

Melhoramento Genético e Contribuição na Produção de Cultivares de Arroz em Roraima



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

Documentos 56

**Melhoramento Genético e
Contribuição na Produção de
Cultivares de Arroz em Roraima**

***Antônio Carlos Centeno Cordeiro
Orlando Peixoto de Moraes
Paula Pereira Torga***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Roraima

Rodovia BR174, Km 8 - Distrito Industrial

Cx. Postal 133 - CEP. 69.301-970

Boa Vista | RR

Fone/Fax: (095) 4009.7100

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Oscar José Smiderle

Secretário-Executivo: Aloísio Alcântara Vilarinho

Membros: Karine Dias Batista

Krisle da Silva

Edvan Alves Chagas

Roberto Dantas de Medeiros

Hyanameika Evangelista de Lima

Elisângela Gomes Fidelis de Moraes

Cássia Ângela Pedrozo

Normalização Bibliográfica: Jeana Garcia Beltrão Macieira

Revisão Gramatical: Luiz Edwilson Frazão, Clarice Monteiro Rocha e Vanessa Damasceno

Editoração Eletrônica: Gabriela de Lima

1ª edição (2014)

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 da Publicação (CIP)

Embrapa Roraima

Cordeiro, Antônio Carlos Centeno.

Melhoramento Genético e Contribuição na Produção de Cultivares de Arroz em Roraima / Antônio Carlos Centeno Cordeiro, Orlando Peixoto de Moraes e Paula Pereira Torga. – Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2014.

16 p. -. (Documentos / Embrapa Roraima, 56).

1. cultivo do arroz. 2. produtor de arroz. I. Moraes, Orlando Peixoto de. II. Torga, Paula Pereira. III. Embrapa Roraima.

CDD: 633.18

Autores

Antônio Carlos Centeno Cordeiro

Eng. Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Roraima
Cx. Postal 133. CEP 69301-970.
Boa Vista, RR

Orlando Peixoto de Moraes

Eng. Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Arroz e
Feijão. Cx Postal 179. CEP 75375-000.
Santo Antônio de Goiás, GO.

Paula Pereira Torga

Eng. Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Arroz e
Feijão. Cx Postal 179. CEP 75375-000.
Santo Antônio de Goiás, GO.

Sumário

Introdução.....	06
Objetivos do Melhoramento Genético do Arroz.....	07
Programa de Melhoramento Genético do Arroz.....	10
Cultivares Lançadas - Recomendadas.....	11
Referências.....	14

Melhoramento Genético e Contribuição na Produção de Cultivares de Arroz em Roraima

Antônio Carlos Centeno Cordeiro
Orlando Peixoto de Moraes
Paula Pereira Torga

Introdução

Cerca de 150 milhões de hectares são cultivados com arroz anualmente no mundo, com predominância no continente asiático, e, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) resultou em uma produção em torno de 723 milhões de toneladas em base casca, correspondendo a 483,3 milhões em arroz branco (Revista Planeta Arroz, 2012). O Brasil é o maior produtor de arroz fora da Ásia, com uma safra anual de aproximadamente 12 milhões de toneladas, obtida por meio de dois sistemas de cultivo: várzeas com irrigação (75%) e terras altas em condições de sequeiro (25%). Ambos os sistemas têm amplo potencial de expansão (EMBRAPA, 2009).

O país dispõe de cerca de 35 milhões de hectares de várzeas e a área cultivada atual com arroz irrigado corresponde a apenas 3,75% deste total. O arroz de terras altas tem grande potencial de expansão nas regiões Centro-Oeste, Norte e Meio-Norte, principalmente em rotação com soja e em renovação de pastagens (EMBRAPA, 2009).

O arroz de terras altas responde por mais de 50% da área semeada, com uma produtividade média (2 a 3 t/ha) bastante inferior à obtida em várzeas com irrigação (6 a 7 t/ha), apresentando, adicionalmente, grande variação entre estados. As razões para estas diferenças são tanto de natureza tecnológica quanto ambiental.

Os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, tradicionais no cultivo do arroz irrigado, produzem aproximadamente 67% do arroz brasileiro e fazem parte da região subtropical do país. Por outro lado, a denominada região tropical contribui com apenas 8% da produção brasileira de arroz, ou seja, aproximadamente 900 mil toneladas anuais, sendo os maiores produtores os estados do Tocantins (195 mil t), Mato Grosso do Sul (187 mil t) e Roraima (110 mil t) (EMBRAPA, 2009). A maior produtividade média é obtida em Roraima com 6.350 kg.ha⁻¹, semelhante aos maiores produtores nacionais (CORDEIRO et al., 2009).

O cultivo do arroz irrigado nas várzeas tropicais tem amplas possibilidades de expansão. Do norte de Goiás até Roraima, a não ocorrência de frio permite praticar até duas safras anuais. Entretanto, em geral, as cultivares desenvolvidas para o sul do país tem seu ciclo vegetativo reduzido quando semeada na região tropical, podendo chegar a até 30 dias de diferença, além de se mostrarem menos produtivas e suscetíveis à brusone. Podem, ainda, produzir grãos menos translúcidos e com qualidade culinária inferior devido à redução do teor de amilose (VIEIRA; CARVALHO, 2003). Problemas com o controle de plantas daninhas, principalmente o arroz vermelho, têm a mesma importância da região Sul.

