

MELHORAMENTO GENÉTICO VOLTADO PARA A CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO

Orlando Peixoto de Morais ¹
Evaldo Pacheco Sant'Ana ¹
Marc Chatel ¹
Anne Sitarama Prabhu ² Δ
Emilio de Maio de Castro ¹

1. Introdução

No melhoramento genético do arroz de sequeiro procura-se criar cultivares capazes de possibilitar bons rendimentos em lavouras cuja única fonte de umidade é a precipitação pluvial. O sucesso dessa tarefa depende da caracterização dos ambientes, em que as novas cultivares irão ser semeadas, e do estabelecimento do modelo de planta com características morfológicas e fisiológicas que influenciam o desempenho do arroz nos ambientes considerados.

Segundo DONALD (1968), até cerca de uma década e meia atrás os programas de melhoramento de plantas contemplavam dois grandes objetivos gerais: aumento de produção e eliminação de defeitos. No primeiro caso, procurava-se desenvolver cultivares mais produtivas, sem se preocupar com as causas da baixa produtividade. No segundo, visava-se a eliminar os defeitos que prejudicavam o desempenho das cultivares ou das linhagens em avaliação, como incorporação de resistência em cultivares susceptíveis a doenças ou insetos, qualidade de grão nas que os tinham deficientes, precocidade nas muito tardias e maior perfilhamento nas que perfilhavam pouco, etc.

O melhoramento para plantas modelos, apesar de ter sido considerado uma nova filosofia de trabalho, não passa do tradicional melhoramento para eliminação de defeitos, aqui, porém, considerados em conjunto. A preocupação passa a ser a da correção de vários defeitos, desenvolvendo caracteres que se pressupõem vantajosos

¹ Melhoramento de Arroz — CNPAF/EMBRAPA — Goiânia — GO.

² Fitopatologia — CNPAF/EMBRAPA — Goiânia — GO.

para o desempenho geral da planta, inclusive a produção. O que deve ser considerado idéia nova é a proposta de um melhoramento enriquecido por um melhor conhecimento das características da planta, especialmente a fisiologia, integrada e considerada como a causa de maior produtividade (CASTRO, 1982).

2. Caracterização dos Ambientes

2.1. Clima

A cultura do arroz de sequeiro, além de apresentar menor rendimento médio que os demais sistemas de produção (várzea e irrigado), caracteriza-se pela maior oscilação desse parâmetro, ao longo dos anos, conforme revelam as diferenças entre coeficiente de variação da produtividade do arroz, nos Estados em que predomina o arroz de sequeiro, e o dos outros Estados, durante o período de 1970/1980 (Tabela 1). Essa diferença na estabilidade do rendimento é atribuída a deficiência hídrica no arroz de sequeiro, durante os veranicos, cuja duração varia de um ano para outro. De acordo com dados do Banco Central do Brasil, o arroz é a segunda cultura de maior risco no país, superada apenas pelo trigo. O veranico, no arroz, é responsável por mais de 80% dos casos do PROAGRO (EMBRAPA, 1981).

TABELA 1 — Rendimento médio e coeficiente de variação do rendimento do arroz nos Estados em que predominam o arroz de sequeiro e nos demais. Período de 1970/80.

Estados	Rendimento médio (kg/ha)	Coefficiente de Variação (%)
Rondônia	1643	3,9
Maranhão	1356	7,0
Minas Gerais	1086	17,1
São Paulo	1144	22,3
Paraná	1295	33,5
Mato Grosso do Sul	1176	29,9
Mato Grosso	1529	15,5
Goiás	1056	18,5
Média	1193	10,7
Demais Estados	2450	4,7

Fonte: EMBRAPA, 1982.

Estudos conduzidos no CNPAF mostram que 10 dias de deficiência hídrica, durante a fase mais sensível da cultura, causam decréscimo no rendimento superior a 40%. De acordo com a EMBRAPA (1982), três fatores principais, relacionados com o veranico, aumentam o estresse hídrico, permitem que estiagens relativamente curtas produzam grande efeito negativo no rendimento do arroz:

a) Alta demanda evapotranspirativa. As condições de ambientes durante o veranico são marcadas por alta radiação solar, baixa umidade relativa do ar e alta temperatura que induzem elevada evapotranspiração.

b) Baixa capacidade de retenção de umidade do solo. Na área dos cerrados, onde se concentra grande parte das lavouras de arroz de sequeiro, a maioria dos solos é Latossolo Vermelho-Amarelo ou Latossolo Vermelho-Escuro, em que 2/3 ou mais da água disponível pode ser removida por tensão entre 1/10 a 1 bar, independentemente da textura superficial do solo. Estes solos, em termos de retenção de água, comportam-se como arenosos, a despeito de seu elevado teor de argila (LOPES, 1977).

c) Toxicidade de alumínio. Os solos de cerrado apresentam baixa capacidade de troca de cátions, com elevada acidez e saturação de alumínio. Durante o veranico, o limitado sistema radicular, causado pela toxidez de alumínio, reduz a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas, das camadas mais profundas do solo.

O veranico exerce, também efeitos indiretos, depressivos, sobre a produtividade do arroz de sequeiro. O alto risco que ocasiona à cultura induz ao emprego de baixos níveis de insumos e a utilização de práticas culturais que não favorecem altos rendimentos, como o largo espaçamento normalmente empregado, o qual não seria utilizado caso não houvesse esta deficiência hídrica. O veranico favorece também a incidência de brusone, pois, durante os períodos de estiagem, a menor nebulosidade e a menor umidade do solo, provoca maior queda da temperatura noturna e intensa deposição de orvalho nas folhas do arroz, favorecendo, assim, o rápido desenvolvimento da brusone (PRABHU, 1980).

Entre as regiões produtoras de arroz de sequeiro, nota-se grande diferença na quantidade e na distribuição da precipitação pluvial, durante o período de cultivo. A regionalização do país, quanto à intensidade de chuvas anuais é mostrada na Figura 1, e, a título de explicação, a distribuição pluvial em Conceição do Araguaia (PA), Goiânia (GO), Aquidauana (MS) e Guarapuava (PR) pode ser visualizada pelas Figuras 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Estas Figuras dão a probabilidade de ocorrência de mais de 50 mm de chuva por decêndio, durante o período chuvoso, e mostram as diferenças entre as

localidades. Assumindo que uma probabilidade de 67% de ocorrência de chuvas superiores a 50 mm/decêndio constitui um limite aceitável de risco climático para o arroz de sequeiro, verifica-se que Conceição do Araguaia e Goiânia devem ser mais favoráveis ao cultivo do arroz do que Aquidauana e Guarapuava. Informações preliminares de fazendeiros, extensionistas e pesquisadores indicam que, em algumas áreas do Maranhão (Pré-Amazônica), sul do Pará, norte do Mato Grosso, Rondônia e Acre, a distribuição de chuvas é ainda mais regular do que em Goiânia e Conceição do Araguaia (EMBRAPA, 1982).

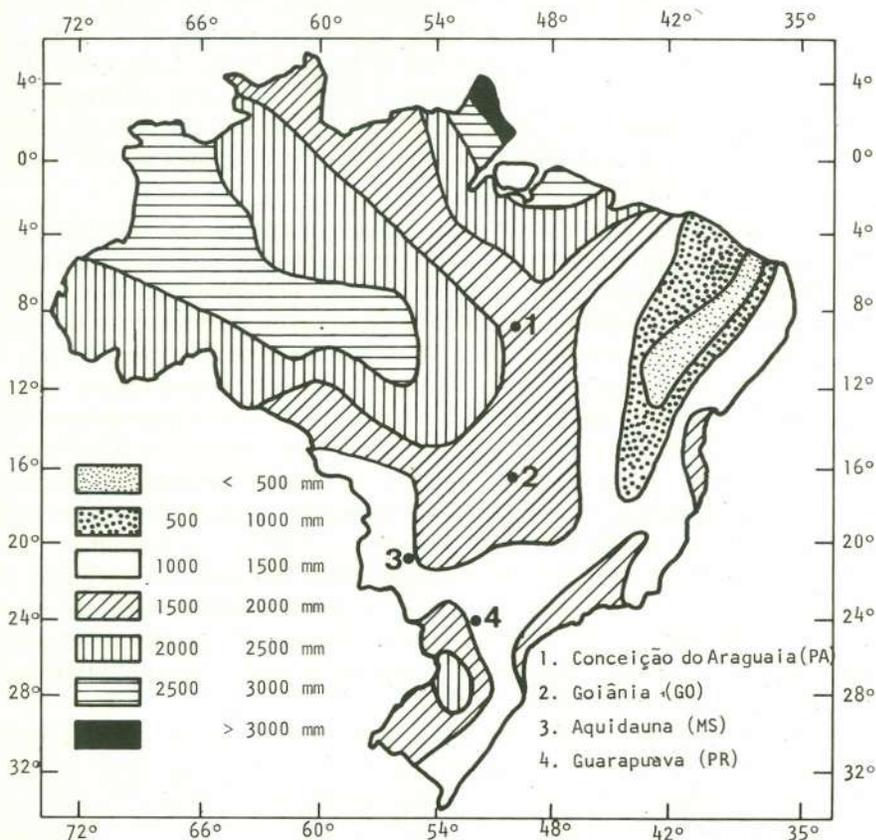


FIGURA 1 — Precipitação pluvial anual no Brasil e localização de quatro locais selecionados.

