

Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro



Editores
Manoel Abilio de Queiroz
Clara Oliveira Goedert
Semiramis Rabelo R. Ramos

Petrolina-PE
1999



acessos desde 14/12/09

Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro

APRESENTAÇÃO

A região Nordeste do Brasil tem uma área aproximada de 1,6 milhões de km² e compreende de cerca de 1/3 da população nacional. É formada por vários ecossistemas como a faixa litorânea, os tabuleiros costeiros, o semi-árido, os cerrados, as várzeas e a mata sub-úmida na pré-amazônia. É a região do país com maior influência de escravos africanos, europeus e asiáticos, com importante repercussão para o agronegócio nordestino, através dos recursos genéticos de plantas cultivadas, como as cucurbitáceas, na agricultura tradicional, e as mangueiras, nos pomares domésticos.

Os recursos genéticos têm despertado a atenção dos estudiosos da área apenas nos últimos anos e no Brasil, mais recentemente, embora já se tenha conseguido resgatar uma variabilidade genética considerável, preservada nos bancos de germoplasma. A utilização desta variabilidade pela sociedade, no entanto, ainda tem sido pequena. Esta situação é mais crítica na região Nordeste do Brasil.

Várias experiências em melhoramento de plantas começaram a ser estabelecidas na região, muitas delas inspiradas pelos professores de melhoramento genético do Departamento Genética da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz - ESALQ, Piracicaba-SP, ou do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa-MG.

Em 1971, num dos encontros da Sociedade Brasileira de Genética, em Salvador-BA, uma tentativa de reunir os melhoristas de plantas do Norte e Nordeste do país, por sugestão do professor Paterniani, da universidade de São Paulo não contou com mais de cinco apresentações limitadas, ao melhoramento de milho, feijão-de-arranca e algodão. Outros encontros foram realizados em Aracaju-SE e Cruz das Almas-BA, porém os resultados foram limitados em número de trabalhos e abrangências de espécies.

Já são decorridos mais de vinte e cinco anos do primeiro Encontro. Pode-se verificar, ao longo deste período, presença de várias experiências de melhoramento de espécies bem diversificadas, bem como várias experiências na criação de bancos de germoplasma inspiradas pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia da Embrapa, sediado em Brasília. Entretanto, as informações estavam dispersas e muitas delas não escritas.

Algumas parcerias com as Universidades da região e do país têm resultado em estudos de germoplasmas relevantes para o Nordeste brasileiro e se mostram como alternativa para o conhecimento nas áreas de recursos genéticos e melhoramento genético vegetal, principalmente com o apoio das agências de fomento científico e tecnológico.

A consulta ao setor privado, especialmente sobre as preferências pelos tipos de produtos que estão dispostos a comprar, representa um marco inicial para ajudar aos melhoristas e curadores de banco de germoplasma a decidir as rotas biológicas a serem seguidas.

No nosso entender, os recursos genéticos, o melhoramento de plantas e o uso dos produtos deles decorrentes, pela sociedade, são etapas de um mesmo processo. Assim, curadores, melhoristas e usuários deverão estabelecer processos sequenciados e ajustados. Só assim, conseguiremos inserir o Nordeste brasileiro na economia globalizada.

Assim, é que vários melhoristas e curadores de bancos de germoplasmas que atuam em espécies de interesse da região Nordeste concordaram em relatar suas experiências, tendo-se conseguido a participação de 67 trabalhos envolvendo recursos genéticos e o melhoramento de plantas abrangendo mais de 50 espécies, incluídas as plantas forrageiras e medicinais.

O livro foi elaborado a partir dos trabalhos apresentados no I Simpósio sobre Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas, realizado em Petrolina, PE, de 27 de setembro a 01 de outubro de 1998.

Uma comissão editorial foi criada para edição deste livro. Fêz-se uma padronização dos textos apresentados, tendo sido os mesmos revisados por consultores "ad hoc" e as modificações feitas pelos próprios autores.

Petrolina, agosto de 1999.

Os editores

*Recursos Genéticos e Melhoramento de
Plantas para o Nordeste Brasileiro*

CRÉDITOS

**RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA O
NORDESTE BRASILEIRO**

Editores

Manoel Abílio de Queiróz
Clara Oliveira Goedert
Semíramis Rabelo Ramalho Ramos

Comitê de Publicações - Embrapa Semi-Árido

Luiz Balbino Morgado – Presidente
Eduardo de Assis Menezes – Editoração
Paulo Roberto Coelho Lopes - Pesquisa
Martiniano Cavalcanti de Oliveira – Pesquisa
Clementino Marcos Batista de Faria – Pesquisa
Mirtes Freitas Lima – Pesquisa
José Nilton Moreira – Comunicação Empresarial
Edineide Maria Machado Maia - Biblioteca

Normalização Bibliográfica

Maristela Ferreira C. de Souza

Supervisão da Edição

Manoel Abílio de Queiróz

Supervisão de Produção

Edineide Maria Machado Maia

Diagramação Eletrônica

Jeanne Carvalho Santos

Produção:

Antônio Lopes de Souza

Capa:

Manoel Abílio de Queiróz
Semíramis Rabelo Ramalho Ramos
Antônio Lopes de Souza

*Recursos Genéticos e Melhoramento de
Plantas para o Nordeste Brasileiro*

CATALOGAÇÃO REFERENCIADA

QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S.R.R., ed.

Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o
Nordeste brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE:
Embrapa Semi-Árido / Brasília-DF: Embrapa Recursos
Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999. Disponível via Word
Wide Web <http://www.cpatia.embrapa.br>. ISBN
85-7405-001-6

Melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil.

Paulo Hideo N. Rangel¹
Elcio Perpétuo Guimarães¹
Raimundo Ricardo Rabelo²

1. Introdução

No Brasil, o arroz é cultivado em todo território nacional e ocupa posição de destaque do ponto de vista econômico e social entre as culturas anuais. Seu cultivo é feito em dois ecossistemas: várzeas e terras altas. No ecossistema de várzeas, existem dois sistemas de cultivo principais: a) arroz de várzea com irrigação controlada (arroz irrigado), no qual a cultura é irrigada por inundação contínua e controlada com a formação e manutenção de lâmina de água até a maturação do arroz; b) arroz de várzea sem irrigação controlada (arroz de várzea úmida). Este sistema caracteriza-se pelo plantio do arroz em áreas de baixadas, parcialmente sistematizadas e/ou drenadas ou sem sistematização. A água da chuva e da enchente dos rios ou afloramento natural do lençol freático são as fontes de água para o desenvolvimento das plantas (Rangel, 1995).

Até o início da década de noventa, o arroz de terras altas era responsável por cerca de 69% da produção brasileira de arroz. Hoje, o arroz produzido nas várzeas responde por aproximadamente 62% da produção total de arroz do Brasil (Tabela 1). A inversão deste quadro deve-se principalmente à melhor qualidade do produto e ao menor risco proporcionado pelos sistemas de cultivo de várzea em relação ao arroz de terras altas.

O arroz de várzea encontra-se concentrado em quatro pólos principais: Pólo 1, representado pelos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, responsáveis por cerca de 70% da área cultivada com arroz de várzea do Brasil; Pólo 2, formado pelos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo; Pólo 3, que inclui os estados do Nordeste, com exceção do Rio Grande do Norte e Bahia; Pólo 4, concentrado em Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Figura 1).

O cultivo do arroz irrigado no Nordeste é feito ao longo do rio São Francisco, em Pernambuco, Alagoas e Sergipe; nas microrregiões do Baixo Jaguaribe e Iguatu no Ceará; ao longo do Rio Parnaíba no Piauí e Baixada Ocidental Maranhense no Maranhão. Na Paraíba, concentra-se no perímetro irrigado de São Gonçalo, no município de Sousa. A maioria das áreas cultivadas com arroz irrigado concentra-se nos perímetros irrigados sob a supervisão da Companhia de Desenvolvimento do Vale do Rio São Francisco – CODEVASF (Alagoas e Sergipe) e do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS (Piauí, Ceará e Paraíba) (Maffei & Souza, 1988; Santos *et al.*, 1993; Santos & Yokokura, 1993). O estado do Ceará é o maior produtor de arroz irrigado do Nordeste com uma produção de cerca de 109 mil toneladas e uma área cultivada de 21 mil hectares, seguido pelo estado do Piauí, com aproximadamente 43 mil toneladas e 11 mil hectares (Tabela 2).

¹ Eng. Agr., Dr., Pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, C.P. 179, 74.001-970, Goiânia, GO, E-mail: phrangel@cpaf.embrapa.br

² Eng. Agr., Técnico Especializado da Embrapa Arroz e Feijão

Apesar do arroz irrigado do Nordeste representar apenas 4% da área plantada e da produção do Brasil (Figuras 2 e 3), ele tem grande importância do ponto de vista social e econômico, pois na região predominam pequenos agricultores. Por ser uma cultura que independe das variações climáticas, principalmente da ausência de chuvas por longos períodos (secas) tão comum nesta região, o arroz irrigado funciona como elemento agregador e fixador do homem à terra, evitando com isso o êxodo rural e garantindo o sustento de inúmeras famílias nordestinas.

O uso de cultivares melhoradas constitui tecnologia de menor dispêndio e proporciona retornos econômicos em curto espaço de tempo, sendo, portanto, a de mais fácil adoção pelo produtor. Cientes de que a oferta de cultivares pode ajudar principalmente aos pequenos agricultores no desenvolvimento de uma lavoura mais eficiente e lucrativa, a Embrapa Arroz e Feijão, juntamente com outras instituições de pesquisa do Nordeste, vem concentrando esforços no melhoramento genético, visando ao lançamento de novas cultivares de alta produtividade, com grãos de boa qualidade industrial e culinária.

2. O programa de melhoramento

O objetivo básico do programa de melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil é obter cultivares de alta produtividade, com grãos que possuam boas qualidades industriais e culinárias. A principal estratégia utilizada para a consecução deste objetivo consiste na avaliação e seleção de linhagens criadas pelos programas de melhoramento do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Embrapa Arroz e Feijão e Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

O programa teve início em 1982 com a criação das três Comissões Técnicas Regionais de Arroz (CTArroz), que procurou agrupar em cada uma delas os estados que apresentassem maior afinidade em termos de sistemas de cultivo e condições climáticas (Embrapa, 1994). Após dezesseis anos de funcionamento, as CTArroz passaram por alguns ajustes e atualmente são assim constituídas: CTArroz I formadas pelos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina; CTArroz II envolve os estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Acre, Amazonas, Pará, Roraima e Amapá e CTArroz III que engloba os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco Alagoas e Sergipe (Figura 4).