O sistema de cultivo de arroz de terras altas tem uma ampla distribuição no país respondendo por aproximadamente 25% da produção brasileira de arroz. Estão incluídas neste sistema desde grandes

lavouras mecanizadas até pequenas áreas de produção para subsistência, que é o estrato predominante. As regiões centro-norte do MT, partes do MA e o PA respondem por cerca de 60% da produção de arroz de terras altas, constituindo uma macrorregião bastante favorável a este sistema pela maior pluviosidade e, conseqüentemente, menor probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica (PINHEIRO et al., 2006). Nas regiões do sul do Piauí, sudeste do Maranhão, noroeste da Bahia, Tocantins, Goiás, noroeste de Minas Geras, centro-norte de São Paulo, Noroeste do Paraná, Mato Grosso do Sul e sudeste do Mato Grosso, por outro lado, há maior probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica para a cultura. É também nestas regiões que ocorrem maior incidência de brusone, doença favorecida pela ocorrência de estresse hídrico (CORNÉLIO al., 2004).

Outros fatores restritivos à sustentabilidade do arroz de terras altas, que ocorrem em todas as regiões são: (1) deficiência de nitrogênio em função do baixo teor de matéria orgânica nos solos sob exploração agrícola intensiva; (2) competição de plantas daninhas, devido à baixa eficiência dos herbicidas disponíveis; e (3) insetos-praga, principalmente broca-do-colmo, percevejos dos grãos e colmos, cupins broca-do-colo e cigarrinha das pastagens (INFORMAÇÕES TÉCNICAS..., 2008).

O conteúdo desta Série Documentos, que foi atualizado e ampliado, é baseado no artigo "O melhoramento genético na expansão da fronteira agrícola do arroz no Brasil" de autoria do primeiro autor desta publicação e publicado nos Anais do XVI Simpósio Nacional de Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas, promovido pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Minas Gerais e realizado no período de 23 e 24 de Agosto de 2012. O referido artigo teve por objetivo relatar o programa de melhoramento genético do arroz que é desenvolvido em Roraima e sua contribuição na produção de cultivares, visando promover a divulgação de informações a estudantes, técnicos, produtores e pesquisadores.

Objetivos do Melhoramento Genético do Arroz

O programa de melhoramento de arroz tem implementado suas ações privilegiando uma rede de ensaios conduzidos na região tropical envolvendo praticamente todas as Unidades da Empresa localizadas na região, bem como parceiros externos, procurando desenvolver cultivares cada vez mais produtivas associadas às várias características, como:

Qualidade de grãos

As características de qualidade de grão ditam o valor de mercado e possuem um papel fundamental na adoção de novas cultivares. Esses atributos englobam a aparência física (grãos longos e finos), as propriedades culinárias e sensoriais e, mais recentemente, o valor nutricional. As propriedades físicas incluem: rendimento do grão após beneficiamento, uniformidade, brancura e translucidez. As qualidades culinárias e sensoriais incluem: tempo de cozimento (JULIANO, 2003); textura do arroz cozido (Champagne et al, 1999); aroma e sua retenção após cozimento (FITZGERALD et al., 2008); e a capacidade de se manter macio por várias horas após cozimento (PHILPOT et al., 2006). Estudos genômicos realizados pela Embrapa Arroz e Feijão estão incrementando o conhecimento das rotas que determinam atributos de qualidade do arroz.

Grãos especiais

O melhoramento genético tem priorizado o desenvolvimento de cultivares de arroz com grãos brancos, translúcidos e de classe longo-fino (agulhinhas) com alto potencial produtivo. Entretanto, existem também demandas para nichos de mercado de grãos especiais como é o arroz vermelho, cultivado na Região Nordeste, do arroz cateto (visto como alimento dietético), das cultivares para a culinária italiana, como o carnaroli (próprio para risotos) e o arbóreo (para risotos e sopas), do arroz glutinoso 'moti' (para culinária

japonesa), dos tipos aromáticos 'basmati' (originário da Índia e do Paquistão) e 'jasmine' (da Tailândia) e do arroz preto.

Por isso, o Programa de melhoramento passou a envidar esforços no desenvolvimento de cultivares desses tipos especiais de arroz (BASSINELLO et al., 2008). Resultaram desse trabalho cultivares aromáticas (CASTRO et al., 2003), de arroz japonês (TERRES et al., 1998; MAGALHÃES JÚNIOR et al., 2003), de arroz arbóreo (IAC 300) e de arroz preto (IAC 600). A linhagem de arroz irrigado CNA 9903, destinada à culinária japonesa, vem se mostrando como a mais promissora para lançamento, tendo em vista os ensaios conduzidos em rede, com bom desempenho tanto na região tropical como na subtropical, inclusive em Roraima (CORDEIRO et al., 2010).

Outro aspecto também importante diz respeito ao aproveitamento da variabilidade genética do arroz vermelho no sentido de originar cultivares biofortificadas, haja vista a identificação de algumas delas com elevados teores dos micronutrientes essenciais ferro e zinco (PEREIRA et al., 2008). O arroz cateto vem sendo demandado para consumo por pessoas idosas e pacientes hospitalizados, normalmente apresentado como arroz integral. Depois do arroz vermelho e do arroz cateto, acredita-se que o arroz mais importante para nichos de mercado seja aquele que atende à culinária japonesa, pois somente na Grande São Paulo vivem mais de 3 milhões de descendentes nipônicos (TERRES et al., 1998; MAGALHÃES JÚNIOR et al., 2003). A seguir, vêm os arrozes carnaroli e o arbóreo, típicos da culinária italiana. Depois, ainda em ordem decrescente de importância no mercado nacional, são apontados o arroz aromático e o arroz preto.