FONTE: EMBRAPA (1982).

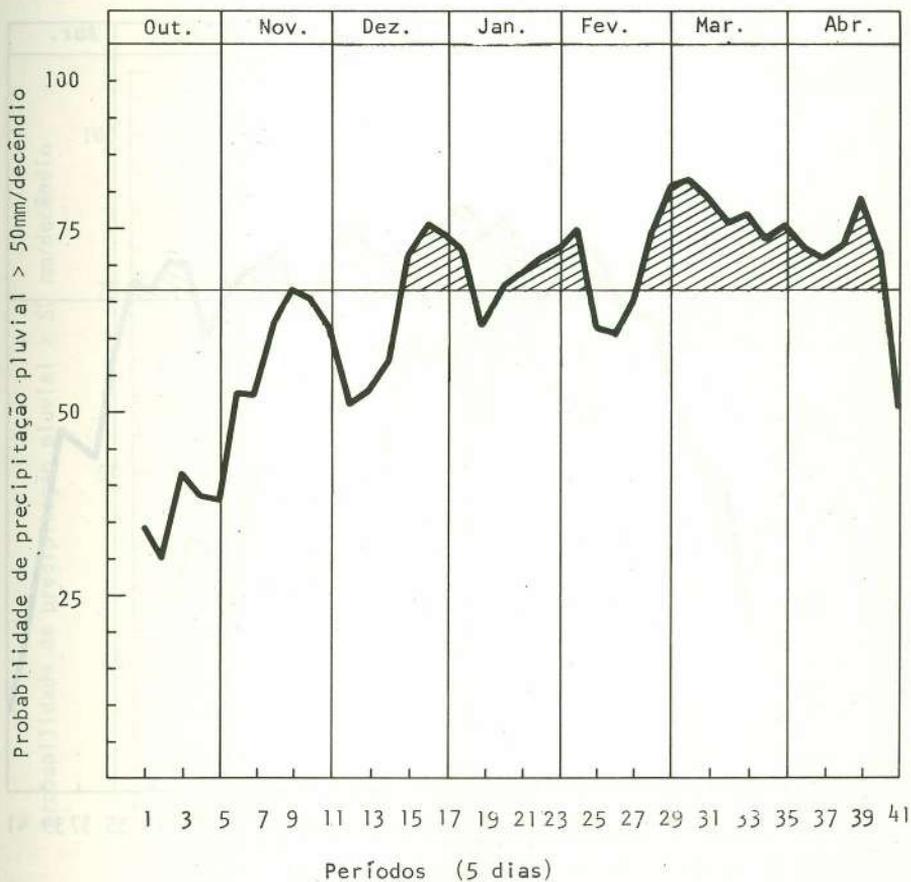


FIGURA 2 — Probabilidade de precipitação pluvial superior a 50 mm/decêndio, durante a estação chuvosa, para Conceição do Araguaia — PA. (Dados de 27 anos).

FONTE: EMBRAPA (1982).

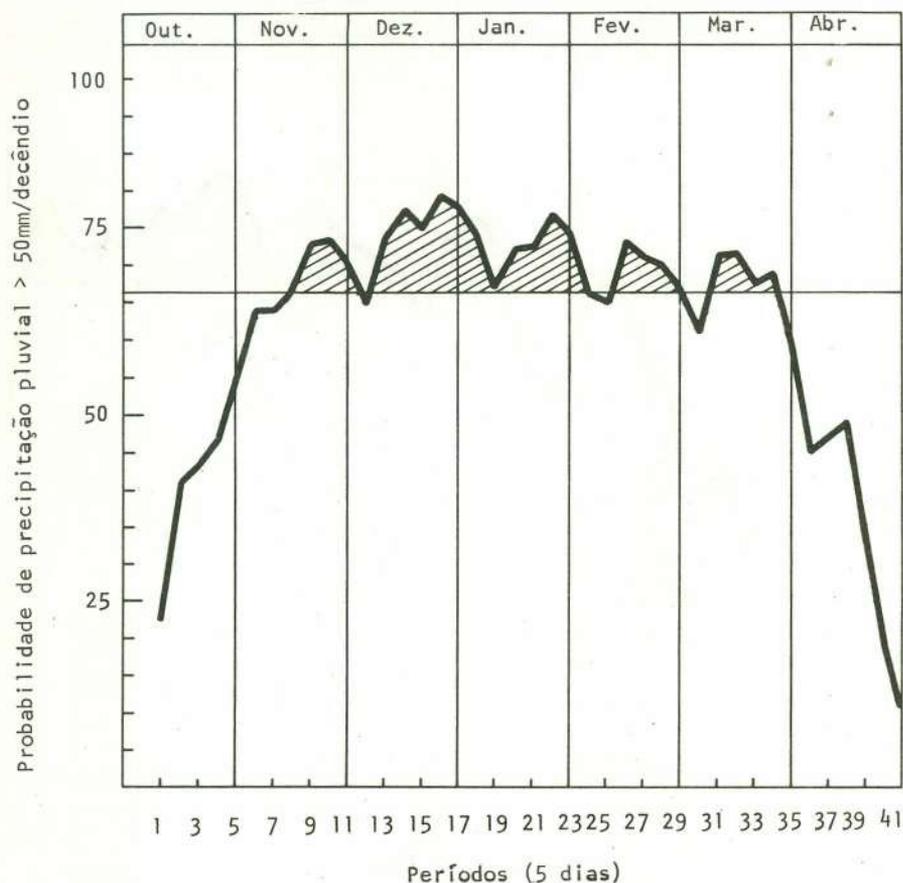


FIGURA 3 — Probabilidade de precipitação pluvial superior a 50 mm/decênio, durante a estação chuvosa em Goiânia — GO. (Dados de 27 anos).

FONTE: EMBRAPA (1982).

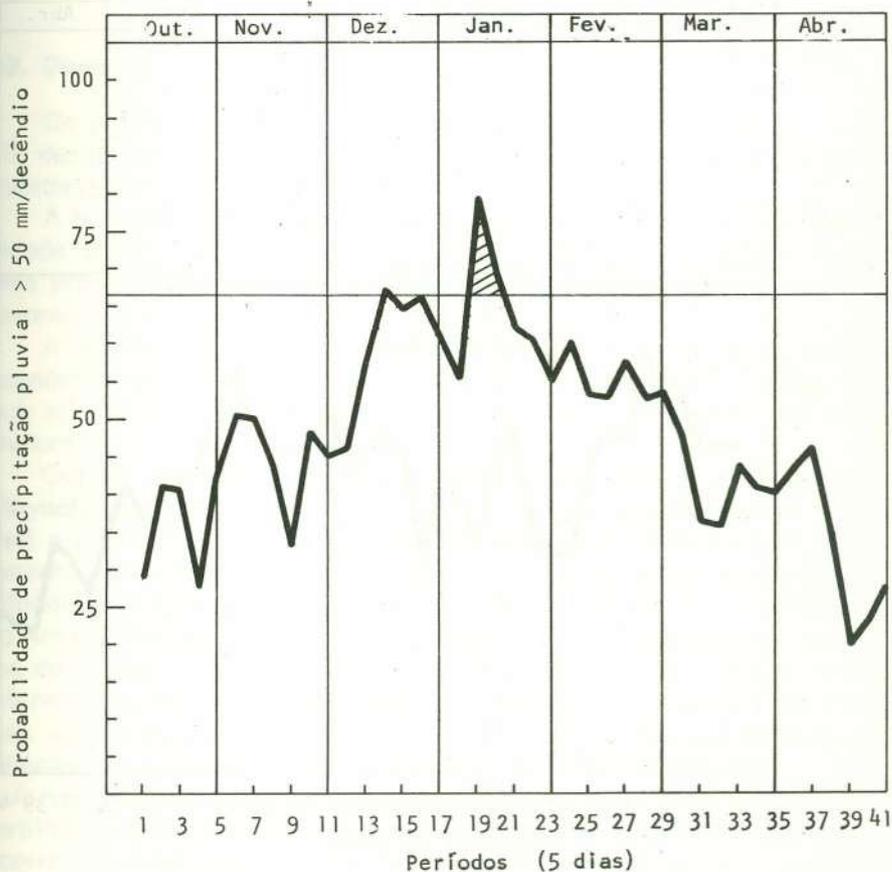


FIGURA 4 — Probabilidade de precipitação pluvial superior a 50 mm/decênio, durante a estação chuvosa, em Aquidauana — MS. (Dados de 28 anos).

