumas delas ilustradas na Tabela 3. Observa-se, por exemplo, que um total de 1.164 acessos foram cadastrados com o código BRA (código da Colbase) no BAG Arroz. Portanto, é provável que em algum momento estes acessos foram enviados para a Colbase e recebido o código BRA. No entanto, tais acessos não são encontrados na lista da Colbase.

Tabela 3. Distorções encontradas na relação de acessos de arroz da Colbase quando comparada com a relação do BAG Arroz.

Situações	Distorção na Colbase	Nº de eventos	Possíveis soluções
2	Acesso com BRA cadastrado na COLBASE mas pertence a outro CNA ou CA	46	Verificar caso a caso. Retirar o BRA da lista do BAG Arroz
3	Acesso com BGA e CNA correto na relação do BAG, mas a identificação está diferente na ColBase	17	Eliminar o material na ColBase ou mudar a Identificação.
4	Dois acessos cadastrados no mesmo BRA	6	Eliminar o material na ColBase.
5	Acessos com dois BRA's cadastrados na COLBASE com a mesma identificação de CNA e outro nome	1	Eliminar o material na ColBase
7	Acessos que possuem BRA na relação do BAG mas não está COLBASE	1674	Eliminar o BRA da lista do BAG Arroz
12	Acessos com BRA cadastrado na COLBASE, mas não está na relação do BAG.	97	Trazer os acessos para o BAG Arroz
13	Acessos com BRA's diferentes cadastrados no BAG Arroz mas não está na COLBASE	2	Retirar o BRA da relação do BAG Arroz
14	Acessos cadastrados na ColBase com dois CNA 's ou CA 's	4	Eliminar o material na ColBase
16	Acessos com BRA cadastrados na COLBASE com CNA errado, mas identificação correta	25	Eliminar da ColBase ou corrigir o CNA ou CA.
17	Acessos com BRA cadastrados na ColBase sem CNA e com identificação diferente	2	Eliminar os acessos na ColBase
19	Acessos sem CNA na Denominação, mas com identificação e BRA corretos na relação do BAG Arroz e Colbase	145	Verificar na ColBase se existe alguma listagem original de envio destes acessos.
20	Acessos com BRA que pertence a outro acessos.	48	Eliminar o acesso na ColBase
21	Uma confusão geral	1	Eliminar o acesso na ColBase

Algumas medidas para a correção das distorções existentes entre o BAG Arroz e a Colbase são sugeridas:

a) Formação da Colbase – estabelecer um trabalho conjunto entre o Curador do BAG Arroz e o Curador da Cobase para uma checagem detalhada dos acessos armazenados na Colbase com os do BAG Arroz. Este procedimento permitirá a seleção e organização na Colbase do germoplasma de arroz de interesse e que precisa ser preservado a longo prazo. Há informações de que foram enviados para armazenamento na Colbase muitas linhagens dos programas de melhoramento, assim como amostras de parcelas experimentais, que não deveriam ser consideradas para conservação a longo prazo. É necessário ainda que o germoplasma de arroz que existe na Colbase e que não faz parte

do acervo do BAG Arroz seja enviado a Embrapa Arroz e Feijão para multiplicação, após avaliação técnica dos curadores envolvidos. Este germoplasma, após multiplicação, seria submetido a testes de germinação e vigor, fotografia das sementes e caracterização morfológica, antes de ser novamente incorporado à Colbase.

b) Segurança da coleção – a duplicação de uma coleção é uma medida imperativa para a segurança da mesma, minimizando-se o risco de perda de acessos da coleção. Os acessos mantidos na Colbase Arroz devem ser duplicados integralmente no BAG Arroz.

c) Envio de sementes e dados dos acessos para a Colbase – 50 gramas de sementes de cada acesso devem ser enviadas pelo BAG Arroz para armazenamento a longo prazo na Colbase. Todos os dados de passaporte e de caracterização morfológica disponíveis deverão também disponibilizados para a Colbase.

d) Código BRA – deve ser dado pelo Curador da Colbase somente quando o acesso fosse enviado para armazenamento a longo prazo. Este código é único para o acesso, independente da espécie.

Coleta de espécies silvestres de arroz

O Brasil é um dos poucos países do mundo que ainda dispõem de populações extensivas de germoplasma silvestre de arroz em condições naturais, na Amazônia, no Cerrado e no Pantanal Mato-grossense, isoladas de cultivos comerciais e, portanto, sem a introgressão de alelos da espécie cultivada. No Brasil ocorrem quatro espécies silvestres de *Oryza*: *O. alta*, *O. grandiglumis* e *O. latifolia*, todas alo tetraploides ($2n = 48$ cromossomos), com genoma CCDD, e *O. glumaepatula* diplóide ($2n = 24$ cromossomos) com genoma AA. Destas espécies, a *O. glumaepatula* é a que tem maior potencial de uso no melhoramento genético por ser autógama, diplóide e possuir genoma semelhante ao da espécie cultivada. A Embrapa vem utilizando esta espécie no desenvolvimento de um programa de pré-melhoramento, com o objetivo de incorporar seus genes em linhagens/cultivares elites, que serão usadas na ampliação da base genética das populações do melhoramento de arroz irrigado, visando a obtenção de cultivares de alta produtividade e outras características agrônomicas de interesse.

A Embrapa, desde 1992 em parceria com outras instituições de pesquisa do Brasil, vem desenvolvendo um programa de mapeamento e coleta de espécies silvestres de arroz. Foram realizadas nove expedições de coleta de espécies silvestres de arroz no Brasil. A Tabela 4 apresenta os locais de coleta e as espécies coletadas nas nove expedições realizadas.