Da CTArroz III participam a Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária (EMAPA), Embrapa Meio Norte (CPAMN), Empresa Cearense de Pesquisa Agropecuária (EPACE), extinta em 1998, Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Alagoas (EPEAL), Embrapa Tabuleiros Costeiros (CPATC), Companhia de Desenvolvimento do Vale do Rio São Francisco (CODEVASF) e Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS).

Sob a coordenação da Embrapa Arroz e Feijão (CNPAF) desenvolvem um programa regionalizado, conduzido de maneira cooperativa e integrada e que visa basicamente somar o esforço institucional ao processo de avaliação de linhagens,

em que cada instituição fica responsável por determinados pontos de teste, trazendo maior economicidade e submeter as linhagens a uma maior gama de ambientes, o que aumenta a eficiência do processo, reduz o número de anos de avaliação das linhagens e possibilita a identificação de possíveis cultivares de ampla adaptação.

Os fitomelhoristas, que tradicionalmente participam dessa CTArroz, observaram que o trabalho isolado do melhoramento, apesar de gerar melhores cultivares, era insuficiente. Perceberam ser necessário, ao se indicar um novo material, que ele tivesse informações de outras áreas de pesquisa e desenvolvimento para que pudesse expressar o seu potencial produtivo e qualitativo. Assim, a partir da sua XII Reunião, a CTArroz foi ampliada, passando a contar com três grupos de trabalho: 1) Desenvolvimento de cultivares; 2) Sistemas e manejo da cultura; 3) Desenvolvimento da cultura. Além das instituições citadas, outras também passaram a fazer parte da CTArroz III.

O programa de melhoramento conduzido na Região Nordeste é fundamentado na condução de três tipos de ensaios: o Ensaio de Observação de Linhagens, o Ensaio Comparativo Preliminar de Rendimento e o Ensaio Comparativo Avançado de Rendimento.

2.1 Ensaios de observação de linhagens (Eob)

Os EOB's são constituídos pelas linhagens elites dos programas de melhoramento genético de arroz do Brasil e de instituições internacionais, instalados em pontos estratégicos dentro da região, de dois em dois anos. O delineamento experimental utilizado é de Blocos Aumentados de Federer (Federer, 1956) e a parcela formada por três sulcos de 5,0 m de comprimento.

A produtividade das linhagens é obtida em todos os locais. Outras informações, como reação às doenças, tolerância à toxidez de ferro e aspectos ligados à qualidade industrial e culinária, são conseguidas em locais específicos. Assim, para melhor conhecimento dos níveis de resistência à brusone (*Pyricularia grisea* Sacc.), doença mais importante do arroz irrigado no Brasil, mancha-parda (*Dreschlera oryzae*) e à mancha-dos-grãos (*Dreschlera sp*, *Phoma sp*, *Cercospora sp*, *Gerlachia sp*, *Curvularia sp*, *Fusarium sp*, *Nigrospora sp*), as linhagens do EOB são avaliadas em canteiro de infecção pela Embrapa Arroz e Feijão em Goianira, GO (brusone) e no seu Campo de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento do Tocantins em Formoso do Araguaia (brusone, mancha-parda e mancha-dos-grãos). As linhagens são também avaliadas para tolerância à toxidez de ferro pela EPAGRI em Itajaí, SC.

Os grãos são avaliados quanto às suas qualidades industriais e culinárias no Laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Arroz e Feijão. Os seguintes parâmetros são analisados: rendimento de grãos inteiros e total, translucidez do grão, teor de amilose, temperatura de gelatinização, classe do grão e cocção.

Todas as informações geradas pelos ensaios de observação são discutidas na reunião da CTArroz – III, que ocorre de dois em dois anos, quando são selecionadas as linhagens de melhor desempenho que comporão, no ano agrícola seguinte, os Ensaios Comparativos Preliminares.

2.2. Ensaios comparativos preliminares de linhagens (ECP)

Os ECP's são conduzidos por dois anos seguidos em vários locais na região Nordeste, em delineamento experimental de blocos ao acaso ou em látices. Normalmente, são feitas três repetições por local e as parcelas experimentais são de cinco sulcos de 5,0 m de comprimento.

Todas as linhagens dos ECP's participam dos Viveiros Nacionais de Brusone (VNB), conduzidos por fitopatologistas em Santo Antônio de Goiás (GO), Goianira (GO), Formoso do Araguaia (TO), Jaciara (MT), Lucas do Rio Verde (MT), Pindorama (SP), Pindamonhangaba (SP), Itajaí (SC) e Cachoeirinha (RS). Essas linhagens são avaliadas também para mancha-parda e mancha-dos-grãos em viveiros específicos pela Embrapa Arroz e Feijão em Formoso do Araguaia.

Após a análise conjunta dos resultados dos ECP's, quando são considerados principalmente os aspectos de produtividade e qualidade de grãos, selecionam-se as linhagens que deverão continuar sendo avaliadas em toda a região Nordeste e aquelas que, por algum motivo de adaptação específica, permanecerão apenas em um ou mais estados da região.

2.3. Ensaios comparativos avançados de linhagens (ECA)

Composto por, no máximo, 20 linhagens com quatro repetições por ensaio, os ECA's são instalados em um maior número de locais por estado dentro da Região Nordeste.