FONTE: EMBRAPA (1982).

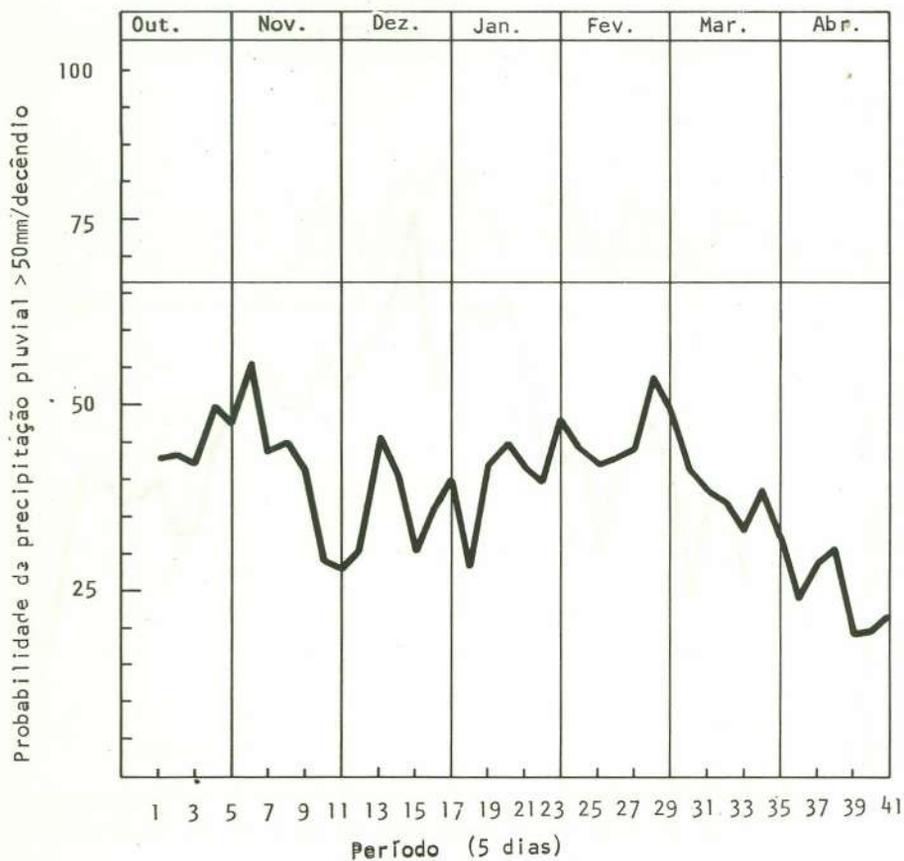


FIGURA 5 — Probabilidade de precipitação pluvial superior a 50 mm/decênio, durante a estação chuvosa, em Guarapuava — MS. (Dados de 28 anos).

FONTE: EMBRAPA (1982).

Diante da necessidade de melhor direcionar os objetivos das pesquisas com arroz, consoante as necessidades de cada região, e da existência de áreas em que o arroz de sequeiro está sujeito a maiores ou menores riscos climáticos, o atual programa de melhoramento de arroz de sequeiro do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, desdobrou-se em dois sub-programas, para atender as prioridades de pesquisas para as áreas favorecidas e desfavorecidas.

2.2. Doenças

De acordo com EMBRAPA (1982), já foram registradas, no Brasil, dezesseis doenças do arroz de sequeiro, causadas por fungos (quatorze) ou nematóides (duas).

A brusone (***Pyricularia oryzae***) ocorre todos os anos, com intensidade variável e é considerada um dos fatores mais limitantes a uma produção do arroz de sequeiro, principalmente nas áreas desfavorecidas.

A queima das glumas (***Phoma sorghina***) assumiu importância econômica nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, em 1979/80, quando reduziu significativamente a produção das lavouras.

Outras doenças geralmente observadas são a escaldadura (***Rhynchosporium oryzae***), a mancha parda (***Helminthosporium oryzae***) e a mancha estreita (***Cercospora oryzae***). A primeira tem sido recentemente registrada em todos os Estados do Brasil, sendo mais difundida no Pará, Amazonas, Acre, Rondônia, Maranhão e Território do Amapá. No Brasil Central, a escaldadura é mais comum em lavouras de primeiro ano, logo após a abertura do cerrado. Não se têm informações de perdas causadas por essa doença, mas nos programas atuais de melhoramento, ela tem sido considerada durante a seleção.

A mancha parda é mais prejudicial ao arroz em solos pobres de fertilidade, principalmente da Região Norte. A mancha estreita é de ocorrência esporádica e não afeta significativamente a produção. Em 1981, todavia, ocorreu uma epifítia que causou perdas consideráveis em Roraima.

2.3. Solo

Embora os solos em que se cultiva o arroz de sequeiro tenham características físicas que facilitam o seu preparo e o desenvolvi-

mento das plantas (sua friabilidade, porosidade, permeabilidade e profundidade favorecem o crescimento radicular), possuem baixa capacidade de retenção de água, favorecendo os efeitos prejudiciais dos veranicos.

Quanto à fertilidade, classificam-se, em geral como solos pobres, deficientes em N, P, K, S, Zn, Ca e Mg, e com alta saturação de alumínio. Caracterizam-se também pela baixa capacidade de troca de cátions e alta capacidade de fixação de fósforo que, aliada à baixa disponibilidade desse nutriente, pode ser considerada um dos fatores do solo mais limitantes ao desenvolvimento do arroz (EMBRAPA, 1982).

Nas áreas favorecidas, onde diminui a participação dos cerrados na produção do arroz, utilizam-se com frequência solos mais férteis, pelo menos inicialmente. Nesse caso, após o desmatamento, planta-se o arroz por dois a três anos consecutivos, até que a fertilidade reduza para níveis inadequados à cultura do arroz. Desmata-se nova área e a anterior, geralmente, é transformada em pastagem.

2.4. Pragas

Estima-se que as pragas causam uma redução de aproximadamente 29% na produção de arroz na Região Centro-Oeste, durante o ciclo da cultura. As espécies **Elasmopalpus lignosellus**, **Deois flavopicta**, entre outras, são capazes de grandes danos. A primeira é usualmente mais prejudicial nos períodos secos e a segunda, nos períodos chuvosos. No Pará e no Maranhão, os besouros **Oediopalpa guerini** e **Oediopalpa sternalis** têm sido considerados pragas importantes (EMBRAPA, 1982).

CAMPOS (1982) relaciona a broca-do-colo (**Elasmopalpus lignosellus**), o percevejo-marrom (**Tibraca limbativentris**), a broca-do-colmo (**Diatraea sacharalis**) e o percevejo-sugador (**Debalus poecilus**) como as pragas mais importantes, a nível de lavoura, no Estado do Acre.

2.5. Plantas Daninhas

Nas áreas de arroz de sequeiro, tem-se observado que, nos dois primeiros anos de cultivo, a população de plantas daninhas é baixa, e o efeito de sua competição com o arroz não constitui um problema limitante. Do terceiro ano em diante, a população de invasoras torna-se, gradualmente maior, exigindo métodos de controle adequados,

pois podem ocasionar perdas na produtividade superiores a 50%, nos anos de boa distribuição de chuvas, e superior a 70%, quando ocorrem veranicos durante o cultivo (EMBRAPA, 1982).