Nas duas primeiras, em 1992 e 1993, nas quais a Embrapa Arroz e Feijão participou como convidada, explorou-se, 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 a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Estas duas expedições faziam parte do projeto "Ecological genetics of the Amazonian plant species, with the 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 destas expedições pesquisadores do Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA). Na expedição de 1992 foram coletados 24 acessos de arroz silvestre, sendo 23 de *O. glumaepatula* e um de *O. grandiglumis*. Na expedição de 1993 foram coletados 61 acessos de arroz silvestre, dos quais 26 eram de *O. glumaepatula*, 32 de *O. grandiglumis* e quatro de *O. alta*. As Figuras 14 e 15 ilustram as expedições de 1992 e 1993.

Tabela 4. Data, coletores, estados e número de acessos de espécies silvestres de arroz coletadas nas nove expedições realizadas de 1992 a 2011.

Ano	Espécie	Coletores*	Estado	Nº de acessos
1992	<i>O. glumaepatula</i>	PHNR	AM	32
1992	<i>O. grandiglumis</i>	PHNR	AM	3
1993	<i>O. grandiglumis</i>	PHNR	AM	38
1993	<i>O. alta</i>	PHNR	AM	1
1993	<i>O. glumaepatula</i>	PHNR	AM	35
1994	<i>O. glumaepatula</i>	PHNRPCFN	MS	6
1994	<i>O. latifolia</i>	PHNRPCFN	MS	9
2001	<i>O. alta</i>	PHNR	GO	8
2001	<i>O. glumaepatula</i>	PHNR	GO	26
2002	<i>O. grandiglumis</i>	PHNRWMC	MT	7
2002	<i>O. latifolia</i>	PHNRWMC	MT	7
2002	<i>O. glumaepatula</i>	PHNRWMC	MT	3
2005	<i>O. glumaepatula</i>	PHNRWMCPEK	RR	25
2005	<i>O. latifolia</i>	PHNRWMCPEK	RR	1
2006	<i>O. glumaepatula</i>	PHNRWMCWGP	TO	11
2006	<i>O. alta</i>	PHNRWMCWGP	TO	17
Total				229

*PHNR = Paulo Hideo Nakano Rangel, PCFN = Péricles de Carvalho Ferreira Neves, WMC = Wagner Macêdo Costa, PEK = Paulo Emílio Kaminski, WGP = Wilton Gama Parrião, JBVS = João Batista Vieira Silva, GFS = Gilberto Ferreira Santos



Figura 14. Barco AMANAI II (que significa “chuva” na língua indígena) do INPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia) utilizado nas expedições de coleta de arroz silvestre no Rio Negro em 1992 e Rio Solimões em 1993.

Foto: Paulo Hideo



Figura 15. Equipe que participou das expedições de coleta de 1992 e 1993. Da esquerda para direita: Dr. P. S. Martins, Dr. K. Yuyama, Dr. A. Ando, Dr. Y. Shimamoto, Dr. G.C.C.X. Oliveira, Dr. P.H.N. Rangel, Dra. M.A.L. Rubim, Dra. H. Morishima e Dr. M. Ohara.

Foto: Paulo Hideo

A terceira expedição, que explorou o Pantanal Mato-grossense, foi realizada em 1994, e contou com a participação do Dr. Paulo Sodero Martins da ESALQ/USP, do Dr. Akiyko Ando do CENA/USP, dos Drs. Paulo Hideo Nakano Rangel e Péricles de Carvalho Ferreira Neves da Embrapa Arroz e Feijão. Foram coletados 15 acessos, sendo oito de *O. glumaepatula* e sete de *O. latifolia*. As Figuras 16 e 17 ilustram a expedição realizada.



Figura 16. Populações de *Oryza grandiglumis* no Rio Negro na expedição de 1992.

Foto: Paulo Hideo



Figura 17. Populações de *Oryza glumaepatula* encontradas na expedição de 1993 no Rio Solimões.
Foto: Paulo Hideo

Dando seguimento a este trabalho de mapeamento e coleta, a Embrapa Arroz e Feijão organizou em 2001 duas expedições no Estado de Goiás e uma no Estado do Tocantins e, em 2002, uma expedição que explorou o Pantanal Norte e Sul. Participaram destas expedições pela Embrapa o pesquisador Paulo Hideo Nakano Rangel e o operário rural Sebastião Augusto Ferreira e pela Secretaria de Agricultura do Tocantins o técnico agrícola Wagner Macêdo Costa. A quarta expedição explorou principalmente as veredas do Estado de Goiás, percorrendo os municípios de Matrinchã e São Miguel do Araguaia em março de 2001. A quinta expedição explorou os municípios de Itapirapuã e Formoso do Araguaia, TO, em abril de 2001. A sexta expedição explorou os municípios de Aruanã e Uruana em maio de 2001. As veredas são áreas de várzeas que ocorrem dentro dos cerrados, isoladas das bacias dos grandes rios. Foram coletadas 34 amostras de populações de arroz silvestre, sendo 26 de *O. glumaepatula* e oito de *O. alta*. Nas veredas onde foram feitas a maioria das coletas, verificou-se apenas a presença de *O. glumaepatula*. A sétima expedição, realizada em 2002, explorou o Pantanal Mato-grossense, 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. Foram coletadas 17 amostras de populações de arroz silvestre sendo sete de *O. grandiglumis*, três de *O. glumaepatula* e sete de *O. latifolia*. Destas, as tetraploides, foram coletadas nas regiões de Cáceres e Poconé, o que corrobora a hipótese de que é nesta região que se encontra a zona de contato entre as espécies *O. grandiglumis* e *O. latifolia* (MORISHIMA; MARTINS, 1994). Os três acessos de *O. 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 grande população de arroz silvestre onde coexistem no mesmo ambiente as espécies *O. glumaepatula* e a *O. latifolia* (RANGEL et al., 2005). As Figuras 18 e 19 ilustram as expedições realizadas.