Paralelamente, as linhagens participantes dos ECA's continuam sendo avaliadas com relação à resistência à brusone (nos VNB's), à mancha-parda, mancha-dos-grãos e qualidade dos grãos. Todas essas avaliações, juntamente com testes apurados de cocção, fornecem informações que permitem a eliminação definitiva de algumas linhagens, bem como a seleção daquelas que merecem ser indicadas para cultivo como novas cultivares.

Em geral, uma linhagem permanece de dois a quatro anos nos ECA's antes de se decidir pela sua recomendação. Nesse período, a critério de cada instituição, as linhagens promissoras participam também de testes junto a produtores, em parcelas maiores, onde podem ser detectadas características não reveladas nos ECA's. As parcelas maiores são mais apropriadas para apresentação das novas linhagens aos agricultores, realizada normalmente em dias-de-campo. Concomitante, são feitas multiplicações de sementes básicas para se obter um estoque mínimo, visando a um provável lançamento da linhagem como nova cultivar. Tem-se, de maneira geral, optado pelo lançamento de cultivar que se adapte às condições de cultivo de toda a região Nordeste. Isto tem diminuído o problema de oferta de semente fiscalizada para plantio, motivado pelo maior interesse dos produtores de semente, em função de um mercado mais abrangedor onde possam vender o seu produto.

3. Resultados obtidos

Em 15 anos de programa, foram conduzidos 321 ensaios e avaliadas cerca de 1.884 linhagens. O lançamento de novas cultivares para plantio é o principal indicador da eficiência de um programa de melhoramento genético. Das doze cultivares de arroz irrigado recomendadas para plantio, no Nordeste do Brasil, seis (Metica 1, Moxotó, MG 1, São Francisco, Diamante e Taim) foram lançadas

com o advento da Comissão Técnica Regional de Arroz da Região III (CTArroz III) (Embrapa, 1994). Destas, a Metica 1, cuja principal característica a alta produtividade, foi plantada em toda a região Nordeste até meados da década de 90. A Diamante que, além da alta produtividade, apresenta grãos de excelente qualidade industrial e culinária, ocupa atualmente cerca de 70% da área plantada. Apesar das estiagens que vêm assolando o Nordeste, em 1997 os agricultores do perímetro irrigado de Icó-Lima Campos no Ceará colheram uma safra recorde de arroz com produtividade média acima de 7.000 kg/ha. Resultados semelhantes vêm sendo obtidos em outros estados. Estes aumentos em produtividade são devido principalmente à utilização da cultivar Diamante. Isto corrobora o trabalho de melhoramento que é conduzido de maneira cooperativa e integrada pelas várias instituições de pesquisa do Nordeste, em que lançamento de novas cultivares passa a ser o somatório do esforço de todos.

Verifica-se que nenhuma cultivar lançada diferiu significativamente em termos de produtividade de grãos da Metica 1 (Tabela 3), a primeira variedade recomendada para cultivo com o advento da CTArroz III. Os ganhos obtidos referem-se apenas à qualidade de grãos, em que a cultivar Diamante destaca-se por apresentar grão longo-fino, rendimento de grãos inteiros de 59,8%, significativamente diferente das demais, renda do benefício de 67,3%, baixa intensidade de centro branco e teor de amilose e temperatura de gelatinização intermediárias, o que faz com que os grãos, após o cozimento, fiquem soltos e macios. Estas duas últimas características diferenciam a Diamante da maioria das cultivares de arroz irrigado do Brasil, que possui alto teor de amilose e baixa temperatura de gelatinização.

4. Estratégias para o futuro

Existem fortes evidências de que os ganhos genéticos para produtividade em arroz irrigado ocorreram somente até o final da década de 80, enquanto se substituíam as cultivares tradicionais pelas de arquitetura considerada moderna, ou seja, de porte baixo, com folhas finas e eretas, perfilhadoras, com colmos fortes e resistentes ao acamamento (Carmona *et al.*, 1994). Breseghello (1995), avaliando o programa de melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil, notou que ocorreu ganho de produtividade de grãos de apenas 0,77%. Rangel *et al.*, (sd) ao analisarem o programa de melhoramento conduzido no Meio Norte do Brasil, detectaram um ganho médio por ciclo para produtividade de 0,5% e um ganho médio anual ainda menor, de 0,3%, ambos não significativos.

Esta situação vem se repetindo nos vários programas de melhoramento genético de arroz irrigado conduzidos no Brasil. Como exemplo, tem-se o ganho para produtividade em arroz irrigado obtidos por Silva (1996), no Espírito Santo, de 2,68%. Santos *et al* (1997) avaliando o programa de melhoramento de arroz irrigado de Minas Gerais de 1980/81 a 1995/96, fase posterior à substituição das cultivares tradicionais pelas modernas de porte baixo, obtiveram um ganho para produtividade de apenas 0,25%, não significativo.

Dois fatores podem estar concorrendo para isso: a priorização nos programas de melhoramento da qualidade de grãos, em detrimento da produtividade e o estreitamento excessivo da base genética das populações utilizadas na extração de linhagens superiores (Breseghello, 1995; Rangel *et al.*, 1996).