Nas áreas favorecidas, as plantas daninhas constituem problemas graves, a partir do segundo ano. A precipitação pluvial intensa dificulta todos os meios de controle, particularmente os mecânicos, e período chuvoso prolongado, aliado a altas temperaturas durante todo o ano, permite que as invasoras cresçam e se multipliquem rapidamente.

3. Características da Planta

3.1. Para Áreas Desfavorecidas

Em relação às cultivares atualmente recomendadas para essas áreas, as novas cultivares deverão apresentar maior tolerância à seca, maior resistência à brusone e à mancha dos grãos, e menor porte, para reduzir o acamamento nos solos mais férteis.

3.1.1. Resistência à seca

Apesar do antigo reconhecimento da importância da resistência do arroz à seca, só recentemente é que a investigação das suas causas se intensificaram (JENNINGS et alii, 1979).

CHANG et alii (1981) afirmam que a resistência à seca e a recuperação dos efeitos causados pelos déficits hídricos constituem elos essenciais no complexo processo de produção do arroz de sequeiro e citam informações de IRRI (1971), CHANG et alii (1972) e LORESTO et alii (1976), acerca da existência de uma correlação negativa entre essas duas características nas cultivares de arroz. Argumentam que, para se conseguirem cultivares mais produtivas e estáveis, os programas de melhoramento de arroz de sequeiro devem considerar a necessidade de incorporar os componentes resistência à seca e capacidade de recuperação dos déficits hídricos em um mesmo material. Ainda segundo esses autores, um alto nível de resistência de campo à seca estaria associado com baixo perfilhamento, alta estatura da planta, raízes grossas e profundas, grande plasticidade no enrolamento e desenrolamento das folhas, desenvolvimento e exercício completa da panícula e formação ininterrupta de grãos sob estresse hídrico. Esse conjunto de características é geralmente encontrado em cultivares tradicionais de arroz de sequeiro.

A capacidade de recuperação das plantas dos efeitos da seca

associa-se com bom perfilhamento, baixa plasticidade no enrolamento e desenrolamento das folhas, tolerância à dessecação, atraso na emissão das panículas e decréscimo no tamanho e no peso dos grãos sob déficits hídricos. Tais manifestações são comuns em cultivares tradicionais de várzeas e nas semi-anãs de alto rendimento (CHANG et alii, 1981).

Diversos autores consideram o estágio reprodutivo como o mais sensível à deficiência hídrica (Boyer e McPherson, 1976; Salter e Goode, 1967; Bigg e Turner, 1976; citados por PINHEIRO et alii, s.d.). Para o caso do arroz, sabe-se que a meiose, durante a esporogênese, e a antese são as fases mais críticas do estágio reprodutivo (NAGATO, 1948; MATSUSHIMA, 1968).

No Brasil, a perda de rendimento da cultura do arroz de sequeiro, como efeito da seca, é mais freqüente durante a fase reprodutiva. Nesse caso, o componente resistência à seca parece mais importante que a capacidade de recuperação do estresse hídrico.

A resistência à seca é conferida por mecanismos que possibilitem a planta manter, nas folhas, um potencial de água favorável, durante os estresses hídricos. Para isso a planta precisa perder menos água e ser eficiente em absorvê-la do solo, em maior profundidade. Entre as características da planta de arroz, que favorecem a resistência à seca, incluem-se a profundidade do sistema radicular, a espessura das raízes, o perfilhamento e o índice de área foliar.

3.1.2. Profundidade do sistema radicular

Um sistema radicular mais profundo possibilita à planta evitar o estresse hídrico, pela absorção de água do solo que não seria utilizada por raízes superficiais. Faculta-lhe também absorver nutrientes das camadas mais profundas do solo (YOSHIDA, 1981). Alguns experimentos conduzidos pelo IRAT (1980) mostram, entretanto, que a massa total das raízes profundas constitui um parâmetro mais importante para a resistência à seca do que o comprimento máximo das raízes.

3.1.3. Espessura das raízes

Em um estudo realizado pelo IITA (1981), em quatro níveis de umidade do solo, constatou-se que as cultivares mais produtivas, em condições de seca, tinham, geralmente, raízes mais grossas. E YOSHIDA (1981) informa que alta proporção de raízes grossas freqüentemente está associada com a penetração profunda do sistema radicular.

3.1.4. Perfilamento

O perfilamento é uma característica que está intimamente relacionada com o hábito do sistema radicular. Uma planta pouco perfilhadora tende a ter um sistema radicular profundo. Em ambientes onde a seca constitui fator limitante da produção de arroz, não somente a deficiência hídrica *per si* limita o rendimento, mas os baixos níveis de insumos empregados impõem uma limitação ao aumento da produtividade. Nestas condições, as metas do melhoramento quanto à produtividade poder-se-ia situar em níveis mais moderados, como 3 a 4 t/ha, quando baixo perfilamento não constitui fator impeditivo (YOSHIDA, 1981). Dados obtidos por PINHEIRO (sd) mostram uma correlação de pequena magnitude ($r = 0,202$) entre número de panículas (indicativo do perfilamento) e produção, em condições de deficiência hídrica, indicando pouca relevância do perfilamento na determinação da produtividade do arroz de sequeiro. O efeito negativo do menor perfilamento sobre a produção pode ser compensado pelo aumento do tamanho das panículas facilitado pela forte correlação negativa existente entre esses dois componentes do rendimento (JENNINGS et alii, 1979). CHANG et alii (1981), consideram conveniente um perfilamento moderado e plástico, que permita melhor uso da umidade extra nos anos de melhor precipitação pluvial. Deve-se considerar, entretanto, que, quando a deficiência hídrica ocorre na fase reprodutiva, o maior perfilamento pode expor a cultura a situações mais críticas de estresse hídrico. Talvez seja conveniente aliar a capacidade de resposta do perfilamento à maior disponibilidade de umidade com o fato precocidade, pois cultivares de ciclo curto tendem a escapar dos veranicos, durante a fase reprodutiva (GUIMARÃES, 1982).

3.1.5. Altura

Embora as cultivares tradicionais de arroz de sequeiro tenham porte alto e sistema radicular bem desenvolvido, não há, na espécie, uma relação entre altura de planta e profundidade das raízes (YOSHIDA, 1981). Considera-se o porte intermediário como o mais adequado para as condições de sequeiro (CHANG et alii, 1981; JENNINGS et alii, 1979; IITA, 1981). As plantas de porte intermediário oferecem maior resistência ao acamamento do que as altas, e uma maior capacidade competitiva com as ervas daninhas, do que as baixas.

3.1.6. Características foliares

CHANG et alii (1981) consideram mais adequadas, para o cultivo

em sequeiro, as cultivares de folhas moderadamente longas e decumbentes, por serem mais plásticas quanto à capacidade de enrolamento, auxiliando na conservação de maior conteúdo de água nos tecidos da planta, além de possibilitar ao arroz maior capacidade competitiva com as ervas daninhas. O IITA (1981) prefere as folhas superiores eretas, para maior eficiência no uso da radiação solar, conservando as folhas inferiores decumbentes, para facilitar a competição com as invasoras. PINHEIRO (sd) encontrou correlações negativas entre rendimento e ângulo da folha bandeira e da segunda folha, em condições de deficiência hídrica. Quanto a dimensão foliar, a autora constatou associações positivas e significativas da produção com o comprimento e a largura da folha bandeira, mas os coeficientes foram de pequena magnitude (0,340 e 0,204, respectivamente).

3.1.7. Ciclo

Para o cultivo de sequeiro, em condições desfavoráveis, preferem-se as cultivares precoces, porque permanecem menos tempo no campo e, por isso, correm menor risco de sofrerem deficiência hídrica (GUIMARÃES, 1982). Segundo CHANG et alii (1981), o ciclo curto deve constituir um dos principais objetivos do melhoramento do arroz para áreas sujeitas à seca.

3.1.8. Tolerância a estresses do solo

A tolerância à alta saturação de alumínio no solo e à baixa disponibilidade de fósforo, que são problemas presentes na maioria dos solos cultivados com arroz de sequeiro (CHANG et alii, 1981; EMBRAPA, 1982), deve ser considerado um requerimento generalizado para as áreas desfavorecidas.