Doenças

Entre todos os estresses bióticos do arroz, o mais importante é a brusone, doença causada pelo fungo *Magnaporthe oryzae*. O controle químico tem sido amplamente utilizado pelos produtores, entretanto, essa prática só é efetiva quando inserida em um programa de manejo integrado, onde o uso de uma cultivar com maior resistência é indispensável. A grande variabilidade genética das populações do patógeno, todavia, torna frágil e instável a resistência das cultivares. Em geral a "quebra" da resistência ocorre com quatro a cinco anos. Para que a resistência de uma cultivar seja durável, ela deve conter genes efetivos contra os patótipos mais frequentes que compõem a população do fungo, mas também contra aqueles até então presentes em uma frequência baixa. A resistência vertical à brusone é facilmente incorporada e frequentemente efetiva, mas é vulnerável à quebra devido a alterações na frequência de raças virulentas na população do patógeno.

Dois estratégias de melhoramento genético estão sendo utilizadas para o desenvolvimento de cultivares resistentes: (1) desenvolvimento de linhagens com diferentes genes de resistência e lançamento sequencial de cultivares com genes distintos, conforme as raças predominantes do patógeno; e (2) obtenção de cultivares com alto grau de resistência parcial, oriundas de populações melhoradas por seleção recorrente (PRABHU; FILIPPI, 2006).

A mancha-de-grãos é uma doença considerada como um dos principais problemas da cultura do arroz, tanto no agroecossistema de várzeas quanto no de terras altas. Está associada a mais de um fungo, sendo *Bipolaris oryzae*, *Phoma sorghina* e *Alternaria padwickii* os mais importantes quanto à depreciação da aparência dos grãos e redução de qualidade (PRABHU; BEDENDO, 1988; PRABHU; VIEIRA, 1989).

O controle químico da mancha-de-grãos é dificultado pelo fato de não existir um grau de resistência adequado nas cultivares, pela natureza esporádica de ocorrência da doença e pela baixa eficiência de fungicidas disponíveis no mercado.

A queima-da-bainha é outra doença que vem assumindo importância econômica em cultivos de arroz em várzeas tropicais, sendo causada pelo fungo *Rhizoctonia solani*, que é um componente essencial do complexo de doenças fúngicas do colmo e da bainha em arroz irrigado, em todo o mundo, tanto em climas temperados como tropicais. No Brasil, a doença ocorre em todos os sistemas de cultivo de arroz com grau de severidade variável, porém, com potencial para reduzir significativamente a produtividade, principalmente no estado do Tocantins, onde o arroz é cultivado em rotação com a soja (NECHET et al., 2009).

Outras doenças que são comuns, principalmente na Região Norte, são a mancha parda (*Bipolaris oryzae*) e a escaldadura (*Gerlachia oryzae*) que ocorrem principalmente após a floração e são intensificadas até a maturação das plantas. Essas doenças ainda são consideradas de baixa importância, mas tem aumentado de frequência ultimamente, o que deve ser considerado pelo melhoramento. Diante do exposto, são avaliadas durante o processo de seleção de linhagens (NECHET et al., 2009).

Seca

Períodos de deficiência hídrica são comuns durante a estação chuvosa na região dos cerrados brasileiros, representando um fator de incerteza para a cultura do arroz de terras altas nesta região. Mesmo na região amazônica pode ocorrer estiagem que prejudique a produtividade do arroz, porque muitas vezes o problema não é a falta de precipitação, mas sim a sua distribuição, ocasionando meses com excesso e outros com falta de chuvas. O estresse hídrico durante a fase vegetativa causa a paralisação do crescimento das plantas de arroz, enquanto que as plantas daninhas, mais resistentes, intensificam sua competição contra a cultura. Durante o florescimento e enchimento dos grãos, o estresse hídrico causa a diminuição de produtividade, resultando em panículas menores, esterilidade de espiguetas e grãos mal formados e gessados.

O conceito de tolerância à seca é bastante amplo e está relacionado à capacidade da planta de produzir grãos mesmo sob condições de estresse hídrico em alguma fase do seu desenvolvimento (NGUYEN et al., 1997; PRICE et al., 2002). Essa capacidade pode ser entendida tanto como tolerância a um estresse hídrico moderado durante todo o seu ciclo ou, em outro extremo, como tolerância a um estresse severo por um curto período em um estágio específico de desenvolvimento. Esse segundo caso é mais representativo do ambiente do arroz de terras altas nos cerrados brasileiros. A planta pode utilizar mecanismos fisiológicos e/ou anatômicos para evitar o efeito do estresse hídrico ou para recuperar-se rapidamente do seu efeito (YADAV et al., 1997; ZHENG et al., 2000; PRICE et al., 2002). Na seleção de linhagens quanto à resistência à seca, é importante simular o tipo de estresse hídrico comum no ambiente alvo, pois estresses extremos podem mascarar mecanismos de tolerância, por limitação fisiológica à sobrevivência das plantas.

Tolerância a herbicidas

No cultivo do arroz irrigado, as perdas na produtividade e na qualidade dos grãos, devido à competição causada pelas plantas daninhas, variam com o sistema de implantação da lavoura, com as cultivares de arroz, com a fertilidade do solo, com as espécies de plantas daninhas predominante na lavoura e com as práticas de manejo na condução da cultura (SAKAZAKI et al., 2008).

Os prejuízos causados pelas plantas daninhas estão relacionados a diversos fatores, entre os quais as espécies predominantes, sua população e ocorrência no período crítico de competição, dos 20 aos 45 dias após a emergência das plântulas de arroz. O controle após este período geralmente é antieconômico, pois os danos causados pela competição são irreversíveis (CORDEIRO et al., 2009).