Até meados da década de 80, a qualidade dos grãos era uma característica varietal com baixa prioridade nos programas de melhoramento de arroz, principalmente para a região Nordeste, uma vez que os esforços estavam concentrados em aumentar a produtividade e o nível de resistência às pragas, doenças e outros estresses (Breseghello, 1995). Posteriormente, com o aumento da exigência do mercado consumidor por um produto de melhor qualidade, essa característica passou a ser decisiva na adoção de uma linhagem melhorada como uma cultivar comercial. Isto levou a um redirecionamento dos programas de melhoramento, que passaram a considerar a qualidade dos grãos como o principal objetivo de pesquisa, muitas vezes relegando produtividade a um plano inferior.

É provável que a reduzida base genética das populações utilizadas nos programas de melhoramento vem contribuindo para o estabelecimento de baixos patamares de produtividade. Breseghello (1995), estudando a base genética das linhagens avaliadas na região Nordeste, de 1984 a 1993, verificou que oito ancestrais são responsáveis por 65% do conjunto gênico (Figura 5). Resultado semelhante foi obtido por Rangel *et al.*, (1996) ao avaliar a base genética das cultivares de arroz irrigado do Brasil. A principal consequência da limitação da diversidade genética é a redução das possibilidades de ganhos adicionais na seleção, uma vez que o melhorista passa a manejar um conjunto gênico de tamanho limitado.

A ampliação da base genética das populações utilizadas no melhoramento do arroz irrigado tem sido buscada nas cultivares tradicionais de arroz coletadas em vários estados do Brasil. A introgressão de genes da espécie silvestre *Oryza glumaepatula*, coletada nas bacias dos rios Negro e Solimões e no Pantanal Matogrossense, em linhagens elites de *Oryza sativa*, monitorando o processo através de marcadores moleculares e mapas genéticos, têm sido outra estratégia utilizada na ampliação da base genética.

Sendo a produtividade de grãos um caráter quantitativo, governado por um grande número de genes menores, a probabilidade de se encontrar um indivíduo, em qualquer geração segregante, que contenha todos os alelos favoráveis, é muito pequena e esta probabilidade diminui à medida que se aumenta a geração em consideração. Esses alelos geralmente estão dispersos nas famílias sob avaliação. Selecionando-se os indivíduos superiores dentro de populações geneticamente divergentes e intercruzando-os, aumenta-se a frequência dos alelos favoráveis na nova população e, com isso, obtém-se maiores chances de encontrar indivíduos com todos os alelos favoráveis. Esse é o fundamento básico da seleção recorrente, hoje considerada como a melhor alternativa para se obter ganhos em características quantitativas, como a produtividade, no programa de melhoramento genético do arroz de várzea (Rangel & Neves, 1997).

O programa de seleção recorrente é conduzido em parceria com várias instituições do Brasil e hoje dispõe de cinco populações, CNA 11 e CNA-IRAT P trabalhadas na região Sul (Rio Grande do Sul e Santa Catarina) e as populações CNA-IRAT 4, CNA 1 e CNA 5 que são trabalhadas nas outras regiões do Brasil. Aos poucos, estas populações estão substituindo os cruzamentos convencionais como base para extração de linhagens e atualmente já contribuem com cerca de 80% das famílias das gerações iniciais (F₂ e F₃), 40% das linhagens dos ensaios de observação e 15% das linhagens dos ensaios preliminares de rendimento (Morais & Rangel, 1997).

5. Conclusões

a) O lançamento de cultivares de alta produtividade e com grãos de boas qualidades industriais e culinárias corroboram a estratégia adotada na região Nordeste, como em todo o País, em desenvolver um programa cooperativo de melhoramento de arroz que permita utilizar procedimentos seletivos baseados em informações compartilhadas por um grupo de pesquisadores que exploram áreas com certo grau de similaridade.

b) A inexistência de ganhos para produtividade de grãos leva à necessidade de se adotar novas estratégias nos programas de melhoramento genético não só da região Nordeste como de todo o Brasil.

6. Referências bibliográficas

- CARMONA, P.S.; TERRES, A .L.S.; SCHIOCCHET, M. Avaliação crítica dos projetos do PNP-Arroz na área de melhoramento genético, no período de 1980 a 1990: Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ., 4. 1990, Goiânia. **À pesquisa de arroz nos anos 80: avaliação crítica dos principais resultados.** Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1994. p. 269-285. (EMBRAPA. CNPAF. Documentos, 40).
- BRESEGHELLO, F. **Ganhos para produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil.** Goiânia: UFG, 1995. 93p. Dissertação Mestrado.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Programa Nacional de Avaliação de Linhagens.** Goiânia, 1994. 19p. (EMBRAPA – CNPAF. Documentos, 19).
- FEDERER, W.T. Augmented (or hoonuiaku) desingns. Hawaiian. Planters, Record, v.55, p. 191-208, 1956.
- MAFFEI, E.; SOUZA, H.R. de. **Emprego e renda na agricultura irrigada: o caso do arroz no Baixo Parnaíba e Baixo São Francisco.** Brasília: PRONI, 1988. 162p.
- MORAIS, O. P.; RANGEL, P.H.N. Melhoramento de arroz no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMNETO DE PLANTAS, 1997, Lavras, MG. **Anais...**, Lavras: UFLA/GEN, 1997. p.149-166.
- RANGEL, P.H.N. Desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado para o Estado do Tocantins. *Lavoura Arrozeira*, Porto alegre, v. 48, n. 424, p. 11-13, 1995.
- RANGEL, P.H.N.; GUIMARÃES, E.P.; NEVES, P.C.F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.5, p. 349-347, 1996.
- RANGEL, P. H. N.; NEVES, P. C. F. Selecion recurrente aplicada al arroz de riego en Brasil. In: GUIMARÃES, E. P., ed. *Selección recurrente en arroz*. Cali: CIAT, 1997. p. 79-97. (CIAT.. Publicación, 267).
- RANGEL, P.H.N.; PEREIRA, J.A .; MORAIS, O .P.; GUIMARÃES, E.P.; YOKOKURA, T. Progressos no melhoramneto genético do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado no Meio Norte do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. No prelo.
- SANTOS, P.G.; SOARES, P.C.; SOARES, A .A .; MORAIS, O .P.; CORNÉLIO, V.M. de O . Estimativas do progresso genético do programa de arroz irrigado desenvolvido em Minas Gerais no período de 1974 a 1996. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC.

- Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 27-30.
- SANTOS, F.J.; GRANGEIRO, R. de S.B.; SANTOS, A .B. **METICA 1** : nova cultivar de arroz irrigado para o Estado do Ceará. Fortaleza: EPACE, 1993. 4p.
- SANTOS, R.R.S.; YOKOKURA, T. **Diagnóstico da cultura do arroz irrigado na Baixada Maranhense**. São Luiz: EMAPA,1993. 12p.
- SILVA, A .F. **Contribuição do melhoramento genético do arroz irrigado por inundação para rendimento de grãos, no período de 1983/84 a 1994/95, no Estado do Espírito Santo**. Lavras, UFLA, 1996. 108 p. Tese Doutorado

Tabela 1 - Área, produção e produtividade do arroz de terras altas e de várzeas do Brasil.

ECOSSISTEMA	ÁREA (1.000 ha)	PRODUÇÃO (1.000 t)	PRODUTIVIDADE (t/ha)
TERRAS ALTAS	2.373 (69%)	3.444 (38%)	1,4
VÁRZEAS	1.084 (31%)	5.5.11 (62%)	5,1
TOTAL	3.457	8.955	

^{1/}Dados da safra 1996/97

Tabela 2 - Dados de área plantada, produtividade e produção dos principais estados produtores de arroz irrigado da região Nordeste.

ESTADOS	ÁREA (ha)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)	PRODUÇÃO (t)
MARANHÃO ¹	3.512	3.000	10.536
PIAUÍ ¹	10.682	4.000	42.728
CEARÁ ²	21.069	5.189	109.320
PARAÍBA ²	1.362	5.000	6.810
PERNAMBUCO ³	6.000	5.500	33.000
ALAGOAS ⁴	3.882	4.500	17.469
SERGIPE ⁴	5.118	4.000	20.472
TOTAL	51.624	4.455	240.365

Fonte: Dados fornecidos pela Embrapa Meio Norte¹; DNOCS²; IPA³; Embrapa Tabuleiros Costeiros⁴.

Tabela 3 - Estimativas de médias de produtividade de grãos (PROD), rendimento de grãos inteiros (RI) e total (RT), classe de grãos (CG), centro branco (CB), temperatura de gelatinização (TG) e teor de amilose (TA) das testemunhas e das cultivares lançadas para plantio no Nordeste do Brasil.

Cultivares	PROD (kg/ha)	RI %	RT %	CG (1 a 5)	CB (1 a 5)	TG (1 a 7)	TA %
Cica 8	6824	54,5	66,1	3,1	2,7	6,1	28,1
Metica 1	7028	51,9	64,4	4,0	2,8	2,7	28,2
Cica 9	6468 *	47,8	65,7	-	2,4	-	-
Moxotó	6958	58,8	65,0	3,2	2,7	4,7 *	28,7
MG 1	6628	55,9	63,9	-	3,2	-	-
São Francisco	6742	50,5	63,7	2,9	2,1	4,5 *	28,7
Diamante	6695	59,8 *	67,3	2,6	2,6	4,6 *	23,2
Taim	6636	56,1	67,8	2,8	3,5	2,3	26,0
CV%	15,4	8,3	2,6	10,7	9,4	5,2	5,6

* Diferem significativamente da testemunha Metica 1, pelo teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 1- Principais pólos de produção de arroz de várzea.