3.1.9. Resistência a doenças

As cultivares de arroz para as áreas em consideração devem ser satisfatoriamente resistente à brusone e a outras doenças menos importantes como a mancha dos grãos, a mancha estreita, a escaladura e a mancha parda.

3.1.10. Resistência a pragas

Diante da dificuldade de encontrar progenitores mais resistentes a pragas que as cultivares de arroz atualmente recomendadas para sequeiro desfavorecido, procura-se, nos atuais programas de

melhoramento não permitir a liberação de cultivares mais susceptíveis que as atuais.

3.1.11. Outras características

Grãos longos, translúcidos e de boa cocção, panículas longas e bem excertas, sem degranação natural constituem, entre outras, características indispensáveis às cultivares apropriadas ao cultivo em sequeiro desfavorecido.

3.2. Para áreas favorecidas

Para essas áreas diminui-se a probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica durante o desenvolvimento da cultura, mas a resistência à seca e a capacidade de recuperação dos efeitos do estresse hídrico continuam sendo fatores importantes para a estabilidade do comportamento das cultivares. De uma maneira geral, considera-se adequado um tipo de planta intermediário entre o de áreas irrigadas por submersão e os das cultivares tradicionais de arroz de sequeiro.

3.2.1. Resistência à seca

Aceita-se um menor nível de resistência à seca do que para as áreas desfavorecidas, mas o sistema radicular deve ser profundo para explorar maior camada do solo, diminuindo as perdas de nutrientes por lixiviação.

3.2.2. Perfilhamento

Estudos desenvolvidos por PINHEIRO (sd) mostram que a produção de grãos está fortemente correlacionada com o número de panículas (perfilhamento) em boas condições de umidade no solo. Apesar da relação negativa entre sistema radicular profundo e perfilhamento, apontada por YOSHIDA (1981), deve-se reunir essas duas características, para se conseguir melhor desempenho do arroz nas áreas favorecidas. Ainda não foram estabelecidos os níveis adequados de perfilhamento, mas acredita-se que o nível intermediário entre arroz irrigado e o desejado para as áreas desfavorecidas seja o mais apropriado.

3.2.3. Altura da planta

Devido ao porte excessivo das cultivares atualmente utilizadas,

observam-se elevados índices de acamamento nos arrozais das áreas favorecidas. No trabalho de PINHEIRO (sd), em que a altura das cultivares variava de 50,2 a 133,0 cm, com média de $89,5 \pm 4,9$ cm (desvio padrão), constatou-se uma correlação negativa ($p < 0,01$) entre a altura e o rendimento, mas de baixa magnitude. Como de uma maneira geral plantas baixas não são da preferência dos agricultores, deve-se procurar um porte intermediário (90 — 100 cm), para permitir melhor competição com plantas daninhas, que as de porte baixo, e maior resistência ao acamamento que as de portes altos.

3.2.4. Características foliares

Em condições favorecidas, cultivares de folhas mais curtas e mais estreitas tendem a apresentar maiores rendimentos (PINHEIRO, sd). Não foram observadas associações entre produção e ângulo das folhas, talvez em função do baixo índice de área foliar do experimento. Em lavouras semeadas em espaçamentos menores, em regiões de intensidade luminosa menor, sem limitação considerável de nutrientes e com boa precipitação pluvial, acredita-se que folhas mais eretas favorecem maiores rendimentos. A associação de folhas superiores curtas, estreitas e eretas com folhas inferiores decumbentes deve ser a melhor característica foliar do arroz para as áreas favoráveis. Todavia, há necessidade de estudo que o comprove.

3.2.5. Resistência a doenças

A brusone é considerada menos grave nas áreas favorecidas, mas com a intensificação da orizicultura nestas áreas, ela poderá agravar-se. Atualmente, não constitui problema sério, mas deve ser considerada nas atividades de melhoramento do arroz para sequeiro favorecido.

A mancha parda, a mancha dos grãos e a escaldadura devem merecer maior atenção, pois tem-se verificado forte incidência dessas enfermidades nas áreas favorecidas, mesmo em condições de agricultura não intensiva (nômade).

3.2.6. Resistência a pragas

As cultivares para áreas favorecidas devem ser resistentes aos besouros *Oediopalpa guerini* e *Oediopalpa sternalis*, à broca-do-colo (*Elasmopalpus lignosellus*), à broca-do-colmo (*Diatraea sacharalis*) e ao percevejo-marrom (*Oebalus pociilus*).

3.2.7. Adaptação à baixa fertilidade do solo

Nas áreas favorecidas, pela sua situação geográfica, a fertilização adequada do solo estará ainda mais limitada, pelos custos mais altos dos adubos, impostos pelo fator transporte. O aumento da eficiência do arroz em utilizar baixos níveis de nutrientes no solo deve constituir uma das grandes metas dos programas de melhoria.

3.2.8. Ciclo

Há necessidade de cultivares de ciclos longo e precoce. As primeiras são recomendáveis para áreas de longo período excessivamente chuvoso, em que o plantio deve ser efetuado antes da intensificação das chuvas e a colheita, após a redução da sua intensidade. As cultivares precoces são indicadas para as lavouras com irrigação suplementar em área desfavorecida ou para outras áreas em que, após 3 a 3,5 meses excessivamente chuvosos, há uma redução da precipitação pluvial, permitindo o plantio de outras culturas, após a colheita do arroz.

3.2.9. Outras características

As características das panículas e dos grãos são as mesmas mencionadas para as áreas desfavorecidas.

4. Programas atuais de melhoramento de arroz de sequeiro no Brasil

Atualmente, existem, no Brasil, três instituições (Instituto Agrônomo de Campinas — IAC, Fundação Instituto Agrônomo do Paraná — IAPAR e Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão — CNPAF), realizando trabalhos de melhoramento genético do arroz de sequeiro, com a colaboração, na avaliação das linhagens avançadas, das instituições de pesquisa agrícola de todos os estados, em que o arroz é expressivo.

No IAC, os trabalhos de melhoramento do arroz de sequeiro iniciaram-se em 1937 (M.A., 1971; GERMEK e BANZATTO, 1972) e desde aquela época, tem contribuído para expandir e melhorar as lavouras de arroz de sequeiro, pela criação de cultivares mais produtivas, resistentes à seca e de boa qualidade de grãos. O IAC continua esforçando-se para desenvolver cultivares de arroz de sequeiro que sejam, em relação às que são atualmente recomendadas, mais produtivas, mais resistentes à seca, de menor porte, de melhor per-

filhamento, de folhas de tamanho médio e algo mais eretas e de maior resposta a adubação, principalmente a nitrogenada (IAC, 1980).

Há uns sete anos, o IAPAR também vem desenvolvendo um programa de melhoramento do arroz de sequeiro, com ênfase à resistência à seca, à brusone e ao acamamento, à qualidade de grãos e a outros atributos agrônômicos necessários a uma produção razoável e estável (IAPAR, 1980). Entre as primeiras linhagens criadas por aquele instituto, nesse curto espaço de tempo, encontram-se algumas bem promissoras, como a L 45 e L 50, que têm mostrado bom comportamento, mesmo em outros estados.

O CNPAF iniciou seus trabalhos de melhoramento de arroz de sequeiro em 1975, visando, numa primeira fase, especialmente as áreas desfavorecidas. Em 1981, estabeleceu-se um programa específico para as áreas favorecidas. Atualmente procura-se, nos dois programas, criar cultivares que reúnam, na medida do possível, as características relacionadas nos itens 3.1 e 3.2.

Para o desenvolvimento do programa de melhoramento do arroz, a equipe multidisciplinar do CNPAF adotou a seguinte estratégia, esquematizada na Figura 6: (1) avaliação do germoplasma nacional e introduzido; (2) criação de novos materiais; e (3) estudo da adaptação dos materiais, identificados como promissores, às diferentes áreas produtoras, com a participação de todas as unidades de pesquisa do país que trabalham com arroz de sequeiro. Os resultados mais importantes desse programa são enumerados a seguir:

4.1. Arroz de sequeiro desfavorecido

4.1.1. Avaliação do germoplasma nacional

Já foram realizadas cinco expedições de coleta a áreas tradicionais no cultivo do arroz, que municiaram o programa com cerca de 800 entradas. Esses materiais, juntamente com as coleções cedidas ao CNPAF por instituições brasileiras que desenvolvem pesquisa com arroz, foram avaliados em condições de sequeiro, tendo sido identificadas fontes de resistência à seca, à brusone, além de outros caracteres desejados, como tolerância ao alumínio tóxico, eficiência na absorção de fósforo, precocidade, boa qualidade de grãos, etc.

