

Simpósio Sobre Atualização em Genética e
Melhoramento de Plantas
03 a 07 de março de 1997
Lavras, MG

ANAIS

Realização:

Núcleo de Estudo de Genética (GEN)
Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Editores:

Ângela de Fátima Barbosa Abreu
Flávia Maria Avelar Gonçalves
Oswaldo Gomes Marques Jr.
Pedro Hélio Estevam Ribeiro

Lavras, MG

1997

MELHORAMENTO DE ARROZ NO BRASIL

Orlando Peixoto de Morais¹
Paulo Hideo Nakano Rangel¹

INTRODUÇÃO

O arroz constitui o alimento básico de mais da metade da humanidade, sendo considerado, em várias partes da Ásia, uma planta sagrada. Seu cultivo começou no sudeste asiático, sendo que evidências arqueológicas apontam para sua presença na Tailândia entre 3.000 a 5.000 a.C (Heiser Jr., 1977).

Atualmente, produzindo mais de 500 milhões de toneladas, 35,5% da produção mundial, a China se destaca entre os maiores produtores de arroz, seguindo-se-lhe a Índia (21,0%), Indonésia (9,1%), Bangladesh (5,3%), Vietnã (4,2) e Tailândia (3,6%). O Brasil, produzindo 11,2 milhões de toneladas, ou seja, 1,8% da produção mundial, classifica-se como o nono maior produtor.

Sendo o arroz um dos mais antigos alimentos dos povos, é natural admitir que vem sendo submetido, em maior ou menor grau, ao melhoramento genético, desde sua domesticação. A espécie *Oryza sativa*, que constitui a quase totalidade do arroz atualmente cultivado no

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA - CNPAF,
Caixa Postal 179, CEP 74001-970, Goiânia-GO

mundo, tem como ancestral a espécie selvagem *Oryza rufipogon* (forma asiática do complexo *Oryza perennis*), que se distribuiu pela Ásia tropical (Morishima et al., 1992). Esse ancestral é perene e se reproduz alogamicamente, ao contrário da *O. sativa* que é anual e autógama. Como fruto dessa alogamia deve ter surgido ampla variabilidade, facilitando o processo de domesticação. O arroz cultivado é algo diferente dos outros cereais pelo fato de se adaptar bem tanto a áreas cobertas por lâmina de água (arroz irrigado), como a terras altas e relativamente secas (arroz de sequeiro).

Atualmente, observando-se a relação dos países grandes consumidores de arroz, percebe-se que se enquadram em dois grupos caracterizados pela maior ou menor disponibilidade do recurso natural terra para a produção de alimentos. Países com alta densidade demográfica cultivam o arroz quase exclusivamente com irrigação por inundação, aproveitando áreas com pouca aptidão para outros tipos de cultivos. Todavia, nos países ou regiões onde a disponibilidade de terra por habitante é alta, o cultivo em sequeiro tem, historicamente, sido utilizado como uma alternativa para o abastecimento de arroz.

No Brasil, desde o início da colonização até cerca de uns 20 anos atrás, o cultivo em sequeiro foi a principal alternativa utilizada para a produção de arroz. Empregando práticas culturais simples, com pouca ou nenhuma utilização de insumos, o brasileiro, fundamentalmente habitante do meio rural,

produzia arroz de sequeiro em quase todo o território nacional.

A produtividade da cultura sempre foi baixa, menor que a observada atualmente, mas mesmo assim, constituía uma das principais opções para o agricultor brasileiro, porque o valor do produto no mercado era alto. Há 25 anos, o consumidor pagava cerca de quatro vezes mais do que paga atualmente pela mesma quantidade do produto.

Apesar da importância do arroz de sequeiro no cenário nacional, o País praticamente não investia em pesquisa no sentido de melhorar a eficiência de sua produção e nem sequer na do arroz irrigado, que começou a ser praticada no Brasil a partir do início deste século. O arroz irrigado se mostrou, de início, pouco competitivo. Utilizando áreas de manejo difícil, com forte utilização de práticas manuais (sem as facilidades de mecanização atuais) e semeando variedades pouco produtivas, de qualidade de grão inferior, o arroz irrigado não se viabilizava economicamente. Por isso, o arroz de sequeiro, mesmo com baixa eficiência produtiva, apresentava-se mais rentável, inclusive pela qualidade do seu produto.