Figura 18. Plantas das espécies silvestres de *Oryza glumaepatula* e *Oryza latifolia* coexistindo na mesma área.

Foto: Paulo Hideo



Figura 19. Grande população de arroz silvestre (*Oryza glumaepatula* e *Oryza latifolia*) encontrada na Baía do Tamêngo em Corumbá, Mato Grosso do Sul.

Foto: Paulo Hideo

A oitava expedição de mapeamento e coleta de arroz silvestre foi realizada no estado de Roraima, de 30 de agosto e 7 de setembro de 2005, sob a coordenação do Pesquisador Paulo Emílio Kaminski, da Embrapa Roraima. Dela participaram o pesquisador Paulo Paulo Hideo Nakano Rangel, da Embrapa Arroz e Feijão, o técnico agrícola Wagner Macêdo Costa, da Secretaria de Agricultura do estado do Tocantins e o motorista Inácio Ledur, da Embrapa Roraima. Foram percorridos os municípios de Boa Vista, Bonfim, Alto Alegre, Caracaraí, Normandia e a Estação Ecológica da Ilha de Maracá. Foram coletadas 21 amostras de populações da espécie *O. glumaepatula*, sendo oito em Boa Vista, seis em Bonfim, cinco em Alto Alegre, quatro em Caracaraí e três em Normandia. A maioria das amostras foi coletada em áreas de várzeas dentro do bioma Cerrado (chamado de lavrado). Na área da “estrada perdida”, que fica ao lado do Parque Nacional do Rio Viruá, no município de Caracaraí, foram coletadas quatro amostras de *O. glumaepatula*. As Figuras 20, 21 e 22 ilustram a expedição realizada ao Estado de Roraima.



Figura 20. *Oryza glumaepatula* em uma vereda no Estado de Goiás.
Foto: Paulo Hideo



Figura 21. Detalhes de uma planta de *Oryza glumaepatula*.
Foto: Paulo Hideo



Figura 22. Área típica de várzea encontrada no Cerrado de Roraima onde foram feitos o mapeamento e a coleta de acessos de arroz silvestre.

Foto: Paulo Hideo

A nona expedição de mapeamento e coleta foi realizada no Estado do Tocantins entre 05 e 11 de abril de 2006, e foram explorados os rios Javaés, Formoso e Loroti nos municípios de Formoso do Araguaia, Dueré, Pium e Lagoa da Confusão. Participaram desta expedição o pesquisador Paulo Hideo Nakano Rangel da Embrapa Arroz e Feijão, o técnico agrícola Wagner Macêdo Costa da Secretaria de Agricultura do Tocantins e o técnico agrícola Wilton Gama Parrião do Instituto Natureza do Tocantins - NATURATINS. Foram coletadas 27 amostras de populações, incluindo 10 de *O. glumaepatula* e 17 de *O. alta*. As Figuras 23 e 24 ilustram a expedição.



Figura 23. Coleta de amostra de sementes na população de *O. glumaepatula*.

Foto: Paulo Hideo



Figura 24. Coleta de amostra de sementes em população de *O. glumaepatula* na “estrada perdida”.
Foto: Paulo Hideo

Coleta de variedades tradicionais de arroz

Os programas de melhoramento genético têm grande interesse no uso das variedades tradicionais para ampliação da base genética das novas cultivares comerciais de arroz. Tal necessidade é explicada pelo fato de que, com o início da Revolução Verde, um grupo restrito de genitores elite vem sendo utilizado no melhoramento, o que tem reduzido o ganho genético para produtividade e aumentado a suscetibilidade destas cultivares a novas raças de patógenos.

Ciente da importância da conservação das variedades tradicionais e objetivando minimizar a perda crescente deste material pelos efeitos da erosão genética, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, em parceria com outras instituições de pesquisa e de extensão rural, vem desenvolvendo, desde 1979, um amplo programa de coleta deste germoplasma tradicional em várias regiões do Brasil. Até o momento foram realizadas 22 expedições de coleta, abrangendo 14 estados, assim distribuídas: três no Maranhão, duas em Minas Gerais e no Tocantins, três em Goiás e uma no Piauí, Ceará, Espírito Santo, Santa Catarina, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Roraima, Rondônia, Amazonas e Acre (Tabela 5 e as Figuras 25 a 31). Ao todo, foram coletadas 2.338 acessos de arroz (FONSECA et al., 2006).

Tabela 5. Data, coletores, estado e número de acessos de variedades tradicionais de arroz coletadas nas expedições realizadas de 1979 a 2011.