O arroz vermelho (*Oryza sativa*) é a principal planta daninha das áreas de arroz do mundo (ESTORNINOS JR. et al., 2005), sendo responsável por elevadas perdas na produtividade deste cereal. A similaridade entre o arroz vermelho e o arroz cultivado (pertencem à mesma espécie) dificulta o controle químico, no entanto, o desenvolvimento de novas cultivares de arroz irrigado tolerantes a herbicidas pertencentes ao grupo das imidazolinonas possibilitou o controle do arroz vermelho de forma seletiva (STEELE et al., 2002).

Com o advento destes herbicidas e do mutante de arroz tolerante ao herbicida (93AS3510), a Universidade de Louisiana (EUA), em cooperação com a BASF, desenvolveu o Sistema de Produção Clearfield para arroz irrigado, visando principalmente o controle do arroz vermelho. O sistema Clearfield de produção de arroz irrigado caracteriza-se pela utilização de cultivares tolerantes a herbicidas pertencente ao grupo químico das imidazolinonas. Ambos os herbicidas utilizados nessa tecnologia são compostos por misturas formuladas, sendo o Only (imazethapyr e imazapic, 75 e 25 g i.a. L⁻¹, respectivamente) e o Kifix (imazapyr e imazapic, 525 e 175 g i.a. kg⁻¹, respectivamente) os que possuem registro pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (AGROFIT, 2011).

Testes de campo com o mutante AS 3510, incorporado em cultivares comerciais via retrocruzamento, tem mostrado que os herbicidas citados acima são bastante eficientes no controle de várias plantas daninhas de folhas largas e estreitas, além do arroz vermelho. A resistência na planta é controlada por um gene com ação dominante. Posteriormente um novo mutante, que proporciona um espectro maior de resistência, foi obtido e transferido para a cultivar americana de arroz irrigado Cypress CL, que possui alta produtividade, ciclo precoce, planta com arquitetura moderna e excelente qualidade de grãos. Essa cultivar tem sido usada no programa de melhoramento da Embrapa por meio de retrocruzamentos com cultivares comerciais e linhagens elites de arroz irrigado e de terras altas. Normalmente, dois a três retrocruzamentos são suficientes para recuperar as características do genitor recorrente (RANGEL, 2008).

Programa de Melhoramento Genético do Arroz

A Embrapa Roraima lidera o Plano Ação 7 (PA 7) denominado “Desenvolvimento de Cultivares de Arroz para a Região Tropical do Brasil”, que pertence ao Projeto de “Melhoramento Genético para Produtividade e Qualidade dos Grãos da Cultura do Arroz no Brasil”, liderado pela Embrapa Arroz e Feijão.

O PA 7 tem como foco o desenvolvimento de cultivares melhoradas de arroz irrigado para a região tropical do Brasil, com resistência à brusone, com grãos do tipo longo-fino, boa qualidade industrial e culinária e com alto potencial produtivo. Fazem parte deste PA, a Embrapa Roraima, Embrapa Arroz e Feijão, Amazônia Oriental, Meio-Norte, Agropecuária Oeste, abrangendo vários estados da região Norte, Nordeste e Centro-Oeste, e outras instituições como a EPAMIG-MG e a UNITINS-TO.

O conceito de seleção recorrente permeia todo o programa de melhoramento de arroz da Embrapa. As populações são manejadas em dois níveis de intensidade de seleção, levando a coexistência de duas classes: população-base (PB) e população-elite (PE) ou núcleo de cruzamentos-elite (NE).

As PBs são enriquecidas pelas ações de pré-melhoramento, focadas nas prospecções de genes de interesse. No melhoramento das PBs, preservam-se tamanhos efetivos elevados, para reduzir as perdas de alelos por deriva genética, assumindo-se ganhos genéticos menores por ciclo de seleção. Em cada ciclo, avalia-se a possibilidade de incorporação dos melhores indivíduos das PBs nas PEs. Essa incorporação é precedida de cruzamentos teste, para avaliar a capacidade de combinação do novo genitor com a PE.

As PEs são melhoradas selecionando-se em cada ciclo um reduzido número de representantes como unidades de recombinação para ciclo subsequente. Não é, contudo, um sistema fechado. Em cada recombinação, genitores externos são utilizados oriundos das PBs ou selecionados entre as melhores linhagens ou cultivares elites do programa. Não há nas PEs a preocupação com a deriva genética, pois alelos presentes nas PEs estão também presentes nas PBs, embora em menor frequência. Assim, alelos perdidos em função de forte pressão de seleção praticada nas PEs podem ser resgatados pela migração de indivíduos das PBs para dentro das PEs.

Em cada ciclo de seleção, um grupo de unidades de avaliação (progênies de plantas selecionadas na população recombinada no ciclo anterior), geralmente maior que aquele utilizado para recombinação, é utilizado como material básico para extração de linhagens, visando o desenvolvimento de novas cultivares. As famílias das PBs são pouco utilizadas para extração de linhagens, uma vez que, normalmente, as linhagens provenientes das PEs são superiores. São, pois, utilizados como fonte principal de enriquecimento das PEs em relação a alelos novos. Por outro lado, se um genitor elite exógeno (de outros programas) mostrar-se promissor em cruzamento com o núcleo-elite, poderá ser feita a incorporação da família dele derivada na PB, para que seus alelos úteis permaneçam nas populações de trabalho.