4.1.2. Avaliação do germoplasma introduzido

A introdução de germoplasma oriundo de instituições internacionais vem sendo feita, ininterruptamente, desde 1975. Já foram

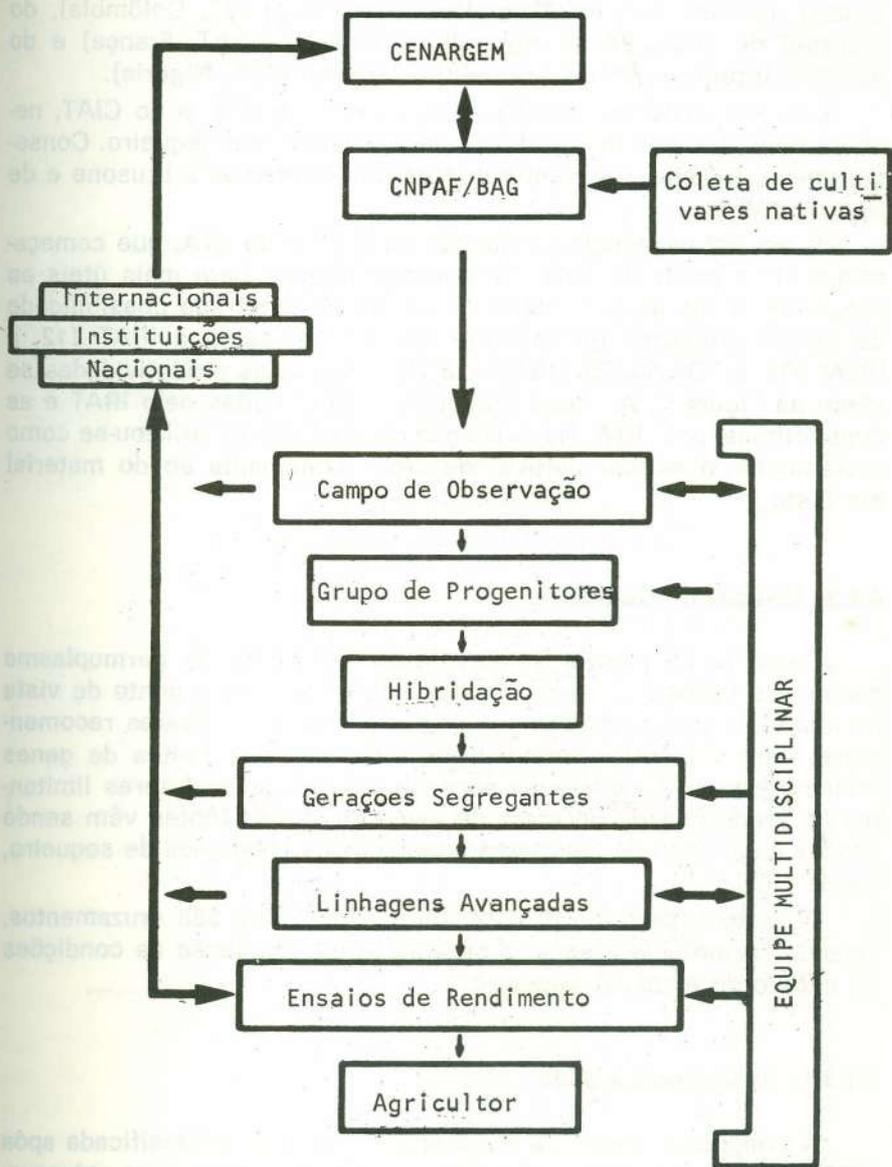


FIGURA 6 — Fluxograma exemplificativo da avaliação e utilização de germoplasma de arroz no CNPAF.

avaliadas, em sequeiro, 1111 introduções, oriundas principalmente do Centro Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI, Filipinas), do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, Colômbia), do Instituto de Pesquisa de Agricultura Tropical (IRAT, França) e do Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA, Nigéria).

Dos 949 materiais introduzidos através do IRRI e do CIAT, nenhum teve aproveitamento direto para o cultivo em sequeiro. Conseguiram-se, todavia, excelentes fontes de resistência à brusone e de tipo de planta.

Já as 162 introduções oriundas do IRAT e do IITA, que começaram a vir a partir de 1978/79, apresentaram-se bem mais úteis ao programa, tendo alguns materiais, inclusive, mostrado possibilidade de serem utilizados diretamente em cultivo, como a IRAT 112, a IREM 938, a TOx 502-25-118-B2 e a TOM 1-3, cujas produtividades se vêem na Figura 7. As duas primeiras foram criadas pelo IRAT e as duas últimas, pelo IITA. Na avaliação do rendimento, utilizou-se como testemunha, a melhor cultivar de ciclo semelhante ao do material em teste.

4.1.3. Criação de Cultivares

Como já se previa, as atividades de coleta de germoplasma nacional e introduzido foram pouco eficientes, sob o ponto de vista de materiais que pudessem ser indicados como cultivares recomendadas para o plantio. Foram úteis, todavia, como fontes de genes relacionados com caracteres capazes de atenuar os fatores limitantes da produtividade do arroz de sequeiro. Essas fontes vêm sendo usadas na criação de cultivares adaptadas às condições de sequeiro, desde 1975.

Durante o período 1975-82, foram efetuados 288 cruzamentos, visando resistência à seca, à brusone e/ou adaptação às condições de cultivo do arroz de sequeiro.

4.1.3.1. Resistência à Seca

A criação de materiais resistentes à seca foi intensificada após 1977, quando se começou a realizar "screening" para esse estresse, utilizando metodologia apropriada. A maioria das populações oriundas dos 92 cruzamentos realizados ainda se encontram em segregação. Entre as fixadas, 26 linhagens, obtidas dos cruzamentos IAC 47/63-83 (CNA 092) e 63-83/IAC (CNA 095) mostraram-se promisso-

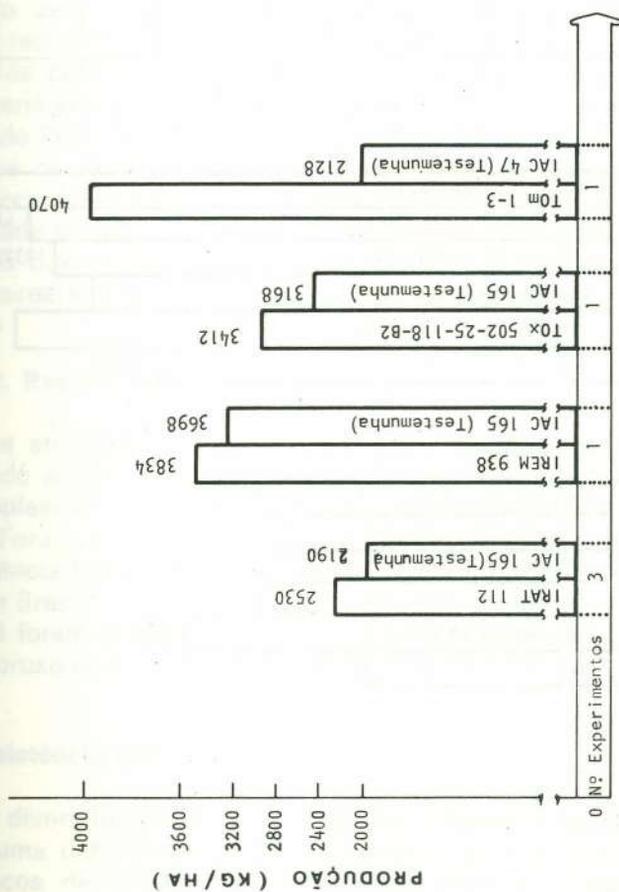
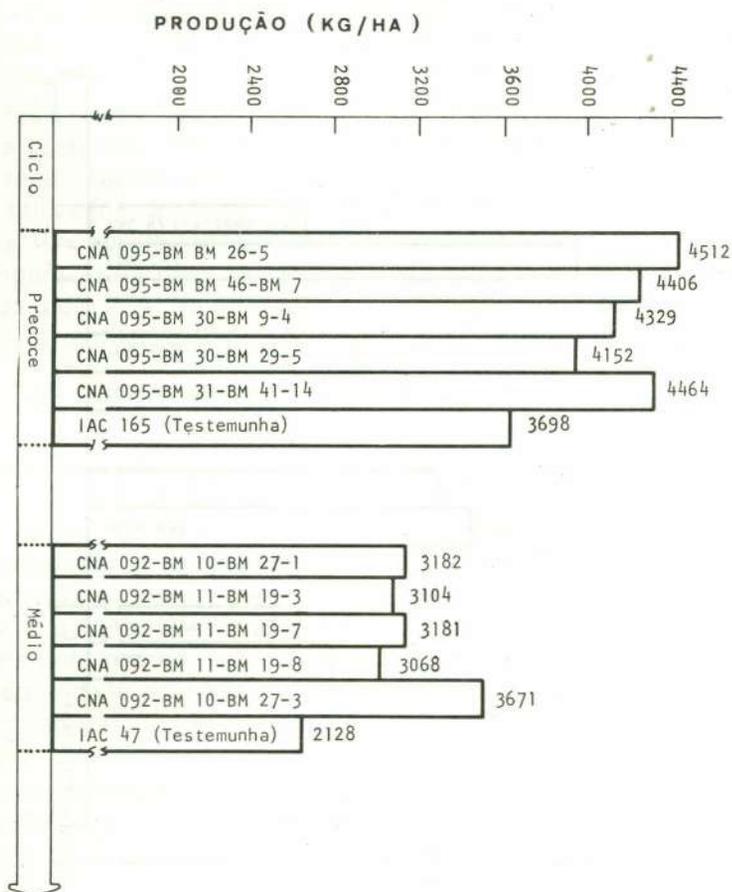