Ano	Coletores	Estado	Nº de acessos
1979	Jaime Roberto Fonseca	MA	267
1980	Jaime Roberto Fonseca/Paulo Hideo Nakano Rangel/Orlando Peixoto de Morais	MG	130
1980	Jaime Roberto Fonseca/Paulo Hideo Nakano Rangel/Brás Assis Benckek	RR	59
1981	Jaime Roberto Fonseca/Paulo Hideo Nakano Rangel/Thales Mattos/Orlando Peixoto de Morais	ES/RJ/MG	56
1982	Jaime Roberto Fonseca/Paulo Hideo Nakano Rangel	AC	89
1982	Jaime Roberto Fonseca	AM	44
1983	Jaime Roberto Fonseca	RO	103
1984	Jaime Roberto Fonseca/Extensionistas da EMATER - PI	PI	164
1985	Jaime Roberto Fonseca	MS	92
1986	Jaime Roberto Fonseca/Edson Herculano	GO	138

Ano	Coletores	Estado	Nº de acessos
1987	Jaime Roberto Fonseca/Edson Herculano	GO	149
1987	Jaime Roberto Fonseca	AM	15
1988	Jaime Roberto Fonseca/Cleber Morais Guimarães	GO/MG	144
1988	Jaime Roberto Fonseca	MT	117
2000	Jaime Roberto Fonseca/Edson Herculano	GO	138
2000	Jaime Roberto Fonseca	PR	31
2001	Jaime Roberto Fonseca	MA	267
2002	Jaime Roberto Fonseca/José Almeida Pereira	MG	12
2003	Jaime Roberto Fonseca/Leo Darck da Costa	MA	115
2005	Jaime Roberto Fonseca/Leo Darck da Costa/Carlos Martins Santiago	GO	16
2006	Jaime Roberto Fonseca/José Almeida Pereira/ Silvano Carlos da Silva	PB/CE	52
2011	Paulo Hideo Nakano Rangel, João Batista Vieira Silva, Wagner Macêdo Costa, Antônio José	TO	23
	Total de acessos oriundos de coletas realizadas pelo CNPAF		2221
	Acessos doados ao BAG por terceiros		511
	Total de Variedades Tradicionais		2732



Figura 25. População de *Oryza glumaepatula* encontrada em uma Fazenda no município do Formoso do Araguaia.

Foto: Paulo Hideo



Figura 26. População de *Oryza alta* encontrada no Lagoão, município do Formoso do Araguaia.

Foto: Paulo Hideo



Figura 27. Plantas de *Oryza alta* encontradas no Rio Javaé na Ilha do Bananal.
Foto: Paulo Hideo



Figura 28. População de *Oryza alta* encontrada no Rio Javaé na Ilha do Bananal.
Foto: Paulo Hideo



Figura 29. Coleta de variedades tradicionais nos Estados do Ceará e Paraíba em 2005.
Fotos: Jaime Roberto Fonseca



Figura 30. Coleta de variedades tradicionais de arroz na região de Araguatins, Tocantins em 2011.

Fotos: Paulo Hideo



Figura 31. Coleta de variedades tradicionais de arroz no Estado de Minas Gerais em 1981.

Fotos: Paulo Hideo

Coleções Nucleares de Arroz

Os programas de melhoramento preferem utilizar no desenvolvimento de cultivares as suas populações elites ao invés do germoplasma armazenado no Banco de Germoplasma. O melhorista prefere capitalizar o seu esforço de seleção no pool gênico de alelos favoráveis das linhagens elites a arriscar efeitos de arraste de genes deletérios em cruzamentos amplos com acessos do Banco de Germoplasma. O desenvolvimento de coleções nucleares foi uma alternativa encontrada pelos bancos para utilização do germoplasma armazenado através disponibilização de uma amostra de pequeno tamanho representativa da variabilidade genética contida dentro de um pool gênico amplo de uma espécie de interesse (PESSOA FILHO et al., 2010). Uma coleção nuclear (*core*

collection) pode ser definida como uma subamostra de acessos que representam a diversidade genética de uma determinada espécie com o mínimo possível de redundância. A coleção nuclear pode ser a primeira opção do programa de melhoramento na busca de diversidade para características de interesse em uma relativamente pequena amostra da coleção de germoplasma. O BAG Arroz conserva algumas “coleções nucleares” da espécie.

Coleção Nuclear de Arroz da Embrapa (CNAE)

A Coleção Nuclear de Arroz da Embrapa é formada por 550 acessos (ABADIE et al., 2005) distribuídos em três estratos: a) variedades tradicionais do Brasil (VT); b) linhagens/cultivares melhoradas do Brasil (LCM); e c) linhagens/cultivares introduzidas (LCI). As variedades tradicionais foram ainda classificadas segundo o sistema de cultivo (terras altas, várzeas e facultativo). Dos três estratos que compõem a CNAE, maior ênfase foi dada às variedades tradicionais com 308 acessos (Tabela 6, Figura 32). Esta coleção, que se encontra caracterizada morfológicamente e agronomicamente (dados disponíveis em <http://www.cnpaf.embrapa.br/cnae>), foi distribuída para várias instituições de pesquisa do Brasil e do exterior.

Tabela 6. Composição dos 550 acessos da Coleção Nuclear de Arroz da Embrapa.

Estratos da coleção nuclear	Número	% ¹
Variedades tradicionais (VT)		
Várzeas	77	3,2
Terras altas	148	6,2
Facultativo	83	3,4
Linhagens/cultivares melhoradas (LCM)	94	2,7
Linhagens/cultivares introduzidas (LI)	148	3,7

⁽¹⁾ Percentuais em relação ao número de acessos em cada estrato na coleção inteira, considerando 10.000 acessos



Figura 32. Variabilidade em tipos de grãos apresentada pela Coleção Nuclear de Arroz da Embrapa.

Foto: Paulo Hideo

As variedades tradicionais, de maneira geral, são uma mistura de variedades. Isto tem dificultado o seu uso, em estudos genéticos e genômicos. Para contornar este problema, todos os acessos da CNAE foram purificados através de autofecundações sucessivas de uma planta por acesso. Assim, o BAG Arroz disponibiliza para a comunidade científica nacional e internacional tanto sementes da CNAE original quando as purificadas para intercâmbio de germoplasma.