As unidades de avaliação para produtividade de grãos nas PBs e PEs, respectivamente, tem sido famílias $F_{1:3}(S_{0:2})$ e $F_{2:4}$ e o método de condução das populações segregantes o “bulk dentro de famílias”, conforme descrito por Cordeiro (2008).

A implementação desse programa de melhoramento e a avaliação das linhagens derivadas vêm sendo realizadas por meio de trabalhos em rede regional/nacional, utilizando como ferramenta finalística para a seleção das melhores linhagens e lançamento de novas cultivares os seguintes ensaios: ERF (Ensaio Regional de Famílias), Viveiro de Seleção(VS2-T), EOLT (Ensaio de Observação de Linhagens), EPT (Ensaio Preliminar de Rendimento), ERT (Ensaio Regional de Rendimento), ensaios de VCUT (Valor de Cultivo e Uso) e avaliação das linhagens promissoras para lançamento em Lavouras Experimentais(LET). Ressalta-se que o ERF (desenvolvido em outro Plano de Ação, o PA 5 intitulado “Melhoramento do arroz irrigado com ênfase em produtividade, resistência à brusone e qualidade de grãos”) é o fornecedor de famílias $F_{2:5}$ (oriundas de populações elites) ao PA7 para serem extraídas plantas individuais nos VS2T, que correspondem a novas linhagens para avaliação nos ensaios de rendimento (EOLT,EPT,ERT, VCUT e LET). Na Figura 1, apresenta-se um fluxograma do programa de melhoramento adotado pelo PA 7.

A Embrapa Roraima trabalha tanto com arroz de terras altas quanto com arroz irrigado, mas é com este último, de grande destaque na região, que o seu programa de melhoramento é mais intenso, abrangendo a avaliação de famílias segregantes (tanto de seleção recorrente como de cruzamentos elites), avaliação de genótipos com grãos especiais (vermelho, japônica, arbóreo, aromático, cateto e preto) e seleção de genótipos para tolerância a herbicidas, além dos ensaios citados acima.

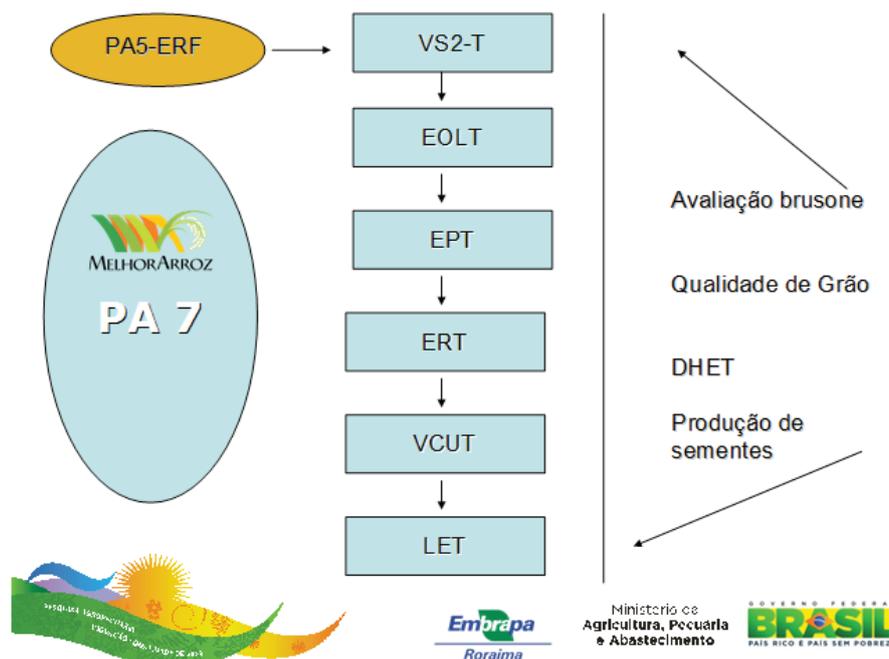


Figura 1. Fluxograma do Programa de Melhoramento de Arroz utilizado no PA 7.

Cultivares Lançadas - Recomendadas

Arroz de Terras Altas

Conforme os trabalhos de melhoramento genético realizados pela Embrapa Roraima e parceiros, no período de 2000 a 2007 (CORDEIRO et al., 2007), as cultivares de arroz de terras altas recomendadas para o Estado são as relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1. Cultivares de arroz de terras altas recomendadas para cultivo em Roraima.

Cultivar	Altura (cm)	Ciclo (cm)	Acamamento	Brusone	Grão	Produtividade (kg/ha)
BRS Primavera	100 a 120	95	S	S	LF	3.500 ¹
BRS Bonança	90 a 110	105	R	MR	L/LF	3.800 ¹
BRS Sertaneja	100 a 115	100	MR	S	LF	3.800 ²
BRS Pepita	100 a 102	100	MR	MS	LF	3.870 ²
BRS Monarca	105 a 107	115	R	MS	LF	3.616 ²
BRS Apinajé	100 a 112	115	R	MR	LF	3.730 ²

¹ Médias obtidas de 52 ensaios conduzidos em áreas de mata alterada e de cerrado de Roraima no período de 1996 a 2004. Em cerrado, as médias variaram de 3.000 a 3.500 kg/ha, e em áreas de mata adubadas, as médias variaram de 3.300 a 4.200 kg/ha.

² Médias obtidas de 129 ensaios conduzidos na região central do Brasil (GO, TO, MG) e em Roraima (áreas de cerrado e mata) no período de 2002 a 2005.