No exterior, contudo, observava-se um grande esforço de universidades e centros de pesquisa no sentido de aumentar a produtividade e qualidade do arroz irrigado. A preocupação com a pesquisa levou, inclusive, à criação do International Rice Research Institute (IRRI), nas Filipinas em 1971, que trouxe inúmeras contribuições para a melhoria técnica e econômica do arroz irrigado em todo o mundo, destacando-se entre elas o desenvolvimento de

um tipo de planta que revolucionou a orizicultura conduzida com irrigação. Foi criado também o CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, com sede na Colômbia) que, em colaboração com o IRRI, canalizava, para a América Latina, os avanços lá conseguidos.

Em meados da década de setenta, o Brasil realiza uma forte reorganização da sua estrutura de pesquisa agrícola e os pesquisadores envolvidos com arroz irrigado, afortunadamente, souberam tirar proveito de todos os avanços conseguidos pelos grupos internacionais de pesquisa, reduzindo os caminhos a percorrer para cumprir suas metas. Isto ocorreu em todas as fases de manejo, mas foi particularmente proveitoso na área de melhoramento genético. Todas as variedades brasileiras importantes de arroz irrigado refletem, indireta ou diretamente, os avanços propiciados pela chamada "revolução verde", oriundos da pesquisa dos centros internacionais.

Obtidas novas variedades, produtivas e de excelente qualidade de grãos, pôde-se estabelecer pólos importantes de produção e de industrialização do arroz irrigado. Com um produto de boa qualidade e de suprimento assegurado, desenvolveu-se um sistema de comercialização que, por um lado, atendia os anseios dos produtores e, por outro, valorizava a imagem do produto nos principais centros de consumo.

O arroz de sequeiro não pôde contar, de forma tão proveitosa, com resultados semelhantes de pesquisa obtidos no exterior.

Esparsa pelo país inteiro e não embasada nas mesmas estruturas de comercialização do arroz irrigado, a sua importância relativa para o abastecimento reduziu-se, mas sendo ainda responsável, na atualidade, por 40,7% de toda produção brasileira de arroz.

Considerando o balanço entre receita e despesa atualmente observados nos dois tipos de cultivo de arroz, percebe-se que ambos se encontram em situação desconfortável. Com o arroz irrigado tem-se obtido produtividades médias bem mais elevadas que a do arroz de sequeiro, mas seu custo de produção é também mais elevado em proporções idênticas. Para sua maior viabilidade econômica presente e futura, considera-se indispensável o desenvolvimento de variedades ainda mais produtiva que as atuais e com maiores níveis de resistência à brusone, à bicheira da raiz, a baixas temperaturas, à toxidez de ferro e à salinidade. No caso do arroz de sequeiro, além de melhorias substanciais na qualidade de grãos, é imprescindível concentrar esforços no melhoramento de sua capacidade de produção em ambientes sujeitos à seca, à incidência de brusone e a pragas, como cupins cigarrinha das pastagens e broca do colmo, e ainda com restrições no suprimento de fósforo, zinco e ferro.

OS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO DE ARROZ NO BRASIL

Programas oficiais de melhoramento genético da cultura do arroz no Brasil somente se iniciaram em 1937, no Instituto Agrônomo de Campinas, IAC (SP), e em 1938, no Instituto Riograndense do Arroz, IRGA (RS). O primeiro sempre priorizou em suas atividades o arroz de sequeiro, enquanto o segundo sempre se dedicou com exclusividade ao arroz irrigado.

Inicialmente, ambos os institutos adotaram a estratégia de selecionar, entre as variedades ou linhagens até então disponíveis no País ou introduzidas do exterior, as que melhor se prestavam ao cultivo nas condições locais de São Paulo e do Rio Grande do Sul. O IRGA persistiu por mais tempo nesta estratégia porque havia no exterior programas de melhoramento capazes de oferecer, com certa continuidade, novas linhagens de arroz irrigado para avaliação, o que não acontecia com o arroz de sequeiro. O IAC teve, logo, que buscar a ampliação da variabilidade genética da coleção que já conseguira reunir, por meio de cruzamentos dirigidos, procurando combinar características de interesse. As atividades de cruzamento artificiais parece ter sido adotada pelo IRGA somente a partir da década de 1950, conforme se depreende com a leitura do trabalho de Banzatto e Carmona (1971).