Coleção Nuclear Temática de Arroz para Tolerância à Seca (CNTAS)

O desenvolvimento de coleções nucleares temáticas (PESSOA FILHO et al., 2010) responde a uma demanda dos programas de melhoramento genético de espécies cujos bancos de germoplasma possuem milhares de acessos. Este é o caso típico de alguns cereais (milho, trigo, sorgo, arroz), leguminosas (soja) e solanáceas (batata). Isto porque as coleções nucleares derivadas de grandes coleções, como a de arroz (> 25.000 acessos), por representarem a maior parte da diversidade genética da espécie (> 80%) em uma pequena amostra da coleção (< 20%), em geral também são formadas por um grande número de acessos. No caso de arroz, por exemplo, o número de acessos que compõe uma coleção nuclear de uma grande coleção de germoplasma é maior do que 3.000. Conseqüentemente, o uso de coleções nucleares compostas por um número tão elevado de acessos pelos programas de melhoramento é geralmente limitado ou nulo. O emprego de coleções nucleares temáticas oferece uma alternativa para as restrições de tamanho impostas por grandes coleções nucleares, concentrando o esforço na obtenção de coleções compactas com alta diversidade genética para uma característica ou tema de interesse.

No Brasil, os principais problemas da cultura do arroz são: brusone, frio, seca, qualidade de grãos e produtividade. O arroz de terras altas (arroz de sequeiro), por ser dependente da precipitação pluviométrica, tem a produção afetada pela ocorrência de estiagens (veranicos) durante o seu cultivo, causando quebra de produção. Portanto, uma das principais características exigidas em uma cultivar desenvolvida para este sistema de cultivo é a tolerância à seca, que pode proporcionar a maximização do processo produtivo e minimização dos custos de produção agrícola mesmo com a ocorrência de períodos de carência de água em momentos críticos do desenvolvimento da planta. Visando atender os programas de melhoramento genético de arroz de sequeiro, Pessoa Filho et al. (2010) desenvolveram uma Coleção Nuclear Temática de Arroz para Tolerância à Seca. Inicialmente, foram genotipados com marcadores microssatélites cerca de 700 acessos de variedades tradicionais de arroz, representando uma amostra significativa das variedades tradicionais de arroz do Brasil. Os dados de polimorfismo de DNA em dezenas de locos de marcadores microssatélites permitiram a estimativa de coeficientes de similaridade genética em comparações par-a-par entre os acessos. A riqueza de alelos (número de alelos da amostra/número total de alelos * 100) de cada amostra foi também estimada pelo programa Corex. Baseando-se nestes dados foi estabelecida a Coleção Nuclear Temática de Arroz para Tolerância à Seca, formada por 87 acessos de arroz de sequeiro, que retêm no mínimo 80% dos alelos da coleção original. Além disso, esta coleção apresentou uma variabilidade genética maior do que a coleção original composta de 485 acessos (Figura 33).



Figura 33. Avaliação da Coleção Nuclear Temática de Arroz para Tolerância à Seca no Campus da Universidade Federal do Tocantins em Gurupi, TO.
Fotos: Paulo Hideo

Esta coleção foi avaliada no campo em ensaios de tolerância à seca em condições de estresse hídrico e sob irrigação em 2008, 2009 e 2010 no Campus da Universidade Federal do Tocantins em Gurupi, TO. Além disso, a coleção foi caracterizada com os 32 descritores internacionais para arroz (BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2007). Uma avaliação de microscopia eletrônica também foi realizada com amostras da coleção, possibilitando a avaliação microscópica de características associadas com tolerância à seca, como disposição estomatal, presença de cera, tricomas, etc. Um novo bioensaio de avaliação do desenvolvimento radicular para desenvolvimento de linhagens mais tolerantes à seca em casa de vegetação foi desenvolvido e validado com a coleção temática, possibilitando a análise dinâmica (semanal) da raiz desde a germinação até a maturação. O ensaio permite a identificação de acessos com maior potencial para desenvolvimento radicular. Isto tem sido usado como indicativo de genótipos com maior tolerância à seca pela maior área de exploração do solo, o que é crítico em estágios de desenvolvimento mais suscetíveis ao estresse hídrico, como os veranicos no período de florescimento da planta.

Todos os acessos da CNTAS foram purificados através de autofecundações sucessivas a partir de uma planta individual. Assim, o BAG Arroz dispõe para a comunidade científica nacional e internacional sementes da CNTAS original e purificada para intercâmbio.

Diagnóstico do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão (BAG Feijão)

Em 2011 iniciou-se um amplo trabalho para inventariar todos os acessos de feijão armazenados na câmara fria do BAG, com a finalidade de promover um diagnóstico qualitativo e quantitativo do acervo conservado. Procurou-se levantar o número de acessos disponíveis no BAG Feijão, assim como a quantidade e a qualidade das sementes armazenadas. Inicialmente o inventário consistiu na pesagem da quantidade de sementes de cada acesso, re-embalagem e identificação dos frascos com etiqueta com código de barras, contendo o novo número de registro do BAG (BGF), número antigo de registro (CF ou CNF), número de registro na Colbase (BRA) e o nome do acesso. Foi retirada uma amostra de 50 sementes por acesso para realização de testes de germinação e vigor, fotografia e multiplicação das sementes.