FIGURA 7 — Produção de grãos (kg/ha) de quatro cultivares de arroz introduzidas, em condições de sequeiro.

FIGURA 8 — Produção de grãos (kg/ha) de 10 linhagens de arroz de sequeiro selecionadas em condições de sequeiro, desfavorecido. CNPAF, 1981/82.



ras, apresentando-se produtivas em condições de sequeiro desfavorado, com boa tolerância à brusone, ao acamamento e com boa qualidade de grãos. Atualmente estão sendo avaliadas para resistência à seca, pela equipe de Fisiologia. A Figura 8 mostra o desempenho de dez delas em ensaio de rendimento, realizado no CNPAF.

Um outro meio de amenizar os efeitos prejudiciais da deficiência hídrica consiste na criação de cultivares de menor ciclo vegetativo, que escapam com maior frequência dos veranicos, principalmente quando semeadas no início da época chuvosa. Neste particular, foram realizados 22 cruzamentos de cultivares de ciclo médio, adaptadas às condições de sequeiro, com fontes de precocidade. Doze linhagens avançadas, obtidas de dois desses cruzamentos (IAC 5544/Dourado Precoce e Bico Ganga/Nunglim 24) já foram submetidas a ensaios de rendimento, tendo quatro delas comportado como promissoras (Tabela 2), aliando boa produtividade com precocidade, boa qualidade de grãos e tolerância satisfatória à brusone. As progênes obtidas dos outros 20 cruzamentos, ainda não fixadas para alguns caracteres, encontram-se em viveiros de seleção.

4.1.3.2. Resistência à Brusone

As atividades de "screening" para resistência à brusone têm revelado ampla disponibilidade de fontes de resistência vertical no germoplasma introduzido, principalmente nos materiais oriundos do IRRI. Foram encontrados também alguns materiais com níveis de resistência horizontal bem mais elevados que os das cultivares em uso no Brasil.

Já foram efetuados, até 1981/82, 82 cruzamentos para resistência à brusone, através de:

a) Resistência Vertical

A diversificação de cultivares com diferentes genes de resistência, numa determinada região, constitui um dos meios de reduzir os riscos de epifitias. Nesse sentido, diversos cruzamentos vêm sendo realizados e populações segregantes avaliadas em todas as gerações. Em 1981/82, 51 linhagens F₇, oriundas dos cruzamentos IAC 47/SR 2041-50-1 e IAC 47/TOS 2578/7-4-2-3-B2, foram colocadas em ensaios de rendimento, onde nenhuma produziu menos que a cultivar testemunha. As que foram selecionadas para continuarem sendo avaliadas nos ensaios avançados, nas principais regiões produtoras de arroz de sequeiro, são mostradas na Tabela 3.

TABELA 2 — Produção de grãos, altura, acamamento, brusone foliar e manchas brancas nos grãos de quatro linhagens precoces.

IAC 5544/Dourado Precoce: LINHAGENS	Produção (kg/ha)	Altura (cm)	Acabamento (1-9) ¹	Brusone (1-9) ¹	Manchas brancas nos grãos (1-5) ¹
IAC 5544/Dourado Precoce:					
CNA 791024	3084	116	1	3	1,1
CNA 791027	2967	111	1	3	1,6
CNA 791059	3101	113	1	4	0,4
IAC 165 (Testemunha)	2816	108	1	4	1,1
Bico Ganga/Nunglin 24:					
CNA 067-BM 5-BM38-5	3987	127	1	3	0,8
IAC 165 (Testemunha)	3698	121	1	3	1,6

¹ Os menores valores são os desejados

TABELA 3 — Produção de grãos, número de dias para floração, altura da planta, acamamento, brusone e mancha branca nos grãos de linhagens com resistência à brusone. CNPAF, 1981/82.

Linhagem	Produção de grãos (kg/ha)	Floração (dias)	Altura de planta (cm)	Acabamento (1-9)*	Brusone (1-9)*	Manchas Brancas (1-5)*
ENSAIO I:						
CNA 104-B-34-2-1	3038	95	122	1,7	3	1,1
CNA 104-B-2-43-2	2935	90	150	4,3	3	1,0
IAC 47 (Test.)	2403	95	115	2,0	7	0,6
ENSAIO II:						
CNA 104-B-34-2	3536	93	138	3,7	1	1,4
IAC 47 (Test.)	2113	91	143	5,7	7	0,7
ENSAIO III:						
CNA 108-B-28-2	3450	94	122	2,0	1	0,9
CNA 108-B-28-3	3523	90	131	1,0	1	0,6
CNA 108-B-28-11	3631	89	124	3,5	1	0,5
CNA 108-B-36-37	3754	89	108	1,0	1	1,1
CNA 108-B-42-10	4116	97	138	1,0	1	1,0
CNA 108-B-42-24	3702	89	128	4,5	1	0,7
IAC 47 (Test.)	3598	88	142	7,5	5	0,6

* Os menores valores são os desejados.

b) Piramidação de Genes

Estão sendo realizados cruzamentos múltiplos, envolvendo a IAC 47 e oito cultivares portadoras de genes maiores de resistência à brusone (Três Marias, TOS 2257/7-3-2-9-B2, Carreon, Tetep, C 025, Lageado, Basmati 370 e Tadukan) com o objetivo de obter cultivares que tenham amplo aspecto de resistência à brusone.

c) Multilinhas

Com o retrocruzamento de 24 fontes de resistência à brusone com os progenitores recorrentes IAC 47 e IAC 25, pretende-se obter dois conjuntos de linhas isogênicas, que poderão constituir duas cultivares multilinhas, com genes de resistência diferentes, para raças específicas. Esse programa foi iniciado em 1980 e, atualmente, para alguns progenitores doadores, já foi realizado o terceiro retrocruzamento.

d) Resistência Horizontal

Cultivares brasileiras adaptadas às condições de sequeiro foram cruzadas com fontes de resistência horizontal, como Amarelão, Iguape Redondo, IRAT 13 e Três Meses Branco, perfazendo um total de 23 combinações. 77 linhagens dos cruzamentos de IRAT 13 com Pérola, IAC 47, IAC 25, IAC 164 e IAC 165 foram colocadas em ensaios de rendimento em 1982/83. Acredita-se que o uso de cultivares com boa resistência horizontal à brusone seja a melhor forma de se conviver com esta enfermidade sem sofrer prejuízos.

4.1.3.3. Outros Objetivos do Melhoramento

Visando a melhorar outras características como tipo de planta, resistência a pragas e adaptação às condições de solos ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes, foram realizados 92 cruzamentos. As populações segregantes estão sendo avaliadas e submetidas à seleção. 55 linhagens fixadas, já obtidas, serão testadas quanto à produtividade, em 1982/83.