Acamamento: R- resistente; S- suscetível; MR- moderadamente resistente; MS- moderadamente suscetível.

Brusone: MR- moderadamente resistente; MS- moderadamente suscetível; S- suscetível.

Grão: L- longo; LF- longo-fino.

A BRS Primavera é mais indicada para abertura de áreas, devido sua susceptibilidade ao acamamento. Apresenta grande aceitação pela indústria devido à qualidade de seus grãos.

A cultivar BRS Sertaneja, destaca-se pela excelente qualidade de grãos, se adapta a diversas condições de cultivo, incluindo: renovação de pastagens, rotação de culturas em áreas já cultivadas e uso na integração lavoura-pecuária. É a mais cultivada em terras altas em Roraima.

A cultivar BRS Bonança é rústica, com bom potencial produtivo e se adapta bem a diferentes condições de manejo. Além disso, é a cultivar mais resistente à doença mancha-dos-grãos entre todas as cultivares de arroz de terras altas disponíveis para o mercado.

A cultivar BRS Pepita apresenta resistência similar ao da cultivar BRS Bonança quanto à doença mancha-dos-grãos. Destaca-se por poder ser utilizada em diversas condições de cultivo, incluindo rotação de culturas em áreas já cultivadas, áreas de desmatamento recente, renovação de pastagens degradadas e integração lavoura-pecuária. É também recomendada para a agricultura familiar por ter características de plantas favoráveis à colheita manual.

A cultivar BRS Monarca destaca-se pela excelente qualidade de grãos. Por outro lado, é mais suscetível a estresses hídricos (veranicos) e assim, deve ser cultivada preferencialmente em regiões mais favorecidas (maior precipitação), como as regiões de mata alterada de Roraima.

Uma das características do grão que mais valoriza o arroz no mercado consumidor é o rendimento de grãos inteiros, e nesse particular, a BRS Apinajé é semelhante à BRS Bonança, que é reconhecida pelo seu alto rendimento industrial. A BRS Apinajé possui três atributos que a tornam mais adequada aos pequenos produtores: bom vigor inicial, boa altura e degranação fácil, favorecendo a colheita e a trilha manual. Como tem ciclo mais longo que as demais, deve ser cultivada em áreas sem restrição de precipitação pluviométrica. É mais suscetível à mancha dos grãos do que a BRS primavera e BRS Bonança.

Arroz Irrigado

Em Roraima, o lançamento/recomendação de novas cultivares pela Embrapa Roraima, aliado ao manejo tecnificado da cultura, transformou o Estado de importador para exportador de arroz. O agronegócio do arroz irrigado tem participação significativa na geração de emprego, renda e no Produto Interno Bruto (PIB), sendo uma das poucas cadeias produtivas efetivamente estabilizadas no Estado. A maior parte da produção (75%) é exportada para outros estados, principalmente para o Amazonas, e o restante (25%) é o suficiente para o abastecimento do mercado local. Fazem parte da Cadeia Produtiva, 14 agroindústrias que comercializam 27 marcas de arroz produzidas em Roraima (CORDEIRO et al., 2009; BRAGA et al., 2009). A produtividade média alcançada, 6.350 kg.ha⁻¹, é expressiva, semelhante aos maiores produtores nacionais.

Com base nos resultados obtidos pelo programa de melhoramento genético conduzido em várzeas de Roraima, são recomendadas para plantio as cultivares relacionadas na Tabela 2 (CORDEIRO e MEDEIROS, 2008; CUTRIM et al., 2008; CORDEIRO e MEDEIROS, 2010).

Tabela 2. Cultivares de arroz irrigado recomendadas para cultivo em Roraima.

Cultivar	Produtividade kg ha ⁻¹ (³)		
	Média	Mínima	Máxima
BR IRGA 409 ¹	6.894(48)	6.073	7.928
IRGA 417 ¹	7.455(32)	6.334	8.574
Roraima ¹	7.826(28)	7.160	9.112
BRS Taim ¹	7.215(24)	5.884	8.380
BRS Jaburu ²	7.990(24)	6.486	8.583
BRS Biguá ²	7.929(23)	7.173	8.836
BRS Jaçanã ²	7.186(21)	6.323	8.107
BRS Tropical ¹⁽⁴⁾	7.633(10)	7.299	8.041

¹ Ciclo precoce (100 a 115 dias).

² Ciclo médio (116 a 120 dias).

³ Médias obtidas no período 1995/96 a 2007/08. Entre parênteses, o número de ensaios que a cultivar participou.

⁴ Em 60 ensaios conduzidos em GO, TO, RR, PA, RJ, MS e Nordeste a média de produtividade foi de 6.902 kg ha⁻¹.

A cultivar BR IRGA 409 foi recomendada para cultivo em 1985 e, desde então, continua sendo utilizada pelos produtores por apresentar boa produtividade e qualidade de grãos, muito embora, seja suscetível à brusone,

toxidez por ferro e apresente predisposição ao acamamento.

A cultivar IRGA 417, recomendada para cultivo em 2001, possui grãos de excelente qualidade comercial, sendo considerada como referência na indústria arroseira local e nacional. É a cultivar mais plantada em Roraima, muito embora, também seja suscetível à brusone, à mancha de grãos e a toxidez por ferro.