O Ministério da Agricultura, através da sua antiga rede de institutos pertencentes ao extinto Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA), também contribuiu relevantemente para o melhoramento do arroz no

país. Entre estes institutos, citam-se: O Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul (IPEAS), o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste (IPEACO), o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) e o Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul (IPEACS). O Instituto Agrônômico de Minas Gerais, que desenvolveu programas importantes de seleção nas variedades tradicionais então existentes em Minas Gerais, contribuindo para melhoria da qualidade das sementes de arroz utilizadas no Estado.

Em 1972, foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e extinto o DNPEA e, por conseguinte, seus Institutos. No decorrer da década de 1970, várias instituições estaduais de pesquisa agropecuária foram também estabelecidas, as quais juntamente com a Embrapa, o IAC e o IRGA se organizaram no hoje denominado Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária (SCPA). A partir de então, pôde-se ampliar, de forma significativa as atividades de pesquisa agrícola no país, inclusive as de melhoramento genético do arroz.

Atualmente existem 18 instituições de pesquisa envolvidas com o melhoramento de arroz no País: Embrapa, IRGA (RS), EPAGRI (SC), IAPAR (PR), IAC (SP), PESAGRO (RJ), EMCAPA (ES), EPAMIG (MG), EMPAER (MS), EMPAER-MT (MT), EMATER-GO, EMAPA (MA), EPACE (CE), IPA (PE), EMEPA (PB), e EPEAL (AL), além da Universidade do Tocantins (UNITINS) e da Universidade Federal de Lavras (UFLa). Destas, o IRGA, a EPAGRI, a PESAGRO, a EMCAPA e o IPA se dedicam apenas ao arroz irrigado, enquanto a EMPAER-MT, somente ao arroz de sequeiro. As demais

instituições estão envolvidas com o melhoramento de arroz para os dois sistemas de cultivo. Todas estas 18 instituições trabalham de forma cooperativa no melhoramento do arroz. A avaliação, que, indubitavelmente, é a fase mais difícil de qualquer programa de melhoramento, tem sido tarefa de todas. Já a recombinação das unidades de avaliação selecionadas constitui incumbência de poucas, como a Embrapa, o IAC, o IRGA e o IAPAR. Praticamente todos os métodos convencionais de melhoramento de autógamias tem sido utilizados, mas a hibridação artificial e a condução das populações segregantes pelo método genealógico sempre foram destacadamente os mais empregados.

Para sistematizar as atividades de avaliação das linhagens promissoras desenvolvidas pelos programas de melhoramento, o País foi regionalizado especificamente para esta finalidade. Para cada uma das três regiões definidas, estabeleceu-se uma Comissão Técnica, constituída por todas instituições presentes na região. Em cada uma dessas regiões, são avaliadas, por meio da respectiva Comissão, todas as linhagens anualmente disponíveis no País, utilizando-se de três classes de ensaios: observação, preliminares e avançados de rendimento. Uma linhagem somente é recomendada como uma nova cultivar se mostrar promissora nos ensaios de observação e preliminar de rendimento e se comportar mais vantajosa que as testemunhas em pelo menos dois anos de ensaios avançados (Embrapa, 1994).

Esse programa cooperativo de melhoramento contribuiu decisivamente para o melhoria da eficiência da orizicultura brasileira. Foram

lançadas, durante sua vigência, 78 novas cultivares, sendo 30 para o sistema de sequeiro e 48 para o irrigado. Nesse período, a produtividade das lavouras de ambos os sistemas aumentaram em cerca de 30%, devido principalmente à substituição das cultivares antigas pelas mais recentes. No caso do arroz irrigado, há, contudo, fortes evidências de que os ganhos genéticos conseguidos para produtividade ocorreram somente até o final da década de 1980, 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). A partir de então, os ganhos para rendimento tem sido irrisórios. No caso do arroz de sequeiro, tem-se verificado em todo período em consideração, um ganho constante, embora pequeno, entre 1,3 a 3,5% ao ano (Abbud, 1991; Soares, 1992; Atroch et al., sd), presumivelmente oriundo de melhoria na resistência a doenças, principalmente brusone.