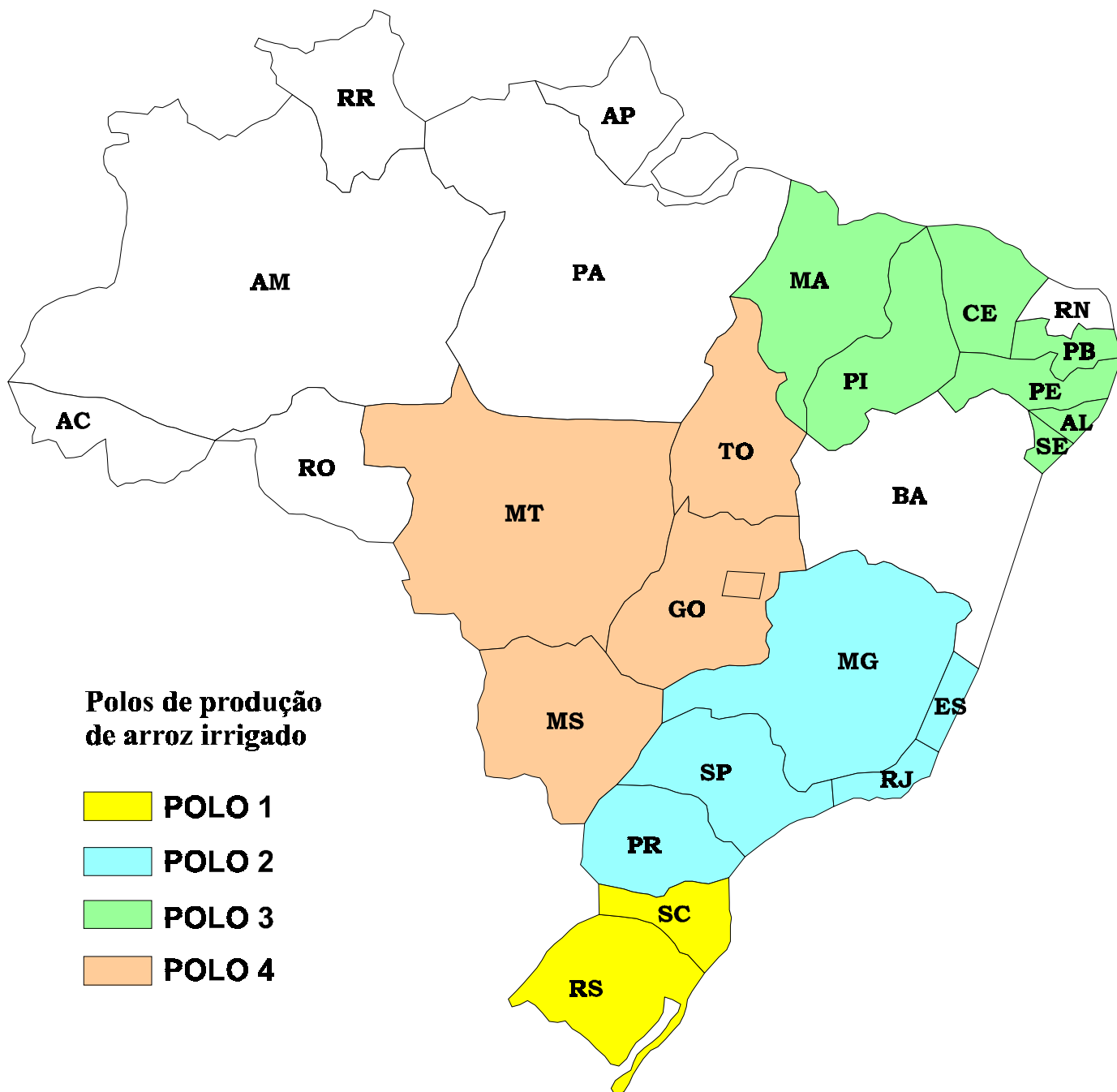


Figura 2. Área (1000 ha) das principais regiões produtoras de arroz de várzea.

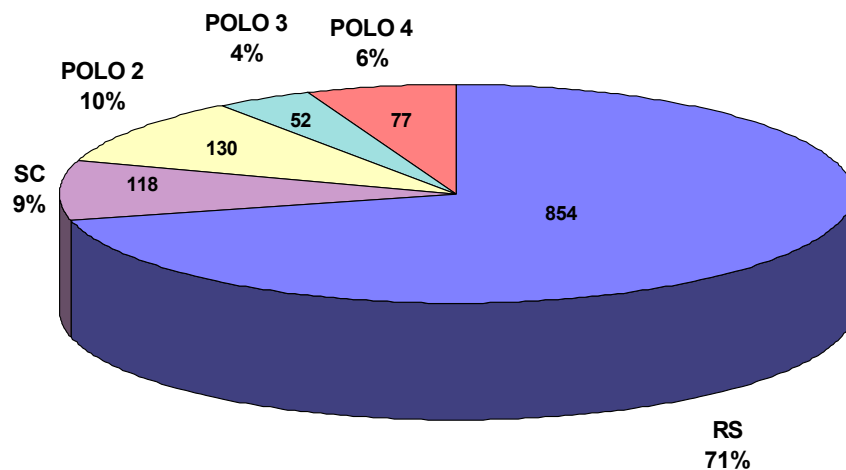


Figura 3. Produção (1000 t) das principais regiões produtoras de arroz de várzea.