O acervo do BAG Feijão

Os registros de acessos de feijão no BAG Feijão contabilizam 16.602 acessos, incluindo 4.325 variedades tradicionais e 10.808 linhagens oriundas de programas de melhoramento de feijão do Brasil e do exterior. Deste total observou-se que 881 acessos (338 acessos tradicionais e 543 linhagens) não possuem sementes armazenadas no BAG. Portanto, o acervo de germoplasma de feijão do BAG é de 15.721 acessos, sendo 4.325 variedades tradicionais, 3.127 linhagens introduzidas de programas de melhoramento do Brasil e 7.681 linhagens oriundas de programas de melhoramento de feijão de outros países. O BAG Feijão possui ainda 1.624 acessos silvestres de *Phaseolus* spp. O BAG Feijão contabiliza, portanto, 17.345 acessos de *Phaseolus vulgaris* e seus parentes silvestres.

Testes de germinação

Assim como no arroz há um monitoramento constante da germinação das sementes para evitar a deriva genética que ocasiona a perda de genótipos ou genes importantes, afetando a variabilidade genética dos acessos. No caso do BAG Feijão considera-se como ideal uma percentagem de 90 a 100% de germinação das sementes em testes com amostras dos acessos armazenados na câmara fria. Considera-se ainda que 50 sementes viáveis seja o número mínimo de sementes capaz de representar um acesso de uma planta autógama como o feijoeiro.

Observou-se no BAG Feijão que dos 15.721 acessos de *Phaseolus vulgaris*, 3.917 acessos (24,92%) estão com quantidades de sementes abaixo de 50 g (Figura 34). Quanto ao teste de germinação, até o momento foram realizados em 15% dos acessos. Foi observada a presença de alguns acessos com poder germinativo abaixo da faixa ideal (mínimo de 90% de germinação). A germinação está sendo feita em papel germitest, após a realização de experimentos comparativos de germinação em areia e papel (Figura 35)

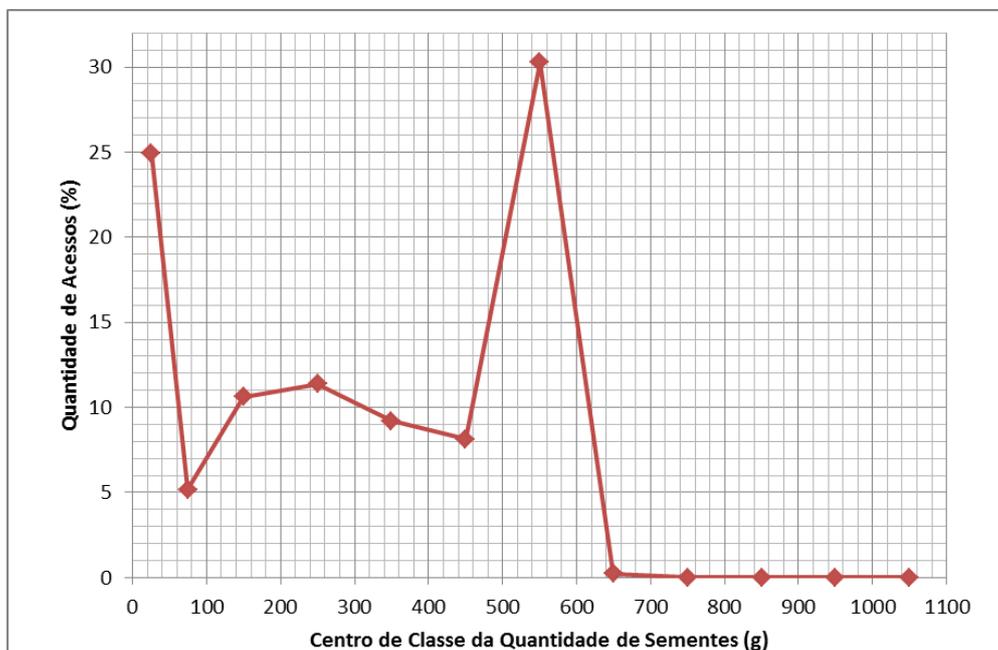


Figura 34. Distribuição de frequência relativa de acessos e a quantidade de sementes armazenada na câmara fria do BAG Feijão na Embrapa Arroz e Feijão.

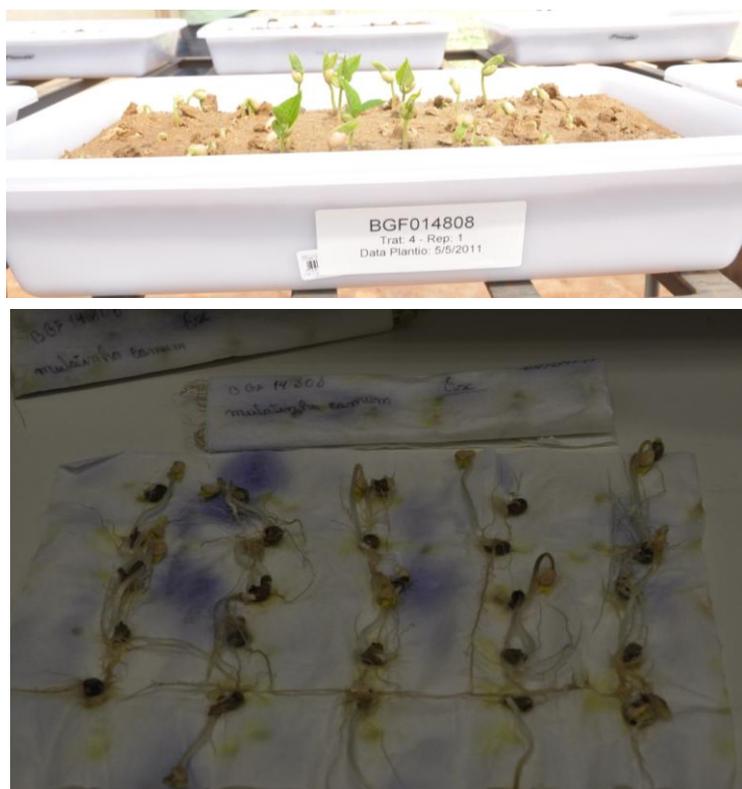


Figura 35. Teste de germinação em *Phaseolus vulgaris* testando areia e papel germitest.
Fotos: Jaiosn Pereira de Oliveira