ADOÇÃO DE NOVOS PROCEDIMENTOS

Nos últimos quatro anos, têm-se preocupado em procurar alternativas que permitam ganhos genéticos diretos, de magnitudes satisfatórias e contínuos para produção de grãos. Para tanto, duas estratégias já estão sendo implementadas: seleção recorrente para produção de grãos e desenvolvimento de variedades híbridas.

SELEÇÃO RECORRENTE

Sendo a produção de grãos governada pela ação de um desconhecido porém sabidamente grande número de genes menores, a probabilidade de se encontrar um indivíduo, em qualquer geração segregante, que encerra todos os alelos favoráveis é muito pequena e esta probabilidade diminui, à medida que se aumenta a geração em consideração (Ramalho et al. 1993). Esses alelos normalmente estão dispersos nos indivíduos ou progênies sob avaliação. Selecionando-se os indivíduos não aparentados ou menos aparentados (mais divergentes) com maior número possível de alelos favoráveis e inter cruzando-os, aumenta-se a frequência dos alelos favoráveis no novo ciclo e, com isso, tem-se maiores chances de encontrar indivíduos com todos os alelos favoráveis. Esse é o fundamento básico da seleção recorrente, que vem sendo cada vez mais considerada a melhor alternativa para se obter ganhos em características quantitativas, como a produção de grãos (Morais, 1995).

Constatada as vantagens de se gerar populações sucessivamente melhores e cada vez de maior potencial para a extração de linhagens, optou-se por adotar a seleção recorrente como base dos programas de melhoramento de arroz. Atualmente, já foram constituídas quatro populações para o sistema irrigado e seis, para o sistema de sequeiro. Todas já foram ou estão sendo submetidas a um ou mais ciclos de seleção massal, visando características de alta herdabilidade, como

resistência a doenças, arquitetura, uniformidade de ciclo, e qualidade de grãos. Começa-se a praticar a seleção para maior produtividade apenas a partir do ponto em que a população já pode ser considerada pelo menos satisfatória quanto as outras características de interesse (Morais et al., 1995; Rangel & Neves, 1995).

Das populações de arroz irrigado, a CNA-IRAT 4 já foi submetida à seleção para produção de grãos tanto na Região Sul (RS e SC), tradicional produtora de arroz, quanto em outras áreas emergentes. Com apenas um ciclo de seleção, a nova população melhorada já recuperou os níveis de rendimento das melhores testemunhas. Com os futuros ciclos, espera-se obter populações sucessivamente mais produtivas, das quais, certamente, se extrairão linhagens que poderão se tornar cultivares de alta capacidade de produção.

Em arroz de sequeiro, duas populações, a CG1 e CG2, também já foram submetidas à seleção baseada em avaliação de progênies, obtendo-se ganhos em rendimento de 17%, para a primeira, e de 11%, para a segunda. Ambas já apresentam grãos próximos do padrão agulhinha e níveis satisfatórios de resistência ao acamamento e a doenças.

Paulatinamente, as populações dos programas de seleção recorrente estão substituindo os cruzamentos convencionais como base para a extração de linhagens. Para o sistema irrigado, por exemplo, já contribui 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.

ARROZ HÍBRIDO

A utilização de cultivares híbridas de arroz visa basicamente explorar a característica de vigor híbrido, observado quando se cruzam linhagens divergentes. No caso do arroz, o melhor exemplo das vantagens da utilização de cultivares híbridas vem da China, onde a cada ano cresce em importância. Em 1976, cultivaram 140.000 ha com sementes híbridas. Em 1991, a área semeada com esse tipo de semente chegou a 17,6 milhões de ha, obtendo-se um rendimento médio superior em 30% ao observado nas áreas cultivadas com variedades comuns (Guimarães, comunicação pessoal²)

O programa de arroz híbrido em desenvolvimento pela Embrapa-CNPAP se iniciou em 1984, utilizando o método das três linhas: linha A, com esterilidade genético-citoplasmática; linha B ou mantenedora (uma isolinha de A), com gene de macho esterilidade, mas em citoplasma normal; e linha R ou restauradora, isto é, que contém o genes dominante que restaura a fertilidade da linha A, produzindo a semente híbrida desejada.