A cultivar Roraima é resultante de hibridação tripla envolvendo a cultivar NewRex (precoce e com grãos de excelente qualidade comercial), a linhagem IR 19743-25-2-2 (precoce e resistente à brusone) e a cultivar BR IRGA 409 (adaptada às condições locais). Foi oficialmente recomendada para o Estado com a denominação de 'Roraima' (CORDEIRO et al., 2009). É resistente ao acamamento e à toxidez por ferro e moderadamente suscetível à brusone. Possui grãos de excelente qualidade comercial e atualmente é a preferida pelos produtores, já sendo a segunda mais plantada no Estado.

A cultivar BRS Taim foi introduzida em Roraima, no início da década de 90, para participar de ensaios de competição de cultivares em rede de melhoramento coordenada pela Embrapa Arroz e Feijão. Após sua avaliação em diferentes ambientes de várzea, foi recomendada em 2001 como mais uma opção para os sistemas de produção local.

Dada a sua excelente característica de grão, resistência à brusone nas folhas e boa produtividade, a cultivar BRS Jaburu foi recomendada também em 2001 como mais uma opção para os sistemas de produção local. Foi lançada sob os auspícios da Lei de Proteção de Cultivares e assim possui produtores licenciados para a comercialização de sementes.

A cultivar BRS Biguá foi lançada para cultivo em Goiás e Tocantins e, posteriormente, foi estendida a sua recomendação para Pará e Roraima por Cordeiro e Medeiros (2008). É resistente ao acamamento, à brusone nas folhas e moderadamente resistente à mancha dos grãos e mancha parda. Possui produtores licenciados para a comercialização de sementes.

A cultivar BRS Jaçanã foi avaliada por quatro anos nos Estados de Goiás, Tocantins, Pará, Roraima e Rio de Janeiro e apresentou excelente desempenho, sendo lançada por Cordeiro e Medeiros (2008) para as várzeas de Roraima. Destaca-se pela sua ótima qualidade de grãos. Apresenta licenciamento de produtores de sementes.

Um dos principais problemas para a cultura do arroz é a incidência de doenças, principalmente a brusone, causada pelo fungo *Pyricularia grisea*, que causa perdas consideráveis na produtividade e na qualidade dos grãos. Sua ocorrência é favorecida pelas condições climáticas predominantes em regiões quentes e úmidas e pelo manejo deficiente da cultura. A cultivar BRS Tropical, lançada para Roraima por Cordeiro e Medeiros (2010), apresentou boa resistência à brusone nas folhas, no Viveiro Nacional de Brusone (VNB) e isto pode ser devido a dois de seus genitores, *Oryzica 1* e *Oryzica Llanos 4*, serem fontes de resistência a essa doença (CUTRIM et al., 2008). Além disso, em avaliações pós-lançamento, realizadas em lavouras de produtores parceiros, tem apresentado produtividades muito altas, cerca de 8.000 kg.ha⁻¹, devendo em pouco tempo se tornar a mais plantada no Estado.

Referências

- AGROFIT, 2011 – **Desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2001.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/agrofit>>. Acesso em: 26 ago. 2011.
- BRAGA, R. M.; CORDEIRO, A. C. C.; MARIANO, F. da S.; MARIANO, F. da S. **Mercado varejista de arroz em Boa Vista, Roraima.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009a. 32 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 18).
- CARTA de Boa Vista. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL “INTEGRAÇÃO TECNOLÓGICA E DO AGRONEGÓCIO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS DO NORTE DA AMÉRICA DO SUL-SAVANTEC”, 2003, Boa Vista, RR. **Anais...** Boa Vista, RR: Embrapa: IICA-PROCITRÓPICOS, 2003.
- CASTRO, E. da M. de; FERREIRA, C. M.; MORAIS, O. P. de. Qualidade de grãos e competitividade do arroz de terras altas. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. v.2, p. 201-214. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 153).
- CORDEIRO, A. C. C.; GIANLUPPI, V.; GIANLUPPI, D.; SMIDERLE, O. J. Aspectos da produção de soja em Roraima. In: Andrade, E. B. de (Ed.). **A geopolítica da soja na Amazônia.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p.43-58. 2005.
- CORDEIRO, A. C. C.; MOURÃO JÚNIOR, M.; MEDEIROS, R. D. de. **Análise do agronegócio do arroz irrigado em Roraima: período 1981 a 2007.** In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. v.2, p.719-721.
- CORDEIRO, A. C. C. **Métodos de melhoramento genético de arroz irrigado.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2008. 64 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 06).
- CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R.D. **Cultivares de arroz irrigado recomendadas para Roraima.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2008. 12p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 3).
- CORDEIRO, A. C. C. **Recomendações Técnicas para o Cultivo do Arroz Irrigado em Várzeas de Roraima.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009. 19 p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 06).
- CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de. BRS Jaçanã e BRS Tropical: cultivares de arroz irrigado para os sistemas de produção de arroz em várzea de Roraima. **Agro@ambiente On-line**, v.4, n.2, p.67-73. Jul-dez. 2010.
- CORDEIRO, A. C. C.; RANGEL, P. H. N.; MEDEIROS, R.D.de. Avaliação de linhagens de arroz irrigado com tipo de grão para a culinária japonesa para o Estado de Roraima. **Agro@ambiente On-line**, v.4, n.2, p.74-79. Jul-dez 2010.
- CHAMPAGNE, E. T.; BETT, K. L.; VINYARD, B. T.; McCLUNG, A. M.; BARTON, F. E.; MOLDENHAUER, K.; LINScombe, S.; McKENZIE, K. Correlation between cooked rice texture and Rapid Visco Analyses measurements. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 76, n. 5, p. 764-771, Sept./Oct. 1999.
- CORNÉLIO, V. M. O; CARVALHO, V. L.; PRABHU, A S. Doenças do arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, V.25, n.222, p.84-92, 2004.
- CUTRIM, V. dos A; CORDEIRO, A.C.C.; LOPES, A de M.; PEREIRA, J.A; FONSECA, J. R.; RANGEL, P.H.N.; AMORIM NETO, S. **BRS Tropical: cultivar de arroz de ampla adaptação para as várzeas tropicais.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 4p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 163).
- EMBRAPA. **Melhoramento genético para produtividade e qualidade dos grãos da cultura do arroz no Brasil** (Projeto de Pesquisa). 161p. 2009.
- ESTORNINOS, JUNIOR, L. E. Rice and red interference. I. Response of red rice (*Oryza sativa*) to sowing rates of tropical japonica and indica rice cultivars. **Weed Science**, v.53, p.683-689, 2005.
- FITZGERALD, M. A.; HAMILTON, N. R. S.; CALINGACION, M. N.; VERHOEVEN, H. A.; BUTARDO, V. M. Is there a second gene for fragrance in rice? **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 416-423, May 2008.
- Informações Técnicas Sobre o Arroz de Terras Altas: Estados de Mato Grosso e Rondônia - Safra 2008/2009.** Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 84 p. - (Embrapa Arroz e Feijão.Documentos, 224).