4.2. Arroz de Sequeiro Favorecido

Para as áreas favorecidas, cujo programa se iniciou em 1981/82, já foram realizados 120 cruzamentos, envolvendo cultivares nacio-

nais e cultivares de arquitetura de planta moderna e de maior potencial produtivo. Para acelerar a obtenção de cultivares para essas áreas, estão sendo avaliadas em sequeiro favorecido todas as linhagens selecionadas em várzea úmida, tendo em vista a grande semelhança entre essas linhagens com o tipo de planta para o cultivo em sequeiro favorecido. Tem-se observado que os materiais adequados em sequeiro desfavorecido são pouco promissores em condições favorecidas, devido, principalmente, ao menor perfilhamento e à maior tendência ao acamamento.

5. Literatura Citada

- CAMPOS, I.S. *Pragas do arroz no Acre e métodos de controle*. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982, 47 p. (EMBRAPA/UEPAE de Rio Branco. Circular Técnica, 6).
- CASTRO, E. da M. *Ideótipo de arroz*. USP, ESALQ, Dept.º de Genética e Melhoramento de Plantas. 1982 (Trabalho requisito da disciplina "Tópicos Especiais de Genética". Datilografado). 49 p.
- CHANG, T.T.; LORESTO, G.C.; O'TOOLE, J.C. *Strategy methodology of breeding rice for drought-prone areas*. A paper presented at special International Symposium on Principles and methods of crop improvement for drought resistance with emphasis on rice. IRRI, Los Baños, Philippines. 4-8 May 1981. 48 p.
- DONALD, C.M. The breeding of crop ideotypes. *Enphytica*. 17: 385-403, 1968.
- EMBRAPA. *Arroz, Programa Nacional de Pesquisa*. DTC-DID. Brasília, 69 p., 1981.
- . *Upland rice in Brazil*. Documento apresentado pelo CNPAF no Workshop on Upland Rice. October 4-10, 1982. Bouaké, Ivore Coast. 65 p. (mimeografado).
- GERMEK, E. & BANZATTO, N.V. *Melhoramento do arroz no Instituto Agrônomo*. Campinas (SP), IAC, 1982.
- GUIMARÃES, E.P. *Precocidade, um objetivo do programa de melhoramento de arroz*. Seminário apresentado no CNPAF em 03.05.82. 4 p. (Datilografado).
- IAC. *Melhoramento genético visando maior produtividade do arroz em cultura de sequeiro*. Projeto de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAF. Campinas (SP), IAC, 1980.
- IAPAR. *Introdução, avaliação e utilização do germoplasma de arroz*. Projeto de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAF. Londrina (PR), IAPAR, 1980.
- IITA. *Research highlights* 1980. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigéria, 1981. 64 p.

- IRAT. *Bilan des travaux de recherche sur riz pluvial 1960 à 1980. Alimentation hydrique*. IRAT, Montpellier, França, 71 p. 1980.
- JENNINGS, P.R.; COFFAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. *Rice Improvement*. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 186 p., 1979.
- LOPES, A.S. *Available water, phosphorus fixation and zinc levels in Brazilian cerrado soils in relation to their physical, chemical and mineralogical properties*. Raleigh North Caroline State University, 189 p., 1977. Thesis Ph.D.
- MATSUSHIMA, S. *High yielding rice cultivation*. Tokyo, Japan Scientific Press, 367 p., 1976.
- M.A. (Ministério da Agricultura). *Contribuições técnicas da delegação brasileira a 2.ª Reunião do Comitê de Arroz para as Américas da Comissão Internacional de Arroz — FAO*. M.A. Pelotas — RS, 275 p., 1971.
- NAGATO, K. On the effect of witting up in growth of upland rice plant. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan*, 17-11, 1948.
- PINHEIRO, B. da S.; STEINMETZ, S.; STONE, L.F.; GUIMARÃES, E.P. *Tipo de planta e produtividade em arroz de sequeiro*. Aprovado pelo Comitê de Publicações do CNPAF, para ser publicado na PAB.
- PRABHU, A.S. *Sistemas de produção de arroz de sequeiro visando o controle de brusone*. Goiânia, CNPAF, 15 p., 1980. (Circular Técnica, 1).
- YOSHIDA, S. *The rice root system: its development and function*. A paper presented at the Special International Symposium on Principles and methods of crop improvement for drought resistance with emphasis on rice. IRRI, Los Baños, Philippines, 4-8 May, 1981.

- Palestra:** Melhoria genética voltada para a cultura do arroz de sequeiro.
- Palestrante:** Dr. Orlando Peixoto de Moraes — CNPAF/EMBRAPA
- Debatedores:** Dr. Cilas Pacheco Camargo — SPSB/EMBRAPA
Dr. Alfredo Lam-Sánchez — FCAVJ/UNESP
Dr. Luiz Ernesto Azzini — IAC/SAESP

DEBATE

Dr. Cilas Pacheco Camargo

Na produção de sementes, como citado pelo palestrante, nós enfrentamos muitos problemas, inclusive o de chuvas, as vezes falta e as vezes excesso, em épocas de formação ou de maturação, com evidentes prejuízos. Por outro lado, a brusone tem se constituído em um problema muito sério, levando a um decréscimo, por exemplo, no número de aprovação de campos para produção de semente. Eu pergunto ao colega Orlando: existe algum material resistente à brusone a ser liberado?

Dr. Orlando Peixoto de Moraes

Estamos esperançosos de em pouco tempo podermos liberar um material resistente à brusone. Agora, quando isso será feito não posso precisar, irá depender dos trabalhos em andamento. Todavia, é certo que não será uma solução definitiva pois há uma diversificação tremenda de raças de brusone no País.

Dr. Alfredo Lam-Sánchez

Uma das coisas que me impressionou muito na palestra do Dr. Almiro foi quanto a qualidade das sementes. Quais são os pontos de

abordagem do programa de melhoramento que são considerados no Centro Nacional com relação à qualidade das sementes?

Dr. Orlando Peixoto de Moraes

Todo material que não tenha uma boa qualidade de grão é descartado mas nós não estamos preocupados em realizar melhoramento para qualidade de grão. Estamos preocupados em obter materiais que tenham grãos melhores do que os de nossas melhores variedades tradicionais.

Dr. Luiz Ernesto Azzini

Até quanto se deve melhorar para encurtar o ciclo, aumentar a precocidade, sem se prejudicar o potencial produtivo do material?

Dr. Orlando Peixoto de Moraes

Não sabemos. O fato é que, os poucos exemplos de plantas de ciclos mais curtos do que o IAC-25 que conhecemos apresentam um potencial produtivo menor. No IAPAR, o colega Nelson Salim Abbud tem uma coleção de linhagens bem mais precoce do que o IAC-25 mas, segundo ele, o rendimento é cerca de 20% menor do que essas nossas variedades precoces.

Pergunta do Dr. José Ricardo Machado

Qual a principal finalidade de se fazer programas de melhoramento para sequeiro e também para sequeiro favorecido?

Dr. Orlando Peixoto de Moraes

A finalidade é no sentido de se ter maior eficiência no programa de melhoramento. Nós temos que caracterizar melhor o ambiente e, na medida do possível estabelecer um direcionamento no sentido de fazer melhoramento para cada ambiente. Claro que este ambiente não pode ser tão específico a ponto de criar coisas específicas para cada local. Na área favorecida é preciso ter material que perfilhe

mais, que seja mais resistente ao acamamento, que tenha ciclo mais longo. É diferente do que se faz para áreas de arroz desfavorecido.

Dr. Almiro Blumenschein

Qual é a base do programa de híbrido e esterilidade citoplasmática ou cruzamento inter-específico?

Dr. Orlando Peixoto de Moraes

Enquanto o IRRI, por exemplo, trabalha com esterilidade citoplasmática, o IRAT, está trabalhando com obtenção de híbrido via introdução de alogamia, quer dizer, transformando a planta de arroz de autógama para alógama. Esta transformação está sendo procurada via introdução de algumas características de **Oryza longistaminata** na **Oriza sativa**. A **Oryza longistaminata** se caracteriza por ter o estame longo e estigma maior e as glumas ficam abertas por um período maior de tempo, o que permite uma fecundação cruzada quase que semelhante ao milho. O programa que o Centro está buscando é uma fusão dessas duas linhas.