A maior dificuldade na utilização do arroz híbrido relaciona-se com o custo de produção de

² GUIMARÃES, E.P., Pesquisador na EMBRAPA-CNPAP, coordenador do programa de Arroz Híbrido.

sementes. Cerca de 25 a 33% da área é ocupada pela linha restauradora e a fertilização, mesmo quando assistida, é parcial. A produção de sementes normalmente se situa em torno de 1500kg/ha e os custos são elevados pelas tarefas adicionais de corte das folhas bandeira, aplicação do ácido giberélico e agitação das panículas, para facilitar a dispersão do pólen. Para amenizar essas dificuldades na produção de sementes, estão sendo introduzidas nas linhas A característica de estigma longo, que foi primeiramente incorporada em algumas linhagens-fonte, utilizando como genitor doador a espécie selvagem *Oryza longistaminata*. As linhagens de *Oryza sativa* com estigma longo apresentam uma taxa de intercruzamento maior que as linhagens de estigma normal.

Todo programa de produção de híbridos deve basear-se em um programa contínuo de melhoramento populacional. Visando desenvolver duas populações heteróticas para produção de grãos, está sendo utilizada a seleção recorrente recíproca. Uma população, convenientemente sintetizada, dever-se-á servir como fonte de linhas A, com citoplasma macho estéril do tipo WA. Nesta população foi também incorporada a característica de estigma longo. A segunda população será utilizada como fonte de linhas R, contendo os genes de restauração da fertilidade (Neves, 1994). Estas duas populações já estão sendo submetidas ao primeiro ciclo de seleção (recorrente recíproca), baseando-se em avaliação de famílias de meio-irmãos.

Entre os híbridos experimentais já produzidos, há alguns significativamente mais produtivos que os melhores cultivares não híbridos. Todo o esforço de pesquisa atual está concentrado no desenvolvimento de uma tecnologia de produção de sementes híbridas que viabilize a sua utilização, sob o aspecto econômico. Na exploração das futuras cultivares híbridas, espera-se contar com a parceria da iniciativa privada.

A UTILIZAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA

Nos últimos anos, o desenvolvimento da biologia molecular tem sido fascinante e permitiu o surgimento de diversas técnicas biotecnológicas novas que estão sendo ou que podem ser utilizadas no melhoramento de plantas. No exterior, algumas técnicas já vem sendo largamente empregadas no melhoramento do arroz, mas, no Brasil, a sua utilização está apenas começando. Uma técnica biotecnológica simples que vem sendo utilizada desde 1985 é a cultura de anteras de plantas híbridas, em gerações precoces, normalmente em F_1 . Com a cultura de antera, recuperam-se, em geral, plantas haplóides, que são diploidizadas natural ou artificialmente com o tratamento com colchicina. A utilização da técnica de cultura de antera pode reduzir em mais de 50% o tempo gasto para obtenção de linhas "puras", e, por conseguinte, no desenvolvimento de uma nova cultivar (Terres e Petters, 1987). No caso do

arroz de sequeiro, Há duas linhagens em avaliação nos ensaios avançados que são originárias de cultura de anteras: a CNA8435 e a CNA8394.

Um dos procedimentos biotecnológicos de maior potencialidade para o melhoramento de arroz corresponde, sem dúvida, a utilização de marcadores moleculares. Estes poderão ter múltiplas aplicações, destacando-se: a identificação de variedades protegidas; a classificação de linhagens quanto a grupos heteróticos; a avaliação de variabilidade, diversidade, classificação, distância genética e filogenia em bancos de germoplasma; a construção de mapas genéticos de ligação; mapeamento genético dos QTL's (Quantitative Trait Loci); introgressão de características via retrocruzamento, assistido por marcadores; e seleção indireta de características de difícil avaliação, como resistência a fatores bióticos e abióticos, comprimento e outros caracteres radiculares, etc (Ferreira & Grattapaglia, 1995). A utilização de marcadores moleculares no melhoramento de arroz, no Brasil, já começou a ser empregada pela Embrapa (CENARGEN-CNPAF) na introgressão de genes da espécie selvagem *Oryza glumaepatula* (forma americana do arroz selvagem, componente do complexo *Oryza perennis*) em duas cultivares de arroz irrigado (BG 90-2 e CICA 8), visando incorporar, no arroz cultivado, genes favoráveis a algumas características agrônômicas, possivelmente presentes na espécie selvagem.