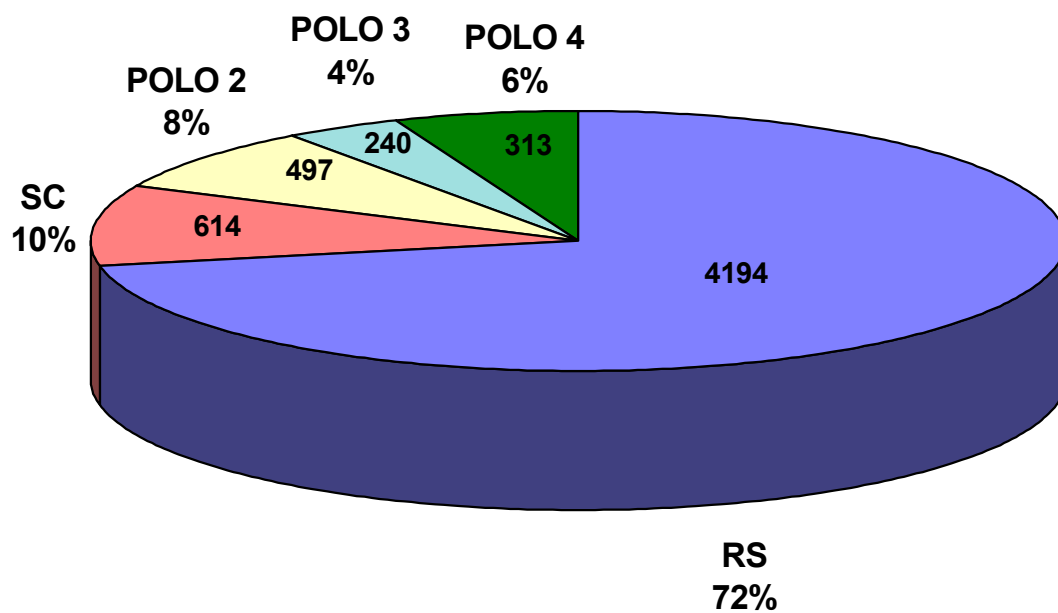


Figura 4 - As Comissões Técnicas Regionais de Arroz

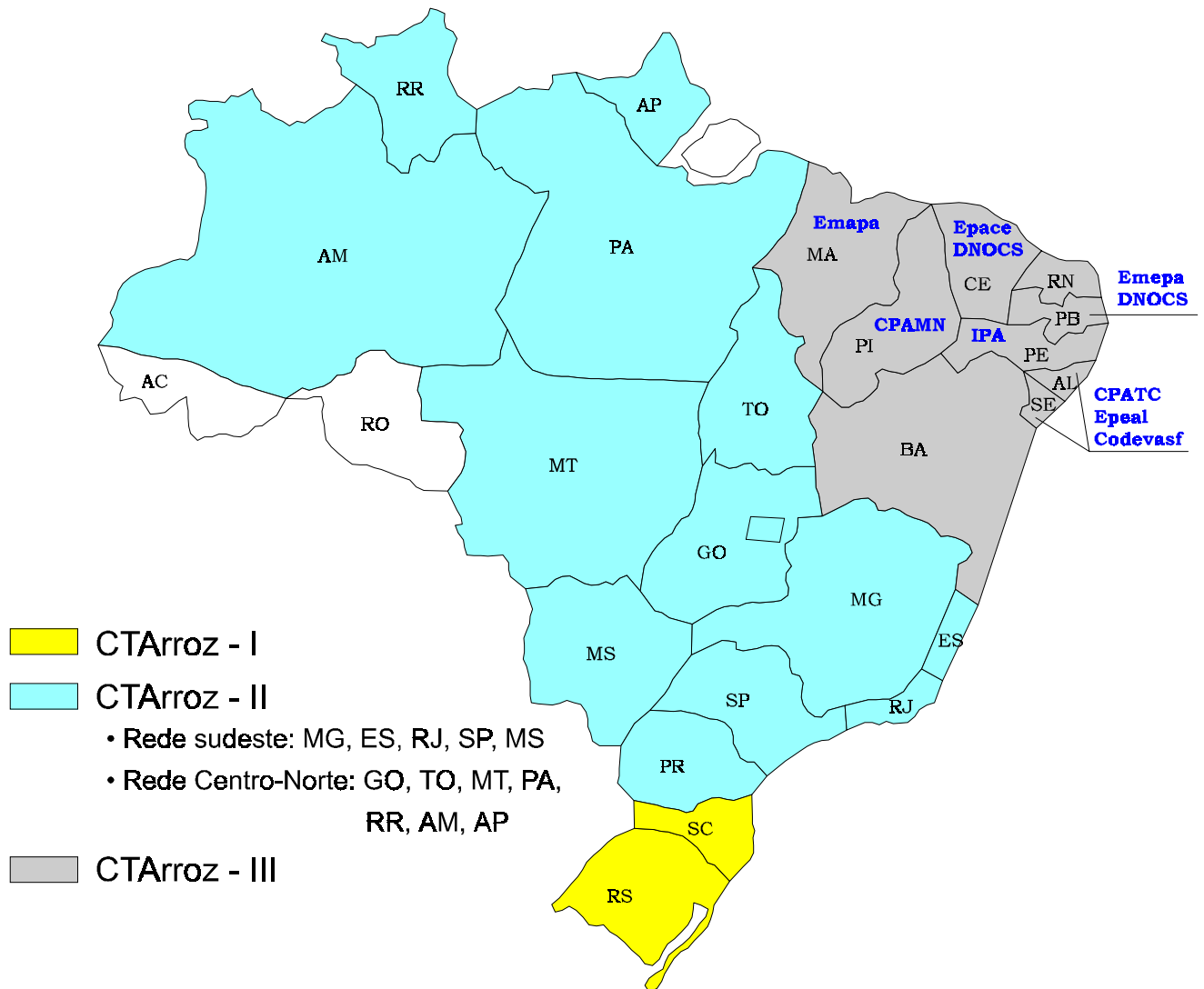


FIGURA 5. Contribuição relativa dos oito principais ancestrais para a formação da base genética das linhagens avaliadas na Região Nordeste de 1984 a 1993