Acessos tradicionais com nome repetido

O acervo atual de variedades tradicionais de feijão oriundas de coletas realizadas no Brasil armazenadas no BAG Feijão é de 4.325 acessos. Em todos os grupos de cores há repetições de nomes. Por exemplo, existem 260 acessos com o nome Preto, 235 acessos chamados Mulatinho, 166 acessos conhecidos como Roxinho, 129 acessos denominados Rosinha, 81 acessos com o nome Carioca, e 79 acessos chamados de Amendoim. Testes criteriosos de identidade genética utilizando marcadores moleculares terão que ser realizados visando a eliminação de redundantes. Entretanto, até que isto seja concretizado, é de suma importância que o cliente do BAG informe o código BGF ao solicitar um acesso que utilizou em seu trabalho de pesquisa.

Coleção Nuclear de Feijão da Embrapa (CONFÉ)

A Coleção Nuclear de Feijão da Embrapa é formada por 600 acessos distribuídos em três estratos: a) variedades tradicionais do Brasil; b) linhagens/cultivares melhoradas do Brasil; e c) linhagens/cultivares introduzidas. Dos três estratos que compõem a CONFÉ, maior ênfase foi dada às variedades tradicionais com 400 acessos (Figura 36). Esta coleção está sendo caracterizada morfológicamente e agronomicamente para disponibilização de amostras de sementes para as instituições de pesquisa do Brasil e do exterior (Figuras 37, 38, 39 e 40).

As variedades tradicionais, de maneira geral, são uma mistura de variedades. Isto tem dificultado o seu uso principalmente, em trabalhos de genética aplicados ao melhoramento de plantas. Para contornar este problema, todos os acessos da CONFÉ foram purificados através da autofecundação sucessiva uma planta por geração. Assim, o BAG Feijão dispõe para a comunidade científica nacional e internacional sementes da CONFÉ original e purificada para intercâmbio.



Figura 36. Variabilidade de *Phaseolus vulgaris* L. no BAG Embrapa Arroz e Feijão.
Foto: Paulo Hideo



Figura 37. Comparação de cor da semente para classificação de grupo comercial em *Phaseolus vulgaris* L. Embrapa Arroz e Feijão.
Fotos: Jaison Pereira de Oliveira



Figura 38. Coleção Nuclear de Feijão da Embrapa plantada no campo experimental na Fazenda Capivara, Embrapa Arroz e Feijão.

Foto: Jaiosn Pereira de Oliveira



Figura 39. Caracterização fenotípica em acessos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

Foto: Jaiosn Pereira de Oliveira



Figura 40. Caracterização fenotípica em folíolo central de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.).
Foto: Jaison Pereira de Oliveira

Perspectivas

Com um acervo de 27.006 acessos de arroz e 17.345 acessos de feijão o Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão é considerado o maior banco ativo de germoplasma da Embrapa, com 44.351 acessos. As recentes reformas estruturais implementadas no BAG Arroz e Feijão permitiram modernizá-lo e adaptá-lo para uma conservação e uso mais eficiente de recursos genéticos nos próximos anos. Hoje, o BAG Arroz e Feijão está dotado de toda uma infraestrutura de câmara fria e seca com capacidade para armazenamento e conservação de cerca de 87.045 acessos, casas teladas para multiplicação de acessos de arroz e feijão com toda segurança, telados de campo para caracterização de acessos de arroz e áreas de campo específicas para condução de pesquisas com recursos genéticos de arroz e feijão.

Para os próximos anos, os principais desafios do BAG Arroz incluem: a multiplicação/regeneração e caracterização dos 10.050 acessos originais, multiplicação dos 16.956 acessos da coleção americana de arroz recebida do USDA e a formação do banco de dados através da migração dos dados dos germoplasmas para o Programa ALELO, que é o software de gerenciamento dos BAGs da Embrapa. O desenvolvimento de pesquisas com recursos genéticos de arroz é outra grande prioridade e dentre elas podemos destacar a formação de Coleções Nucleares Temáticas focadas nos principais problemas da cultura como, seca, frio, brusone, vigor de plântula, atividade nitrato-redutase, qualidade de grãos e produtividade o que permitira uma sistematização dos recursos genéticos armazenado no BAG Arroz facilitando o seu uso principalmente pelos melhoristas de arroz. As coleções temáticas oferecem uma alternativa para as restrições de tamanho impostas por grandes coleções nucleares, concentrando o esforço na obtenção de coleções compactas com alta diversidade genética caracterizadas morfológicamente e agronomicamente para uma característica ou tema de interesse, constituindo-se em verdadeiros bancos de caracteres.

Os principais desafios para o BAG Feijão será a finalização do inventário e quantificação da viabilidade germinativa e vigor das sementes dos acessos armazenados. Em uma segunda etapa será necessária a multiplicação e caracterização dos 15.721 acessos de *Phaseolus vulgaris* e 1.624 acessos silvestres de *Phaseolus*, totalizando 17.345 acessos, bem como a formação do banco de dados através da migração dos dados dos germoplasmas para o Programa ALELO. O desenvolvimento de pesquisas com recursos genéticos de feijão inclui as seguintes prioridades: a) formação de coleções temáticas focadas nos principais problemas da cultura como, seca, calor, escurecimento e endurecimento de grãos, eficiência nutricional em baixo fósforo, fixação biológica de nitrogênio, arquitetura de planta, tolerância a doenças, qualidade de grãos e produtividade; b) desenvolvimento de linhagens contrastantes para fatores bióticos e abióticos visando estudos genéticos.

A conservação de germoplasma possui atividades rotineiras que demandam recursos específicos para a sua realização. Para que estas atividades sejam realizadas, o recurso anual deve estar disponível, sob o risco de comprometimento da qualidade das coleções. Estimativas feitas por Ferreira (2007) mostram que o custo de manutenção a longo prazo de uma amostra com cerca de 2.000 sementes de um acesso de arroz em uma câmara fria gira em torno de R\$ 6,00 por ano (isto inclui, por exemplo, custos com embalagem, eletricidade, depreciação de equipamentos, manutenção e consertos, energia de geradores, seguro, etc.). Como as coleções de arroz e de feijão da Embrapa Arroz e Feijão possuem 26.006 e 17.345 acessos respectivamente, apenas o simples armazenamento das amostras de arroz em câmaras de conservação custa aproximadamente R\$ 156.036,00 para arroz e R\$ 104.070,00 para feijão, totalizando

R\$ 260.016,00 por ano. Portanto, além de recursos do seu orçamento, a Embrapa Arroz e Feijão terá que buscar apoio financeiro e outras fontes para poder manter este patrimônio genético. Potencial apoio pode ser solicitado junto:

- a) Ao Tesouro Nacional, com apoio da Comissão de Agricultura do Congresso Nacional. O recurso seria específico para a conservação de recursos genéticos da agricultura brasileira. Este patrimônio é estratégico e é público, servindo a todo o setor agrícola brasileiro.
- b) As instituições que financiam áreas estratégicas para o Brasil, como o BNDES. Conservar germoplasma para o futuro é estratégico para o país, é moeda importante nas relações entre os países. Se a sociedade brasileira identifica a conservação de germoplasma como estratégica para a nação, então os recursos para a manutenção do germoplasma devem ser suficientes e garantidos anualmente.
- c) As Fundações das Empresas Estatais como a Petrobrás e o Banco do Brasil.

Agradecimentos

É necessário enfatizar que as recentes mudanças realizadas no BAG Arroz e Feijão foram possíveis devido ao apoio do Diretor Presidente da Embrapa, Dr. Pedro Antônio Arraes Pereira, dos gestores do Programa Agroverde, em especial do Dr. Francisco Basílio e do Dr. Luciano Nass, bem como da Chefia da Embrapa Arroz e Feijão, Dr. Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado (Chefe Geral), Dr. Flávio Breseghello (Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento), Dr. Romeu Pereira Santos (Chefe Adjunto Administrativo), Dra. Maria José Del Peloso (Chefe de Transferência de Tecnologia). A todos os nossos agradecimentos.

Referências

ABADIE, T.; CORDEIRO, C. M. T.; FONSECA, J. R.; ALVES, R. de B. das N.; BURLE, M. L.; BRONDANI, C.; RANGEL, P. H. N.; CASTRO, E. da M. de; SILVA, H. T. da; FREIRE, M. S.; ZIMMERMANN, F. J. P.; MAGALHÃES, J. R. Construção de uma coleção nuclear de arroz para o Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 2, p. 129-136, fev. 2005.

BIOVERSITY INTERNATIONAL. **Descriptors for wild and cultivated rice (*Oryza spp.*)**, Rome: Bioversity International; Laguna: International Rice Research Institute; Benin: WARDA, 2007. 63 p.

BRASIL. Decreto n. 6.475, de 5 de junho de 2008. Promulga o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura, aprovado em Roma, em 3 de novembro de 2001, e assinado pelo Brasil em 10 de junho de 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, v. 145, n. 107, p. 1-8, 6 jun. 2008. Seção 1.

FERREIRA, M. E. (Coord.). **Conservação de recursos genéticos de espécies agrícolas no Brasil: análise crítica da coleção básica de germoplasma arroz (COLBASE-ARROZ)**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 158 p. Relatório.

FONSECA, J. R.; BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; RANGEL, P. H. N. Recursos genéticos. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 257-288.

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

PESSOA-FILHO, M.; RANGEL, P. H. N.; FERREIRA, M. E. Extracting samples of high diversity from thematic collections of large gene banks using a genetic-distance based approach. **BMC Plant Biology**, v. 10, n. 127, 2010.

RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, C.; FONSECA, J. R.; SILVA, S. C.; RABELO, R. R.; PEREIRA, J. A.; KAMINSKY, P. E. Mapeamento da distribuição geográfica das espécies brasileiras de *Oryza*, com vistas à conservação dos parentes silvestres e das variedades crioulas de arroz (*O. sativa* L.). In: CORADIN, L. (Coord.). **Parentes silvestres das espécies de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. Não paginado.

RANGEL, P. H. N.; BUSO, G. S. C.; BRONDANI, C.; GUIMARÃES, E. P.; RANGEL, P. N.; FERREIRA, M. E. Coleta, caracterização e uso de germoplasma silvestre de arroz diplóide e tetraplóide (*Oryza* spp.) nativo do Brasil no melhoramento genético. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 585-631.

RECURSOS fitogenéticos en los trópicos suramericanos: Bolívia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Surinam, Venezuela. Brasília, DF: PROCITROPICOS: IICA, 2010. 367 p.