A utilização da transformação genética no melhoramento de arroz não deverá ser tão freqüente quanto a de marcadores moleculares. Parece particularmente promissora para características relacionadas a fatores abióticos como resistência a herbicidas, a baixas temperaturas etc. Nesses casos, não se espera o fenômeno de "quebra" de resistência, tornando a relação custo - benefício da técnica mais favorável.

LITERATURA CITADA

- ABBUD, N. S. **Melhoramento genético do arroz (*Oryza sativa* L.) no Estado do Paraná de 1975 a 1989.** Piracicaba, ESALQ, 1991. 141p. tese Doutorado
- ATROCH, A. L.; MORAIS, O. P.; RANGEL, P. H. N.; CASTRO, E. M. **Progressos do melhoramento genético do arroz de sequeiro no estado do Amapá.** Pesq. Agropec. Brasileira. Brasília, (Enviada para publicação)
- BANZATTO, N. V. & CARMONA, P. S. Melhoramento genético do arroz no Brasil. In: REUNIÃO DO COMITÊ DE ARROZ PARA AS AMÉRICAS DA COMISSÃO INTERNACIONAL DE ARROZ - FAO, 2. 1971, Pelota. **Contribuições técnicas da Delegação Brasileira à Reunião** ... Brasília: Ministério da Agricultura, 1972. p. 121-131.

- CARMONA, P. S.; TERRES, A.L.; 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, IV. 1990, Goiânia. **A pesquisa de arroz nos anos 80: avaliação crítica dos principais resultados.** Goiânia, Embrapa-CNPAF, 1994. (Embrapa . CNPAF. Documentos, .40) p. 269-285.
- EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO. **Programa Nacional de Avaliação de Linhagens.** Goiânia, Embrapa - CNPAF, 1994. 19p. (Embrapa - CNPAF. Documentos, 19).
- FERREIRA, M. E. & GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores RAPD e RFLP em análise genética.** Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1995, pp.220. (EMBRAPA-CENARGEN. Documento, 20)
- HEISER Jr., C. B. **Sementes para a civilização: a história da alimentação humana.** Tradução de Sylvio Uhana. São Paulo, Ed. Nacional, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1977. 253p.
- MORAIS, O. P. de. Fatores ecofisiológicos e genéticos que afetam o melhoramento do arroz para maior rendimento. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectiva para o incremento da produção e do potencial produtivo.** Goiânia: Embrapa-CNPAF-APA, 1995. V. 1. (Embrapa - CNPAF. Documentos, 60). p. 83-94.
- MORAIS, O. P. de; CASTRO, E. da M.de; SANT'ANA, E. P. Seleção recorrente em arroz de sequeiro no Brasil. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE SELEÇÃO RECORRENTE EM ARROZ, 1., 1995, Goiânia. I **Taller...** , Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1995. p. 166-195.

- MORISHIMA, H.; SANO, y.; OKA, H. Evolutionary studies in cultivated rice. **Evolutionary Biology**, 8:135-184.1992
- NEVES, P. C. F.; CASTRO, E. M.; RANGEL, P. H. N.; YOKOYAMA, L. P. Hybrid rice research in brazil. In: VIRMANI, S. S. (Ed.). **Hybrid rice technology: new developments and future prospects**. Manila(Phillipines): International Rice Research Institute, 1994. p. 249-252.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamias; aplicações no melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, Ed. Da UFG, 1993. 271p.
- RANGEL, P. H. N. & NEVES, P. C. F. Seleção recorrente em arroz irrigado no Brasil. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE SELEÇÃO RECORRENTE EM ARROZ, 1., 1995, Goiânia. I **Taller...**, Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1995. P. 114-128
- SOARES, A. A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais**. Lavras, ESAL, 1992. Tese Doutorado.
- TERRES, A. L. & PETERS, S. A. A cultura "in vitro" de anteras de arroz no melhorament genético do arroz irrigado - CPATB, Convênio Embrapa/UFPel. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3. **Resumos...**, 1987, Goiânia: Embrapa-CNPAF, (Embrapa . CNPAF. Documentos, 19). p. 84.