JULIANO, B. O. **Rice chemistry and quality**. Muñoz: Philippine Rice Research Institute, 2003. 480 p.

MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; GOMES, A. da S.; ANDRES, A. (Ed.). **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 13-33. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 113).

NECHET, K. de L; SILVA, G. B. da S.; HALFELD-VIEIRA, B.de A. **Doenças da cultura do arroz em Roraima: sintomas e controle**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009. 24p. (Embrapa Roraima. Documentos, 21).

NGUYEN, H. T.; BABU, R. C.; BLUM, A. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 5, p. 1426-1434, Sept./Oct., 1997.

PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de; BASSINELLO, P. Z. Mejoramiento genético del arroz rojo em el Brasil. In: REUNIÓN ANUAL DEL PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMERICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE CULTIVOS Y ANIMALES, 54, 2008, San José, Costa Rica. **Resúmenes...** San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia em Tecnología Agropecuária, 2008.

PHILPOT, K.; MARTIN, M.; BUTARDO, V.; WILLOUGHBY, D.; FITZGERALD, M. Environmental factors that affect the ability of amylose to contribute to retrogradation in gels made from rice flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 14, p. 5182-5190, Jul. 2006.

PINHEIRO, B. da S.; CASTRO, E. da M. de. GUIMARÃES, E. P. Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 97, n. 1, p. 34-42, May, 2006.

PRABHU, A. S.; BEDENDO, I. P. Glume blight of rice in Brazil: etiology, varietal reaction and loss estimates. **Tropical Pest Management**, London, v. 34, n. 1, p. 85-88, Jan./Mar., 1988.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C. C. **Brusone em arroz: controle genético, progresso e perspectivas**. Santo Antônio de Goiás:Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 388p.

PRABHU A. S.; VIEIRA, N. R. de A. **Sementes de arroz infectadas por *Drechslera oryzae*: germinação, transmissão e controle**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1989. 39 p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim de pesquisa, 7).

PRICE, A. H.; TOWNEND, J.; JONES, M. P.; AUDEBERT, A.; COURTOIS, B. Mapping QTLs associated with drought avoidance in upland rice grown in the Philippines and West Africa. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 48, n. 5, p. 683-695, Mar. 2002.

RANGEL, P. H. N. **Conversão de cultivares /linhagens de arroz para tolerância ao herbicida do grupo das imidazolinonas**. Embrapa/ Goiânia: CNPAF: Relatório técnico Embrapa/Basf. 92p. 2008 **Revista Planeta, Arroz**, Cachoeira do Sul,RS. v. 13, n.43, Ago., 2012.

SAKAZAKI, R. T.; LOPES, G. N.; ALVES, J. M. A. **Arroz Irrigado em Roraima**. Agro@mbiente On-line, vol.2, n. 1, p.69-76, 2008.

STEELE, G. L.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. **Control of red rice (*Oryza sativa*) in imidazolinona-tolerant rice(*Oryza sativa*)**.Weed Technology, v.16, p.627-630, 2002.

VIEIRA, N. R. de A.; CARVALHO, J. L. V. de. Qualidade tecnológica. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 582-604.

VILA, L.; MEYNARD, D.; BREITLER, J. C.; QUILIS, J.; MARFA, V.; VASSAL, J. M.; GUIDERDONI, E.; SAN SEGUNDO, B. Expression of a maize proteinase inhibitor in rice plants enhances resistance toward Chilo supressalis larvae. In:INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT MOLECULAR BIOLOGY, 7., 2003, Barcelona. **Book of abstracts**. Barcelona:ISPMB Office, 2003. p. 431. Poster abstract M-12.

YADAV. R.; COURTOIS, B.; HUANG, N.; MCLAREN, G. Mapping genes controlling root morphology and root distribution in a doubled-haploid population of rice. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 94, n. 5, p. 619-632, Apr. 1997.

ZHENG, H. G.; BABU, R. C.; PATHAN, M. S.; ALI, M. L.; HUANG, N.; COURTOIS, B.; NGUYEN, H. T. Quantitative trait loci for root penetration ability and root thickness in rice: comparison of genetic backgrounds. **Genome**, Ottawa, v. 43, n.1, p. 53-61, Feb. 2000

Embrapa

Roraima

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA