

# ARROZ NA AMÉRICA LATINA: Perspectivas para o Incremento da Produção e do Potencial Produtivo

VOLUME 1



Editores: Beatriz da Silveira Pinheiro e Elcio Perpétuo Guimarães



INGER



Apoio: Fundação Banco do Brasil

**ARROZ NA AMÉRICA LATINA:  
Perspectivas para o Incremento da  
Produção e do Potencial Produtivo**

**v.1. Conferências e Comentários**

**IX Conferência Internacional de Arroz para a América Latina e o Caribe**

**e**

**V Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, Goiânia, GO, Brasil,**

**21 a 25 de março de 1994**

**Editores: Beatriz da Silveira Pinheiro e Elcio Perpétuo Guimarães**

**Organizado por:**

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**

**Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF**

**Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT**

**Rede Internacional para a Avaliação Genética do Arroz - INGER**

**EMBRAPA-CNPAF  
Área de Publicações e Audiovisuais  
Goiânia, GO  
1995**

EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60

**Consultoria Editorial**

Federico Cuevas-Pérez (PROMOAGRO, Colômbia)

**Supervisão Gráfica e Editorial**

Marina Biava (EMBRAPA-CNPAF)

**Tradução**

Maria Luiza Serradourada T. Guimarães (Consultoria CIAT)

Nelly Manosalva de Nivia (CIAT/IRRI)

Antonio Carlos Naves (Consultoria PROMOAGRO, Brasil)

**Digitação**

Fabiano Severino (EMBRAPA-CNPAF)

Sinábio de Sena Ferreira (EMBRAPA-CNPAF)

**Programação Visual**

Sebastião José de Araújo (EMBRAPA-CNPAF)

**Normalização Bibliográfica**

Ana Lúcia D. de Faria (EMBRAPA-CNPAF)

**Tiragem:** 500 exemplares.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA  
LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina:**  
perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo.  
Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA- CNPAF.  
Documentos, 60).

IX Conferência Internacional de Arroz para a América Latina e o Caribe  
e V Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, Goiânia, 1994.  
ISSN 0101-9716.

1. Arroz - Pesquisa - América Latina. 2. Arroz - Congresso. I. Reunião  
Nacional de Pesquisa de Arroz, 5., 1994, Goiânia. II. Pinheiro, B. da S.,  
colab. III. Guimarães, E. P., colab. IV. EMBRAPA. Centro Nacional de  
Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). V. Título. VI. Série.

CDD 633.18

© EMBRAPA, 1995

## APRESENTAÇÃO

A Rede Internacional para a Avaliação Genética do Arroz (INGER) na América Latina e Caribe vem, desde 1985, organizando reuniões técnicas trienais com o objetivo de incentivar a integração técnica entre os países membros. Por sua vez, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (EMBRAPA-CNPAF), em sua função coordenadora da pesquisa de arroz no Brasil, promove periodicamente a realização da Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz (RENAPA). A referida reunião serve como fórum de discussão e atualização de conhecimentos em arroz, não só para a pesquisa como também para os diversos segmentos envolvidos com a cultura.

A convergência da época de realização e a existência de objetivos comuns propiciaram que os dois eventos fossem reunidos, oferecendo à EMBRAPA-CNPAF a honrosa oportunidade de sediar, em Goiânia, GO, de 21 a 25 de março de 1994, em conjunto com a V RENAPA, a IX Conferência Internacional de Arroz para a América Latina e o Caribe.

O evento teve como objetivo central analisar e recomendar alternativas para aumentar o potencial produtivo e a produção na América Latina e Caribe. Para tanto, enfocou quatro temas estratégicos: perspectivas de incremento do potencial produtivo, sob o enfoque genético e fisiológico; possibilidade de integração da cultura a novos sistemas de cultivo; aspectos de produção, comercialização e usos alternativos, visando a diversificação de mercados e demandas; e modelos institucionais de pesquisa.

Consideramos que o evento foi particularmente bem-sucedido, reunindo 235 participantes, 30% dos quais oriundos de outros países da América Latina bem como dos Estados Unidos, Ásia e África. Os temas abordados tiveram ampla receptividade entre os participantes devido à sua modernidade e aplicabilidade, tanto em nível da pesquisa quanto dos diferentes segmentos representados no evento e relacionados com ensino, extensão rural, produção, agroindústria, etc.

O presente documento é uma compilação das conferências, comentários, resumos de posters e resultados dos grupos de trabalho, servindo como registro das atividades realizadas, visando a difusão das idéias e a adoção das recomendações.

Estamos seguros de que os resultados do evento, incluindo a integração, intercâmbio de idéias e discussão, deverão trazer reflexos importantes no planejamento de ações futuras e na indicação de soluções para os problemas da cultura de arroz na América Latina e Caribe.

Homero Aidar  
Chefe do CNPAF

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	9
------------------	---

## TEMA: POTENCIAL DE RENDIMENTO

Coordenador: *José Galli*

### Conferência

AUMENTO DO POTENCIAL GENÉTICO DE RENDIMENTO DO ARROZ: PERSPECTIVAS E MÉTODOS .....	13
<i>Gurdev S. Khush</i>	

### Comentários

MELHORAMENTO DA EFICIÊNCIA BIOLÓGICA DAS PLANTAS VIA MODIFICAÇÃO DA ARQUITETURA .....	31
<i>Isaias Olivio Geraldi</i>	

SELEÇÃO RECORRENTE E HÍBRIDOS: ALTERNATIVAS PARA AUMENTAR O POTENCIAL PRODUTIVO DAS VARIEDADES DE ARROZ .....	37
<i>Paulo Hideo Nakano Rangel</i>	

A BIOTECNOLOGIA E O POTENCIAL DE RENDIMENTO BIOLÓGICO DO NOVO IDEOTIPO DE PLANTA DE ARROZ .....	49
<i>Alberto B. Livore</i>	

### Conferência

ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS RELACIONADOS AO AUMENTO DO POTENCIAL DE RENDIMENTO BIOLÓGICO E COMERCIAL DA CULTURA DO ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L.) .....	57
<i>Shigemi Akita</i>	

### Comentários

ESTRATÉGIAS FISIOLÓGICAS E BIOFÍSICAS PARA A EXPLORAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA ASSOCIADA À PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS, COM DESTAQUE PARA O ARROZ .....	77
<i>Antonio Celso N. Magalhães</i>	

FATORES ECOFISIOLÓGICOS E GENÉTICOS QUE AFETAM O MELHORAMENTO DO ARROZ PARA MAIOR RENDIMENTO .....	83
<i>Orlando Peixoto de Moraes</i>	

## TEMA: INTEGRAÇÃO DA CULTURA DE ARROZ A NOVOS SISTEMAS AGRÍCOLAS

Coordenador: *Luis Fernando Stone*

### Conferência

- O ARROZ NOS SISTEMAS DE CULTIVO DO CERRADO ..... 95  
*João Kluthcouski, Beatriz da S. Pinheiro & Lidia P. Yokoyama*

### Comentários

- COMENTÁRIOS À CONFERÊNCIA “O ARROZ NOS SISTEMAS DE CULTIVO DO CERRADO” ..... 117  
*José Ignacio Sanz*

- O ARROZ COMO COMPONENTE DE SISTEMAS AGRÍCOLAS NA REGIÃO CENTRO-NORTE DO MATO GROSSO ..... 123  
*Serge Bouzinac & Lucien Séguy*

- SISTEMAS DE PRODUÇÃO NOS CERRADOS BRASILEIROS ..... 139  
*Carlos Roberto Spehar*

### Conferência

- SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL ..... 151  
*Rogério O. de Sousa, Eloy A. Pauletto & Algenor da S. Gomes*

### Comentários

- COMENTÁRIOS À CONFERÊNCIA “SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL” ..... 169  
*Roberto Cabello Martínez*

- INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO ..... 175  
*Gustavo G. Arguissain*

- SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE ARROZ NO BAIXO SÃO FRANCISCO ..... 181  
*Luiz C. G. Barros, Fernando G. da Silva & Antonio L. Castro*

**TEMA: INTEGRAÇÃO DE MERCADOS E DIVERSIFICAÇÃO DO  
CONSUMO DE ARROZ**

Coordenador: *Nestor Gutierrez*

**Conferência**

- PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA: ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O FUTURO ..... 197  
*Edgardo R. Moscardi*

**Comentários**

- COMENTÁRIOS À CONFERÊNCIA “PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA: ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O FUTURO” ..... 217  
*Eloi Flores da Silva*

- COMENTÁRIOS À CONFERÊNCIA “PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA: ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O FUTURO” ..... 223  
*Norberto Quezada*

**Conferência**

- CONSUMO DE ARROZ NOS ESTADOS UNIDOS ..... 229  
*Janeth Livezey*

**Comentário**

- CONSUMO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA E CARIBE: EM BUSCA DE NOVOS HORIZONTES ..... 235  
*Luis R. Sanint*

**TEMA: ALTERNATIVAS DE ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA  
AGRÍCOLA NA AMÉRICA LATINA**

Coordenador: *Federico Cuevas-Pérez*

UM NOVO MODELO DE APOIO À PESQUISA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE .....	251
<i>Mark D. Winslow</i>	
O MODELO INSTITUCIONAL E O SISTEMA DE PLANEJAMENTO DA EMBRAPA .....	263
<i>Murilo Xavier Flores</i>	
NOVO MODELO INSTITUCIONAL PARA A PESQUISA AGROPECU ÁRIA NA COLÔMBIA: O CASO DE CORPOICA .....	277
<i>Fernando Chaparro</i>	
MANEJO E FINANCIAMENTO DAS ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS AGRÍCOLAS ATRAVÉS DO SETOR PRIVADO: O CASO DO PERU .....	289
<i>Otto Flores-Sáenz</i>	

## INTRODUÇÃO

Apesar de contribuir com apenas 3,9% da produção mundial e 5,5% da superfície cultivada, a cultura do arroz desempenha um papel estratégico para a América Latina e o Caribe, tanto em nível econômico quanto social.

A área cultivada com a cultura na região é de aproximadamente 7 milhões de hectares, com uma produção de 18 milhões de toneladas. A partir da década de 70, com a introdução do novo tipo de planta, a produção vem apresentando uma taxa de crescimento anual de 2,8%, mais dependente do incremento do rendimento (1,7% ao ano) do que da expansão de área (1,1% ao ano). Apesar disso, o rendimento atual de 2,5 t/ha ainda é considerado baixo em comparação aos padrões mundiais, e é explicado pela acentuada participação do ecossistema de sequeiro, que contribui com 57% da área total sob arroz, mas apenas 28% da produção regional.

Existem diferenças marcantes entre países no que se refere ao sistema de cultivo predominante, nível tecnológico, sistema fundiário, desenvolvimento agroindustrial e estrutura da pesquisa em arroz. Entretanto, as prioridades da pesquisa para um mesmo ecossistema não variam no mesmo grau, e as limitações ao rendimento se apresentam relativamente constantes de país a país. Esse fato propicia o intercâmbio de resultados e/ou sua adaptação de um local para outro e, em especial, explica o sucesso da Rede Internacional para a Avaliação Genética do Arroz (INGER), que envolve um total de 23 países na América Latina e Caribe.

No período 1976-1994, foram lançadas 202 cultivares na região. Destas, 81 originaram-se diretamente de introduções feitas através do INGER, enquanto 79 tiveram pelo menos um progenitor oriundo dessa rede.

A maioria (44,1%) dos pesquisadores na América Latina e Caribe concentra suas atividades em fitotecnia, enquanto 30,2% estão envolvidos com o melhoramento genético da cultura. Contudo, como parte dos fitotecnistas também realiza testes de competição de linhagens visando sua recomendação, a área com maior concentração de atividades é o melhoramento. Isto reflete o fato de que o caminho preferencial para superar as limitações de caráter biótico ou abiótico na região seja a resistência varietal da cultura.

Alto potencial de rendimento tem sido uma forte prioridade para o ecossistema irrigado. Entretanto, esse objetivo não tem sido alcançado e os rendimentos experimentais estão estagnados. Como causa, tem sido implicada a base genética muito estreita das cultivares recomendadas para a região. Esta mesma causa tem sido apontada como um dos motivos para a falta de avanço no que se refere à resistência à seca, no ecossistema de sequeiro.

A IX Conferência Internacional de Arroz para a América Latina e o Caribe/V Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz foi organizada em torno da problemática do potencial de rendimento ou potencial produtivo, aqui usados como sinônimos. Este tema central foi examinado em duas conferências distintas, uma enfocando o novo modelo de tipo de planta, proposto recentemente pelo IRRI, e a outra, os processos fisiológicos determinantes do rendimento. Essas conferências foram complementadas através de comentários realizados sob a ótica da genética, fisiologia, biotecnologia e melhoramento, resultando em importantes contribuições ao tema.

Um segundo tema examinado no evento foi a integração da cultura a novos sistemas agrícolas bem como a sua intensificação em áreas em exploração, com vistas a aumentar a produção e evitar a expansão da fronteira agrícola. O tema foi abordado em duas conferências, enfocando os ecossistemas de sequeiro e irrigado e em comentários que abordaram desde o sistema consorciado arroz/pastagem, em sistemas extensivos, até o sistema de suinorizipiscicultura, em sistemas intensivos.

Como terceiro tema selecionado, foram examinados, sob a forma de conferências e comentários, vários aspectos da produção, comercialização e novos usos do produto, visando a identificação de oportunidades e as possibilidades de ampliação e diversificação de demandas e mercados.

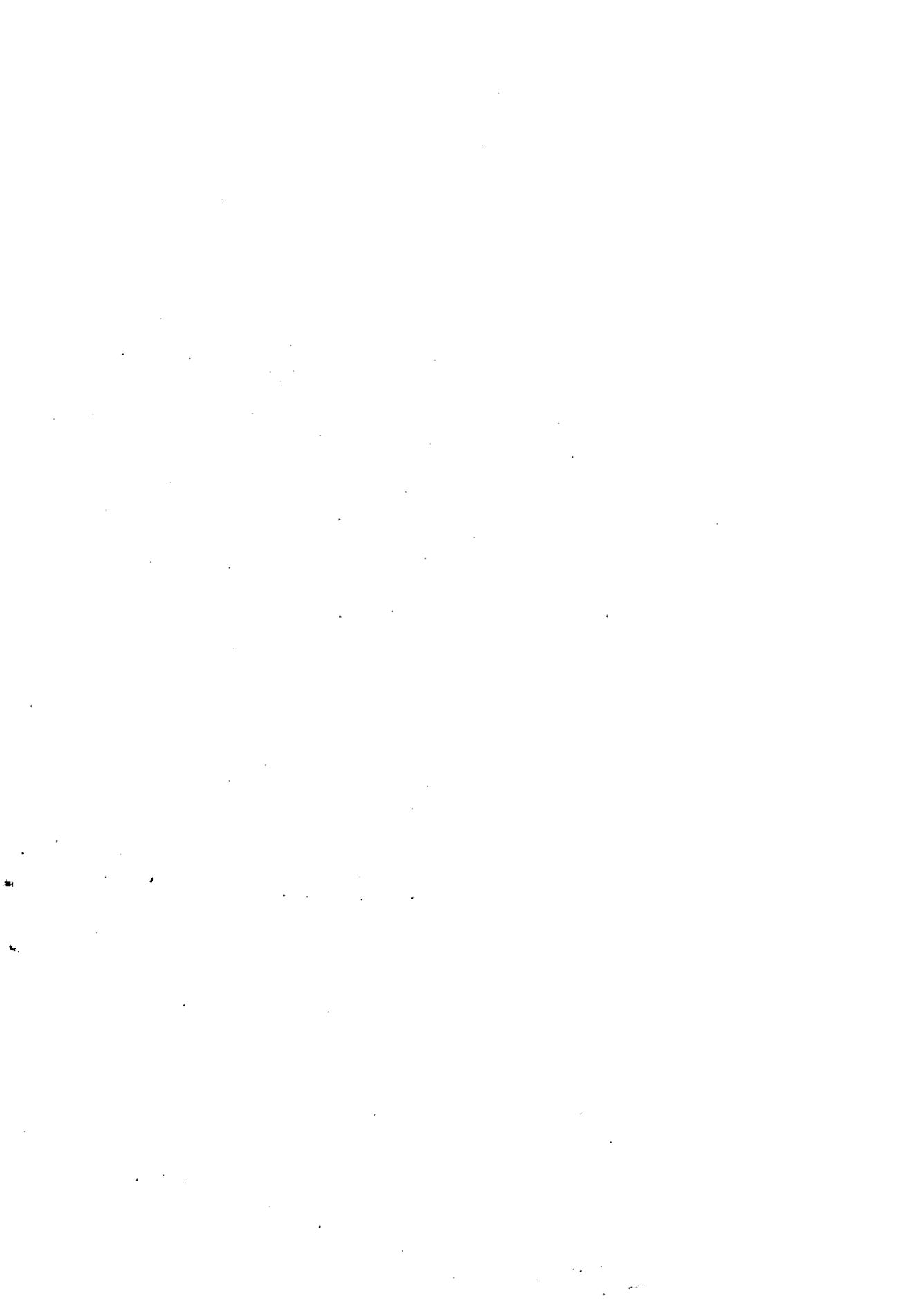
Finalmente, na forma de painel, foram examinados quatro modelos institucionais de organização da pesquisa na região, todos eles contribuindo com uma nova perspectiva na estrutura tradicional, propondo novos caminhos para o desenvolvimento tecnológico da região e examinando o papel da pesquisa internacional versus nacional e a possível complementaridade entre o setor público e o privado.

Em adição às conferências e comentários expandidos, apresentados no volume 1, o evento ainda compreendeu a apresentação de posters, associados aos temas selecionados, além da realização de grupos de trabalho, centrados sobre questões estratégicas despertadas pelos mesmos temas. Os resumos dos posters e as conclusões dos grupos de trabalho são apresentados no volume 2.

Espera-se que o presente documento possa efetivamente contribuir para que sejam atingidos os objetivos preconizados pela Conferência, ao analisar e recomendar alternativas para aumentar a produção e o potencial produtivo da cultura do arroz na América Latina e Caribe.

Beatriz da Silveira Pinheiro  
Elcio Perpétuo Guimarães

**TEMA: POTENCIAL DE RENDIMIENTO**



# AUMENTO DO POTENCIAL GENÉTICO DE RENDIMENTO DO ARROZ: PERSPECTIVAS E MÉTODOS

Gurdev S. Khush<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Nos últimos 25 anos ocorreram importantes aumentos na produção de arroz devido principalmente à adoção, em larga escala, de cultivares semi-anãs de alto rendimento e de tecnologias melhoradas. A produção mundial de arroz duplicou de 257 milhões de toneladas, em 1965, para 520 milhões, em 1990. Durante esse período, a produção de arroz aumentou em uma proporção pouco superior ao aumento da população. Todavia, a taxa de aumento da produção de arroz está diminuindo e, se essa tendência não for revertida, uma severa falta de alimento ocorrerá no próximo século.

A atual população mundial de 5,5 bilhões alcançará, provavelmente, 6 bilhões no ano 2000, 7 bilhões em 2010 e 8 bilhões em 2020. A população dos países consumidores de arroz está aumentando a uma taxa maior que a do restante do mundo, e estima-se que, nos próximos 25 anos, o número de pessoas que come arroz possivelmente deva aumentar em cerca de 70%. Portanto, deverão ser produzidas 380 milhões de toneladas a mais de arroz no ano 2020. Estimativas indicam que ao final deste século, a demanda de arroz será maior que a produção (International Food Policy Research Institute, 1977).

É pouco provável que ocorra aumento significativo na área plantada com arroz, dada a estabilidade observada a nível mundial desde 1980. Na verdade, essa área deve diminuir porque terras de boa qualidade para o cultivo de arroz estão sofrendo pressão da urbanização e industrialização. A crescente demanda por arroz deverá ser atendida com menos área, menos água, menor quantidade de mão-de-obra e menos pesticidas. Desse modo, para lograr os objetivos de aumento da produção de arroz, é preciso cultivares de arroz com potencial de rendimento mais elevado e melhores práticas de manejo. No plano estratégico preparado pelo Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI) para o ano 2000 e subseqüentes (International Rice Research Institute, 1989) foi dada alta prioridade para o aumento do potencial de rendimento do arroz.

---

<sup>1</sup> Pesquisador, Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI), P.O. Box 933, Manila, Filipinas.

## **ESTRATÉGIAS PARA AUMENTAR O POTENCIAL DE RENDIMENTO**

O potencial de rendimento das atuais cultivares de arroz de alta produtividade na região tropical é de 10 t/ha na época seca e de 6,5 t/ha na estação chuvosa. Fisiologistas vegetais têm sugerido que o ambiente físico nos trópicos não é um fator limitante ao aumento do rendimento do arroz. O rendimento potencial máximo foi estimado em 9,5 e 15,9 t/ha, durante as estações seca e chuvosa, respectivamente (Yoshida, 1981).

Incrementos significativos no potencial de rendimento das plantas cultivadas têm sido, de uma maneira geral, obtidos através de modificações no tipo de planta. Uma nova arquitetura de planta permitiu que o potencial de rendimento do arroz duplicasse nos anos 60. Esse novo tipo de planta caracterizou-se pela baixa estatura, alto perfilhamento, colmos fortes e folhas eretas e verde-escuras. Este tipo de planta foi extremamente efetivo no aumento da produtividade das áreas cultivadas com arroz. Atualmente, mais de 60% da área mundial com arroz é coberta por cultivares semi-ãnas. Durante os 30 anos que se seguiram ao desenvolvimento desse tipo de planta, somente incrementos marginais ocorreram no potencial de rendimento do arroz. Isso se deve a que os esforços de melhoramento do arroz foram destinados à incorporação de resistência a doenças e insetos, à redução do ciclo e à melhoria da qualidade de grão.

Para obter-se um novo aumento significativo no potencial de rendimento, deve-se explorar a possibilidade de modificar ainda mais o presente tipo de planta de alto rendimento. Outra estratégia para aumentar o potencial de rendimento da cultura nos trópicos é explorar o vigor híbrido ou heterose através do desenvolvimento de arroz híbrido.

### **. NOVO TIPO DE PLANTA PARA AUMENTAR O POTENCIAL DE RENDIMENTO**

O rendimento de grãos é função da matéria seca total e do índice de colheita. Portanto, o rendimento pode ser aumentado tanto através do aumento da matéria seca total (biomassa), do índice de colheita ou de ambos. O índice de colheita das cultivares modernas de elevado rendimento situa-se ao redor de 0,45-0,50, podendo ser incrementado para aproximadamente 0,6. As possibilidades de aumento da biomassa devem ser exploradas, tanto através de meios genéticos quanto de práticas de manejo.

Para aumentar o índice de colheita e a produção de biomassa, as seguintes características varietais podem ser melhoradas:

## .. Aumento do Índice de Colheita

- . Aumento do tamanho do dreno
  - . Maior número de espiguetas por panícula
  - . Maior partição de assimilados para formação da espiguetas
- . Aumento do enchimento de grãos
  - . Manipulação da senescência das folhas
  - . Maior proporção de grãos de alta densidade
  - . Manutenção de um sistema radicular sadio
  - . Maior resistência ao acamamento

## .. Aumento da Produção de Biomassa

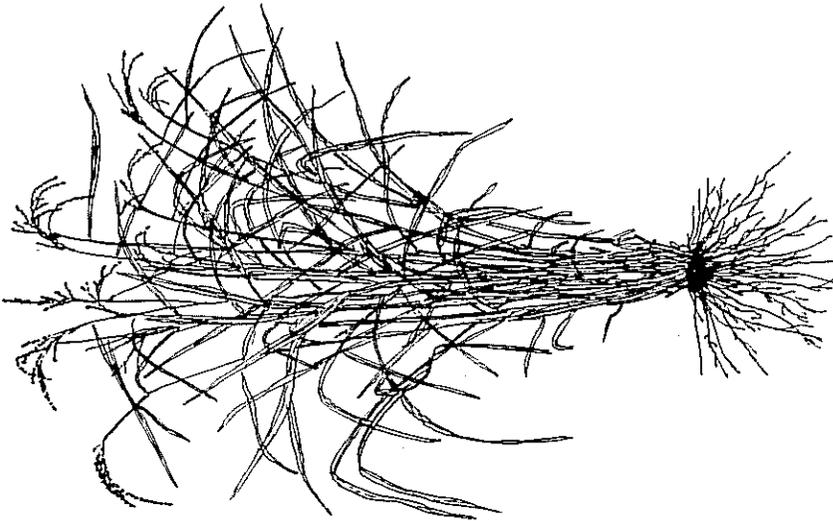
- . Estabelecimento de copa com boa estrutura
  - . Rápido desenvolvimento da área foliar
  - . Rápida absorção de nutrientes
- . Redução no consumo de carbono

Para alcançar os objetivos mencionados anteriormente, foi idealizado um novo tipo de planta (Figura 1), cujos atributos são relacionados a seguir:

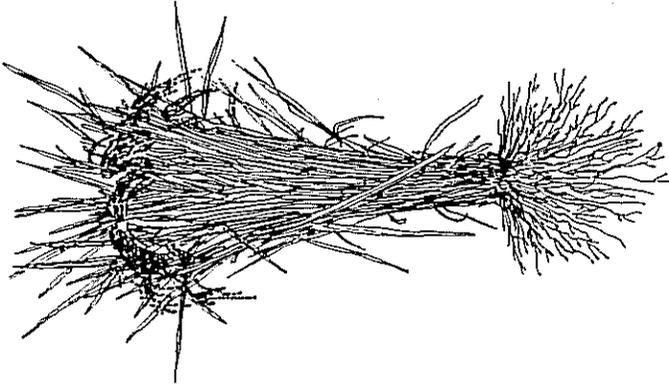
- . Baixa capacidade de perfilhamento (três a quatro perfilhos por planta, sob semeadura direta);
- . Ausência de perfilhos improdutivos;
- . 200 a 250 grãos por panícula;
- . 90 a 100 cm de altura;
- . Colmos muito fortes;
- . Folhas verde-escuras, espessas e eretas;
- . Sistema radicular vigoroso;
- . Ciclo de 100 a 130 dias;
- . Resistência múltipla a doenças e insetos; e
- . Grão de qualidade aceitável.

## .. Reduzida Capacidade de Perfilhamento e Panículas Grandes

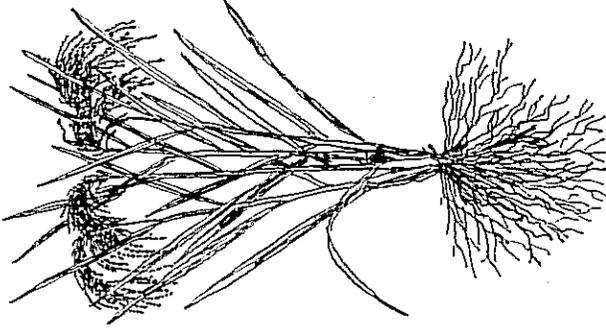
O aumento no potencial de rendimento de outros cereais como milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L.) resultou do aumento no tamanho do dreno. Seleção e melhoramento para maior tamanho do dreno foram acompanhados por diminuição no número de perfilhos. Cultivares modernas de milho e sorgo possuem somente um colmo, enquanto as primitivas tinham um grande número de perfilhos e espigas pequenas (Khush, 1993). Teosinto, o ancestral do milho, tem entre 20 e 25 perfilhos e espigas pequenas, com poucos grãos.



TRADICIONAL



MELHORADA



IDEAL

FIG. 1. Tipos de planta de arroz irrigado.

Ao domesticar o milho nas Américas, os agricultores deram continuidade ao processo de seleção de espigas grandes, o que resultou na redução do número de perfilhos. Quando introduzido na Europa, no século XV, o milho apresentava somente quatro a cinco perfilhos. Seleção subsequente resultou em plantas possuindo apenas um colmo com espiga muito grande.

Sorgos com um único colmo e de estatura baixa foram criados na era pós-mendeliana. Em contraste, as cultivares modernas de arroz perfilham profusamente e, em condições favoráveis, apresentam de 20 a 25 perfilhos. Somente 14 a 15 perfilhos produzem panículas, e os restantes permanecem improdutivo, competindo com os perfilhos produtivos por assimilados, energia solar e nutrientes minerais, particularmente nitrogênio. A eliminação dos perfilhos improdutivo pode direcionar mais nutrientes à produção de grãos; entretanto, a magnitude dessa contribuição potencial ao rendimento ainda não foi quantificada. Além disso, a densa copa resultante do excesso de produção de perfilhos cria um microambiente úmido favorável a doenças, especialmente a patógenos endógenos como a queima-da-bainha (*Rhizoctonia solani*) e o apodrecimento do colmo (*Sclerotium oryzae*), os quais crescem em copas ricas em nitrogênio (Mew, 1991).

Uma quantidade reduzida de perfilhos também facilita a sincronização da floração e maturação e a produção de panículas de tamanho uniforme. Genótipos de baixo perfilhamento têm uma alta proporção de grãos de alta densidade (Padmaja Rao, 1987b).

O número de espiguetas por unidade de área é o determinante primário da produção de grãos em cereais cultivados em ambientes de alto rendimento na ausência de estresse (Takeda, 1984). O número de espiguetas por unidade de área pode ser incrementado através do aumento do número de panículas ou do número de espiguetas por panícula. As cultivares modernas de arroz, altamente produtivas, têm um número de panículas muito maior que as cultivares tradicionais que substituíram. Existe, entretanto, um limite para o aumento do número de panículas. Perfilhos adicionais tornam-se improdutivo, ocasionando um excessivo índice de área foliar (IAF) e crescimento vegetativo e uma alta porcentagem de grãos vazios. Indubitavelmente, panículas grandes são um pré-requisito para compensar a redução do número de panículas em plantas com baixo perfilhamento.

#### **. Tamanho e Densidade de Grãos e Porcentagem de Grãos Cheios**

O peso de mil grãos considerado ideal para o arroz é de aproximadamente 25 g. Grãos maiores tendem a ser gessados e, portanto, têm menor valor de mercado. Venkateswarlu et al. (1986) encontraram

grande variação no peso de cada grão dentro de uma panícula. Independente do ciclo da cultivar estudada, a proporção de grãos mais pesados e de alta densidade foi maior na parte superior da panícula (espiguetas em posição superior) e menor nas espiguetas inferiores das panículas mais baixas da copa (Padmaja Rao, 1987a). Grãos de alta densidade tendem a aparecer nas ramificações primárias da panícula, enquanto espiguetas das ramificações secundárias têm menor peso de grãos (Ahn, 1986). A proporção de grãos de alta densidade também foi maior nos perfilhos primários do que nos secundários e terciários (Padmaja Rao, 1987b). Cultivares de baixo perfilhamento possuem mais perfilhos primários por unidade de área e, por conseguinte, produzem maior proporção de grãos de alta densidade, contribuindo para o aumento do potencial de rendimento.

O processo de seleção para grãos de alta densidade, visando o aumento do potencial de rendimento, parte do princípio que existem assimilados suficientes ou fonte para produzir grãos mais pesados. Assim, o papel da limitação da fonte no controle da proporção de grãos de alta densidade deve ser esclarecido.

Kato (1989) enfatizou a importância de três fatores no processo de enchimento dos grãos: (1) produção de fotoassimilados pela fonte; (2) translocação de fotoassimilados através da rede de transporte; e (3) acumulação de fotoassimilados pelo dreno. O processo de enchimento de grãos resulta do balanço entre estas três propriedades. Folhas verde-escuras, espessas e de senescência lenta são desejáveis. Colmos grossos têm mais feixes vasculares (Hayashi, 1980), os quais não somente fornecem um sistema eficiente de transporte como também contribuem para a resistência ao acamamento.

## **.. Características da Copa e da Folha**

Ângulo de folha ereto é uma característica desejável em cultivares de alto rendimento. Sob alto IAF, a luz é usada mais eficientemente em copas com folhas eretas (Yoshida, 1976). A assimilação de carbono de uma folha exposta à luz somente de um lado é menor do que quando exposta em ambos os lados. Esta diferença é maior quando as folhas apresentam alto conteúdo de nitrogênio e são espessas. Conseqüentemente, uma comunidade de plantas com folhas orientadas verticalmente oferece melhor penetração à luz e maior assimilação de carbono por unidade de área (Tanaka, 1976). Folhas decumbentes ou orientadas horizontalmente implicam em aumento da umidade relativa e redução da temperatura da copa devido à menor penetração de luz e movimento do ar. Embora a espessura da folha não seja

associada ao aumento do potencial de rendimento, apresenta-se positivamente correlacionada com a taxa fotossintética da folha. Por conseguinte, a maior espessura da folha é uma característica desejável (Yoshida, 1972), constituindo um critério útil de seleção visual para o novo tipo de planta.

## **.. Duração do Ciclo**

A duração ótima do ciclo para obter máximo rendimento do arroz nos trópicos é de cerca de 120 dias do plantio à colheita. No sistema de transplântio, cultivares de ciclo curto normalmente produzem menos em espaçamentos convencionais, devido ao período vegetativo insuficiente para atingir níveis máximos de rendimento (Yoshida, 1976). Um ciclo ao redor de 120 dias permite que a planta utilize mais nitrogênio e radiação solar, resultando em maiores rendimentos.

Variação na duração do ciclo reflete basicamente diferenças no período de crescimento vegetativo (Vergara et al., 1969). Assim, existe uma correlação positiva entre a duração do ciclo e o período que vai da iniciação da panícula ao florescimento. Deste modo, uma cultivar precoce tem um período relativamente curto para o crescimento da panícula antes da sua emissão, e o número de espiguetas está relacionado positivamente com a taxa de crescimento da cultura durante o período que vai da iniciação da panícula à floração. Menor duração do crescimento da panícula é freqüentemente acompanhada por menor produção de grãos. A possibilidade de ampliar o período de crescimento da panícula e do enchimento dos grãos, independentemente da duração total do crescimento, ainda não foi explorada.

## **.. Altura de Planta, Espessura de Colmo, Produção de Biomassa e Índice de Colheita**

A baixa estatura da planta reduz a suscetibilidade ao acamamento e conduz a um maior índice de colheita (IC). Colmos curtos requerem menor respiração de manutenção e contribuem para a melhoria do balanço fotossíntese-respiração (Tanaka et al., 1966). A diminuição da atual estatura das cultivares semi-anãs reduziria o total de matéria seca. Uma altura de planta entre 90-100 cm é considerada ideal para obter máximo rendimento. É estimado que as reservas dos colmos contribuem com cerca de 2 t/ha para o rendimento de grãos, portanto, colmos mais grossos podem servir para acumular mais fotoassimilados.

Não é difícil aumentar a produção de biomassa, quando o arroz é cultivado em ambientes de alta radiação solar, similar à estação seca nos trópicos, desde que exista suprimento abundante de nitrogênio (Akita, 1989). Sem colmos fortes e grossos e apropriada partição de fotoassimilados, o aumento na produção de biomassa resulta em acamamento, sombreamento mútuo, maior incidência de doenças e redução no rendimento de grãos (Vergara, 1988). Se o acamamento e os problemas com doenças fossem resolvidos, o aumento de produção de biomassa poderia contribuir para aumentar o potencial de rendimento em condições tropicais.

Para um ambiente específico existe uma duração ótima do ciclo para alto rendimento e alto IC. O IC das cultivares modernas de alto rendimento varia de 0,45 a 0,53, dependendo da estação de cultivo. Segundo Vergara & Visperas (1977), o IC é maior durante a estação seca. Existe, evidentemente, um limite ao aumento do IC em cultivares melhoradas. Austin et al. (1980) estimaram o IC máximo possível para trigo em 0,63. Se o mesmo fosse aplicável ao arroz, o atual potencial de rendimento, 10 t/ha com IC de 0,53, aumentaria para 12 t/ha, assumindo a mesma biomassa e um IC de 0,63 para o novo tipo de planta (Evans, 1993).

## **.. Sistema Radicular**

As raízes são a base das plantas mas ainda permanecem relativamente pouco estudadas quando comparadas com o restante da planta. Cultivares de arroz diferem tanto nas partes da planta abaixo da superfície do solo quanto naquelas situadas acima. Por exemplo, são conhecidas diferenças entre cultivares de comprimento, grau de ramificação, volume e espessura de raiz. Raízes espessas e profundas proporcionam melhor ancoragem e resistência ao acamamento. Raízes saudias são benéficas para a absorção de nutrientes, principalmente durante o período de enchimento dos grãos.

## **.. Resistência a Doenças e Insetos**

Para a completa expressão do potencial de rendimento, resistência genética a doenças e insetos é essencial, especialmente sob condições tropicais. As doenças do arroz mais importantes são brusone (*Pyricularia grisea*), queima bacteriana (*Xanthomonas* pv. *oryzae*), queima-da-bainha (*Rhizoctonia solani*) e várias doenças virais. Os insetos mais importantes são cicadelídeos, delfacídeos e brocas-do-colmo.

### . Situação Atual do Melhoramento para o Novo Tipo de Planta

Os trabalhos de melhoramento sobre o novo tipo de planta tiveram início em 1989, quando cerca de 2 mil entradas do Banco de Germoplasma do IRRI foram cultivadas durante as estações seca e chuvosa visando identificar doadores para várias características. Foram identificados doadores com baixo perfilhamento, panículas grandes, colmos grossos, sistema radicular vigoroso e baixa estatura (Tabela 1).

**TABELA 1. Doadores para várias características usadas no desenvolvimento do novo tipo de planta.**

Característica	Doador
Baixa estatura	MD2, Sheng-Nung 89-366
Baixo perfilhamento	Merim, Gaok, Gendjah Gempol, Gendjah Wangkal
Panículas grandes	Daringan, Djawa Serang, Ketan Gubat
Colmos grossos	Sengkeu, Sipapak, Sirah Bareh
Qualidade de grão	Jhum Paddy, WRC4, Azucena, Turpan 4
Resistência à	
. Queima bacteriana	Ketan Lumbu, Laos Gedjah, Tulak Bala
. Brusone	Moroberekan, Pring, Ketan Aram, Mauni
. Tungro	Gundil Kuning, Djawa Serut, Jimbrug, Lembang
. Gafanhoto verde	Pulut Cenrana, Pulut Senteus, Tua Dikin

Os trabalhos de cruzamento foram iniciados na estação seca de 1990. As progênies  $F_1$  foram conduzidas pela primeira vez na estação chuvosa de 1990, as progênies  $F_2$  na estação seca de 1991 e os viveiros de seleção genealógica na estação chuvosa de 1991. Desde então, foram realizados 916 cruzamentos e conduzidas 46.945 linhagens por seleção genealógica. Linhagens possuindo as características do ideotipo proposto foram

selecionadas, sendo conduzidas pela primeira vez em ensaios de observação na estação chuvosa de 1993. Seu potencial de rendimento está sendo avaliado na estação seca de 1994 em parcelas com repetição sob várias práticas de manejo.

Com base nos ensaios de observação conduzidos na estação chuvosa de 1993 e na estação seca de 1994, as seguintes características do novo tipo de planta foram observadas:

- . As linhagens com novo tipo de planta produziram menor número de perfilhos que as cultivares *Indica* melhoradas. A resposta do perfilhamento ao espaçamento e níveis de nitrogênio foi similar para ambos os tipos.
- . O número de espiguetas por panícula do novo tipo de planta foi duas a três vezes maior que o da cultivar *Indica* melhorada IR 72.
- . Algumas linhagens do novo tipo de planta apresentaram cerca de 20% mais espiguetas por m<sup>2</sup> e, portanto, um dreno potencial 20% maior do que o da IR 72. A porcentagem de grãos cheios e o peso de mil grãos foram similares em ambos os tipos.
- . A fotossíntese por unidade de área foliar do novo tipo de planta foi 10 a 15% maior que a da IR 72, durante os estágios vegetativo e reprodutivo. Essa vantagem foi devido principalmente à alta concentração de nitrogênio nas linhagens do novo tipo de planta.
- . As linhagens do novo tipo de planta tinham folhas mais verdes, espessas e eretas do que as da IR 72, além de manter de uma a duas folhas funcionais a mais no período de floração.
- . A duração da função da folha bandeira nas linhagens do novo tipo de planta parece ser mais longa do que aquela da IR 72. Isso pode resultar em um período mais longo de enchimento de grãos e contribuir para aumento do potencial do rendimento.
- . As linhagens do novo tipo de planta apresentaram colmos mais grossos e robustos e maior resistência ao acamamento.
- . O ciclo das linhagens do novo tipo de planta foi similar (115-120 dias) ao das *Indica* melhoradas.

Melhoramentos adicionais visam aumentar a qualidade dos grãos e incorporar resistência a doenças e insetos. Doadores para essas características já foram identificados (Tabela 1) e estão sendo usados em cruzamentos.

## . GERMOPLASMA PARA O NOVO TIPO DE PLANTA

Ao buscar doadores de várias características para criar o novo tipo de planta, examinou-se primeiramente o germoplasma classificado como *Bulu* ou *Javanica* da Indonésia. Os *Bulu* são conhecidos pelo baixo perfilamento, panículas grandes e colmos fortes. São geneticamente muito próximos dos *Japonica* cultivados em região temperada.

Baseando-se na constituição alélica de 15 locus de isoenzima, Glaszmann (1987) mostrou que *Javanica* e *Japonica* pertencem ao mesmo grupo varietal. Assim, no presente documento, os *Javanica* são referidos como *Japonica* tropical.

Cruzamentos entre *Japonica* tropical e *Japonica* de clima temperado são totalmente férteis e não existem barreiras para a recombinação. Ao contrário, cruzamentos entre *Indica* e *Japonica* apresentam variados graus de esterilidade e resultam em progênies recombinantes pobres, uma vez que existem restrições para a recombinação.

Foi tomada a decisão de limitar os cruzamentos para o novo tipo de planta dentro do germoplasma *Japonica* tropical com a introdução seletiva de genes de *Japonica* de clima temperado e *Indica*. São três as razões para essa estratégia:

(1) Não há problema de esterilidade ou restrição à recombinação em intercruzamentos dentro do germoplasma *Japonica*.

(2) Após o importante aumento no potencial de rendimento do germoplasma *Indica*, através da introdução de genes para baixa estatura na metade dos anos 60, não houve nenhum incremento significativo desse potencial, apesar de esforços de programas de melhoramento nacionais e internacionais. Assim, optou-se por trabalhar com germoplasma completamente diferente, para explorar a possibilidade do aumento do potencial de rendimento.

(3) Híbridos *Indica/Japonica* apresentam maior heterose, mas o germoplasma *Japonica* de clima temperado não é adaptado às condições tropicais e, portanto, não pode ser usado para produzir híbridos F<sub>1</sub>. Para este objetivo, os *Japonica* tropicais melhorados com genes para ampla compatibilidade, baixa estatura, resistência a doenças e insetos e grãos longos e finos são mais adequados (Khush & Aquino, 1994).

Para identificar doadores tradicionais para o programa de melhoramento de *Japonica* tropicais, o germoplasma dos países do sudeste da Ásia está sendo sistematicamente classificado. Em adição aos *Bulu* da Indonésia, foram identificadas muitas cultivares *Japonica* tropicais em

germoplasma da Malásia, Tailândia, Birmânia, Laos, Vietnã e Filipinas. Nesses países, *Japonica* tropicais são cultivadas tanto em condições de sequeiro quanto irrigado. Cultivares de sequeiro da Tailândia e de Laos são basicamente *Japonica*. Algumas cultivares de sequeiro das Filipinas e da Malásia são *Japonica* e outras são *Indica*. *Japonica* tropicais são cultivadas sob irrigação nas Filipinas e na Indonésia. O arroz "Tinawon" cresce em terraços irrigados nas Filipinas enquanto os *Bulu* de cultivo irrigado de Java e Bali, na Indonésia, são *Japonica*.

As *Japonica* de sequeiro do sudeste da Ásia foram introduzidas na Guiné e outros países do oeste da África por sacerdotes portugueses e espanhóis, a partir do século XVI. Deste modo, muitas das cultivares do oeste da África, tais como Moroberekan, OS4 e OS6, são *Japonica*. *Japonica* de sequeiro do oeste da África foram introduzidas pelos portugueses no Brasil, e se espalharam para outros países latino-americanos. Assim, muitas das cultivares de sequeiro na América Latina são *Japonica*.

Os cruzamentos realizados envolvendo cultivares de sequeiro de grãos longos, do Brasil e do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), com linhagens de *Japonica* tropical não apresentaram qualquer problema de esterilidade ou barreiras à recombinação.

#### ARROZ HÍBRIDO PARA AUMENTO DO POTENCIAL DE RENDIMENTO

O arroz híbrido é cultivado na China desde 1976 e, em média, apresenta uma vantagem no rendimento de cerca de 15% sobre as melhores cultivares. Aproximadamente 50% da área de arroz na China é atualmente cultivada com híbridos (Yuan et al., 1994). Estes foram avaliados nos países tropicais e não se mostraram adaptados.

A pesquisa com arroz híbrido no IRRI começou em 1978. Híbridos selecionados também apresentam uma vantagem de cerca de 15% no rendimento, sob condições tropicais. O maior rendimento do arroz híbrido tropical é devido à maior biomassa total, ao maior número de espiguetas e, até certo ponto, ao maior peso de mil grãos (Ponnuthurai et al., 1984).

O arroz híbrido na China está baseado na macho-esterilidade genético-citoplasmática (CMS) e no sistema de restauração da fertilidade. Centenas de linhagens CMS foram desenvolvidas na China visando a produção de sementes híbrida. Essas linhagens CMS não podem ser usadas para desenvolver híbridos de arroz para os trópicos porque são suscetíveis a doenças e insetos, apresentam baixa adaptação e má qualidade de grão. Em consequência, novas linhagens CMS foram criadas no IRRI e por programas nacionais usando o sistema de macho-esterilidade citoplasmática WA ("wild

abortive”) da China. Não existe escassez de restauradores entre as linhagens de germoplasma *Indica* elite nas regiões tropical e subtropical. Novas fontes de macho-esterilidade citoplasmática foram também identificadas no IRRI.

O sistema de macho-esterilidade genética sensível à temperatura (TGMS) e o sistema de macho-esterilidade genética sensível ao fotoperíodo (PGMS) simplificam a produção de sementes híbridas de arroz. Várias fontes de TGMS e PGMS foram identificadas na China (Sun et al., 1989 e Wu et al., 1991), e alguns mutantes foram identificados no Japão (Maruyama et al., 1991) e no IRRI (Virmani & Voc, 1991).

Os sistemas TGMS e PGMS não requerem linhagens mantenedoras para multiplicação, e os híbridos podem ser desenvolvidos usando somente duas linhagens (no sistema CMS, são necessárias três): TGMS e pólen do progenitor. Este último não precisa ser um restaurador. Provavelmente, híbridos provenientes de duas linhagens devem apresentar maior heterose devido à menor restrição na escolha dos progenitores em comparação ao sistema CMS.

Deve ser possível aplicar o sistema TGMS para desenvolver híbridos de arroz para os trópicos, usando diferenças de temperatura em diferentes altitudes ou épocas de plantio. A TGMS deve ser uma boa alternativa para o complexo e incômodo sistema CMS.

A tecnologia usada para a produção de sementes de arroz híbrido nos trópicos é descrita no trabalho de Virmani & Sharma (1993). Usando esta tecnologia, o IRRI e alguns programas nacionais têm obtido rendimentos de 1 a 2 t/ha de sementes do híbrido e de 1 a 2 t/ha do progenitor doador de pólen. A produção de sementes pode ser aumentada adicionalmente pelo melhoramento do potencial de cruzamento entre linhagens parentais. Isso também poderá ocorrer pelos ajustes na tecnologia a serem feitos pelos futuros produtores de semente e nos programas nacionais.

#### . HÍBRIDOS *INDICA/JAPONICA*.

A magnitude da heterose (vigor híbrido) depende da diversidade genética entre os dois progenitores do híbrido. Quanto maior for a diferença genética entre eles, maior será a heterose. Durante os últimos 30 anos, a diversidade genética entre as cultivares *Indica* melhoradas tem diminuído devido ao maciço intercâmbio internacional de germoplasma (Khush & Aquino, 1994). Os germoplasmas *Indica* e *Japonica*, entretanto, permanecem distintos por ter havido pouco fluxo de genes entre esses dois grupos varietais.

Como esperado, os híbridos entre progenitores *Indica* e *Japonica* mostram grande heterose para rendimento (Yuan et al., 1989). Portanto, como discutido no item anterior, o programa de desenvolvimento do novo tipo de planta está baseado no germoplasma *Japonica* tropical, de maneira que este germoplasma melhorado também possa ser usado para produção de híbridos com maior heterose. Resultados preliminares mostram que o nível de heterose nos híbridos *Indica/Japonica* tropical é maior que o dos híbridos *Indica/Indica*.

Os limitantes mais importantes na utilização da tecnologia de arroz híbrido para aumentar a produção de arroz são: (1) é necessário comprar sementes novas do híbrido a cada plantio; (2) as sementes do híbrido geralmente são caras; e (3) existe a necessidade de estabelecer uma infraestrutura de produção de sementes em países em desenvolvimento.

Os agricultores comprariam semente de arroz híbrido a um preço mais elevado que o de cultivares desde que a relação custo/benefício fosse de 1:4. Com tal relação, os programas nacionais também estariam interessados em investir para reforçar ou estabelecer indústrias de semente no setor público/privado e/ou cooperativo.

Esses limitantes também poderiam ser superados se híbridos com heterose fixada permanentemente fossem desenvolvidos por meio da apomixia. A busca de apomixia em arroz ou sua indução através de mutagenese está sendo desenvolvida no IRRI e na China.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHN, J.K. **Physiological factors affecting grain filling in rice**. Los Baños: University of the Philippines, 1986. Tese Doutorado.
- AKITA, S. Improving yield potential in tropical rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Progress in irrigated rice research**. Manila, 1989. p.41-73.
- AUSTIN, R.B.; BINGHAM, J.; BLACKWELL, R.D.; EVANS, L.T.; FORD, M.A.; MORGAN, C.L.; TAYLOR, M. Genetic improvements in winter wheat yields since 1990 and associated physiological changes. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.94, p.675-689, 1980.

- EVANS, L.T. Raising the ceiling to yield: the key role of synergism between agronomy and plant breeding. In: MURALIDHARAN, K.; SIDDIG, E.A. (Eds). **New frontiers in rice research**. Hyderabad: Directorate of Rice Research, 1993. p.103-107.
- GLASZMANN, J.C. Isozymes and classification of Asian rice varieties. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.74, p.21-30, 1987.
- HAYASHI, H. Studies on large vascular bundles in paddy rice plant and panicle formation. **Bulletin Fukui Agricultural Experiment Station**, v.17, p.31-35, 1980.
- INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE. **Food needs of developing countries: projections of production and consumption to 1990**. Washington, 1977. 1v.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **IRRI towards 2000 and beyond**. Los Baños, 1989. 66p.
- KATO, T. Relationship between grain filling process and sink capacity in rice (*Oryza sativa* L.). **Japanese Journal of Breeding**, Tokyo, v.39, p.431-438, 1989.
- KHUSH, G.S. Varietal needs for different environments and breeding strategies. In: MURALIDHARAN, K.; SIDDIG, E.A. (Eds). **New frontiers in rice research**. Hyderabad: Directorate of Rice Research, 1993. p.68-75.
- KHUSH, G.S.; AQUINO, R.C. Breeding tropical japonicas for hybrid rice production. In: VIRMANI, S.S. (Ed). **Hybrid rice technology: new developments and future prospects**. Manila: IRRI, 1994. p.33-36.
- MARUYAMA, R.; ARAKI, H.; KATO, H. Thermosensitive genetic male sterile induction by irradiation. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Rice genetics**. Los Baños, 1991. p.226-232.
- MEW, T. Disease management in rice. In: PIMENTEL, D. (Ed). **CRC handbook of pest management in agriculture**. 2.ed. Boston: CRC Press, 1991. v.111. p.279-299.

- PADMAJA RAO, S. Panicle type: few structural considerations for higher yield potential in rice. **Indian Journal of Plant Physiology**, New Delhi, v.30, n.1, p.87-90, 1987a.
- PADMAJA RAO, S. High density grain among primary and secondary tillers of short and long duration rice. **International Rice Research Newsletter**, Los Baños, v.12, n.4, p.12, 1987b.
- PONNUTHURAI, S.; VIRMANI, S.S.; VERGARA, B.S. Comparative studies on the growth and grain yield of some F<sub>1</sub> rice (*Oryza sativa* L.) hybrids. **Philippines Journal of Crop Science**, Manila, v.9, n.3, p.183-193, 1984.
- SUN, Z.X.; XIONG, Z.M.; MIN, S.K.; SI, H.M. Identification of the temperature sensitive male sterile rice. **Chinese Journal of Rice Science**, v.3, n.2, p.49-55, 1989.
- TAKEDA, T. Physiological and ecological characteristics of high yielding varieties of lowland rice. In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE SYMPOSIUM, 1984, Fukuoka, Japan. **Proceedings**. 14p.
- TANAKA, A.; KAWANO, K.; YAMAGUCHI, J. **Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant**. Los Baños: IRRI, 1966. 46p. (IRRI. Technical Bulletin, 7).
- TANAKA, T. Regulation of plant type and carbon assimilation of rice. **JARQ**, Tsukuba, v.10, n.4, p.161-167, 1976.
- VENKATESWARLU, B.; PARAO, F.T.; VISPERAS, R.M.; VERGARA, B.S. Screening quality grains of rice with a seed blower. **SABRAO Journal**, v.18, n.1, p.19-24, 1986.
- VERGARA, B.S. Raising the yield potential of rice. **Philippines Technical Journal**, Manila, v.13, p.3-9, 1988.
- VERGARA, B.S.; CHANG, T.T.; LILIS, R. **The flowering response of the rice plant to photoperiod**. Los Baños: IRRI, 1969. 31p. (IRRI. Technical Bulletin, 8).

- VERGARA, B.S.; VISPERAS, R.M. **Harvest index: criterion for selecting rice plants with high yielding ability.** Los Baños: IRRI, 1977. (IRRI Saturday Seminar).
- VIRMANI, S.S.; SHARMA, H.L. **Manual for hybrid rice seed production.** Los Baños: IRRI, 1993. 1v.
- VIRMANI, S.S.; VOC, P.C. Induction of photo and thermo-sensitive male sterility in indica rice. **Agronomy Abstracts**, Madison, 1991, p.119.
- WU, X.J.; YIN, H.Q.; HIN, H. Preliminary study of the temperature effect on Annong S-1 and W6154S. **Crop Research China**, v.5, n.2, p.4-6, 1991.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science.** Los Baños: IRRI, 1981.
- YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.23, p.437-464, 1972.
- YOSHIDA, S. Physiological consequences of altering plant type and maturity. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE, 1976, Los Baños. **Proceedings.** Los Baños: IRRI, 1976.
- YUAN, L.P.; VIRMANI, S.S.; MAO, C.X. Hybrid rice: achievements and future outlook. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Progress in irrigated rice research.** Los Baños, 1989. p.219-223.
- YUAN, L.P.; YANG, Z.Y.; YANG, J.B. Hybrid rice research in China. In: VIRMANI, S.S. (Ed). **Hybrid rice technology: new developments and future prospects.** Manila: IRRI, 1994. p.143-147.



# MELHORAMENTO DA EFICIÊNCIA BIOLÓGICA DAS PLANTAS VIA MODIFICAÇÃO DA ARQUITETURA

Isaias Olívio Geraldi<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

A obtenção de plantas com arquitetura mais adequada, ou ideotipos, comumente implica no cruzamento de materiais de diferentes origens, no sentido de gerar variabilidade genética suficiente, e, com isto, construir tais ideotipos via seleção. Esta alternativa de melhoramento requer, portanto, a manipulação simultânea de diferentes caracteres morfológicos e fisiológicos, para se obter plantas mais eficientes na conversão de nutrientes em grãos e com o tipo apropriado de arquitetura. O maior problema com este procedimento é a inter-relação que existe entre os diversos caracteres, de modo que a seleção para um ou alguns deles pode modificar as populações quanto aos demais, no sentido oposto ao desejado.

## ESTRATÉGIAS

Quando se cruzam materiais de diferentes origens, principalmente não adaptados, obtêm-se geralmente populações com má performance para a maioria dos caracteres. Tais populações apresentam, porém, ampla variabilidade genética, de forma que, com o uso de procedimentos contínuos de seleção e recombinação em esquemas de seleção recorrente, podem-se criar genótipos com as características desejadas para todos os caracteres.

O problema surge com a manipulação dessa variabilidade genética, considerando-se que em tais circunstâncias tem-se que trabalhar com todos os caracteres ao mesmo tempo, pelas razões já citadas. Em outras palavras, quando se pratica seleção conjunta para vários caracteres, devem ser levados em conta os problemas decorrentes das correlações genéticas que existem entre eles; caso contrário, pode-se selecionar genótipos superiores para um caractere, mas inferiores para outros (Falconer, 1989). A literatura é vasta quanto às informações referentes às correlações genéticas entre caracteres importantes. De particular importância são as correlações com sentido contrário àquelas de interesse para o melhoramento. Como exemplos, têm-se os caracteres produção

---

<sup>1</sup> Professor, USP - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Caixa Postal 83, 13400-970 Piracicaba, SP, Brasil.

de grãos e altura da planta, em milho, e produção de grãos e teor de proteína, em soja. No primeiro caso, a correlação é positiva, mas o interesse no melhoramento é o aumento da produção de grãos e a redução da altura das plantas. No segundo caso, a correlação é negativa, mas o interesse no melhoramento é o aumento de ambos. Estes dois exemplos são bem ilustrativos e, em ambos os casos, a seleção praticada em apenas um caractere levará, certamente, à obtenção de genótipos inferiores para o outro.

Torna-se evidente, assim, que a seleção simultânea para vários caracteres deve ser feita de modo mais cuidadoso possível, no sentido de se contornarem os problemas decorrentes das correlações genéticas entre os mesmos. Na conferência apresentada por Khush (1995) foi feito um paralelo entre o arroz e o milho, mostrando as similaridades entre as duas espécies (ambas gramíneas) e as alterações que foram conseguidas com a domesticação e o melhoramento genético do milho. Esta comparação é bastante oportuna, não somente pelos aspectos mencionados, mas também se for considerado que o milho é provavelmente a espécie vegetal mais estudada geneticamente. Além disso, é a espécie que foi utilizada como modelo para estudos de genética quantitativa e métodos de seleção recorrente, incluindo aí, evidentemente, estudos relacionados às correlações entre caracteres e a seleção simultânea para vários caracteres. É importante ressaltar que o milho difere basicamente do arroz no modo de reprodução (alógama), o que facilitou sobremaneira tais estudos.

O exemplo apresentado a seguir refere-se à experiência acumulada em trabalhos de pesquisa com milho, relacionados ao melhoramento da eficiência biológica da planta via alteração da arquitetura, com base nos caracteres produção de grãos (PG), número de ramificações do pendão (NR) e prolificidade ou número de espigas (NE). Já é fato bastante conhecido que PG e NE são fortemente correlacionados (correlação genética positiva), de tal forma que NE é freqüentemente utilizado como critério de seleção para PG. Por outro lado, NR era considerado um caractere sem importância, por estar relacionado à inflorescência masculina, que não tem valor econômico. Entretanto, verificou-se posteriormente que isto não era verdade e que NR também é fortemente correlacionado com PG (correlação genética negativa), devido, entre outros aspectos, ao fato de que NR também é uma fonte de acúmulo de produtos da fotossíntese (Geraldi et al., 1985). Mais tarde, Souza Junior et al. (1985) constataram que NR e NE também são fortemente correlacionados (correlação genética negativa).

Um resumo das correlações genéticas envolvendo tais caracteres é apresentado na Tabela 1.

**TABELA 1. Estimativas das correlações genéticas aditivas entre os caracteres produção de grãos (PG), número de ramificações do pendão (NR) e número de espigas (NE) em milho.**

Caracteres	Correlações Genéticas*	
	1	2
PG x NR	-0,65	-0,44
PG x NE	-	0,94
NR x NE	-	-0,65

\* Os valores apresentados nas colunas 1 e 2 foram obtidos por Geraldí et al. (1985) e Souza Junior. et al. (1985), respectivamente.

Observa-se, em todos os casos expostos na Tabela 1, que os coeficientes de correlação (positivos ou negativos) são altos. De acordo com Souza Junior et al. (1985), a provável explicação fisiológica para tais correlações é que NR está relacionado à dominância apical e, conseqüentemente, pendões reduzidos (ou com menor NR) reduzem a dominância apical, permitindo que um maior número de gemas laterais se desenvolva em espigas, resultando em aumento na produção de grãos.

Na Tabela 2 estão apresentadas as estimativas do ganho com seleção na produção de grãos, em decorrência da seleção praticada em PG, em NR ou em ambos, simultaneamente, com base em índice de seleção.

**TABELA 2. Estimativas do ganho esperado com seleção entre progênies de meios irmãos, envolvendo os caracteres produção de grãos (PG) e número do pendão (NR).**

Esquema	Ganhos Anuais na Produção de Grãos
Seleção para maior PG	3,51
Seleção para menor NR	3,67
Seleção baseada em Índice	4,55

Fonte: Geraldí et al. (1985).

Pode-se observar, pela Tabela 2, que a seleção para redução de NR pode acarretar aumentos substanciais em PG, de magnitude semelhante à seleção direta para PG. Este fato é conseqüência da alta correlação genética entre os dois caracteres e também da maior herdabilidade de NR. Nota-se, porém, que um maior ganho em PG deve ser obtido quando se pratica seleção para os dois caracteres com base em um índice de seleção construído para maximizar o ganho em PG.

Os resultados obtidos após três ciclos de seleção divergente para NR (Andrade et al., 1986) confirmam os resultados anteriores (Tabela 3).

**TABELA 3. Ganhos obtidos com seleção para os caracteres número de ramificações do pendão (NR), número de espigas (NE) e produção de grãos (PG), decorrentes de três ciclos de seleção divergente para NR. Ganho médio das médias dos caracteres, por ciclo, em %.**

Caractere	Seleção para maior NR	Seleção para menor NR
NR*	14,60	-8,27
NE**	-1,68	0,83
PG**	-1,99	1,66

\* Ganho direto no caractere selecionado.

\*\* Ganho indireto por seleção em NR.

Fonte: Andrade et al. (1986).

Pela Tabela 3, verifica-se que a seleção para menor NR resultou em aumentos expressivos em PG e NE, além de uma redução substancial na média do próprio caractere (NR). Por outro lado, a seleção para maior NR acarretou reduções significativas em PG e NE, além de um aumento na média do próprio caractere. Estes resultados evidenciam claramente a influência do número de ramificações do pendão sobre a produção de grãos e o número de espigas. Outros resultados sobre seleção envolvendo NR podem ser encontrados no trabalho de Paterniani & Geraldi (1980).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados, baseados em estudos com a cultura do milho, evidenciam a importância do conhecimento das correlações genéticas entre os caracteres para obter plantas com arquitetura mais apropriada e mais eficientes biologicamente na produção de grãos.

Na conferência ora comentada (Khush, 1995), o autor propõe a criação de novos tipos de planta de arroz, no sentido de conseguir um novo salto de produtividade. É questionável se esta é a melhor alternativa para atingir tal objetivo. Todavia, se adotada, os resultados aqui apresentados servem como subsídios para trabalhos que devem ser realizados em arroz, visando a obtenção, via melhoramento genético, de plantas com arquitetura mais apropriada e mais produtivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J.A.C.; MIRANDA FILHO, J.B.; GERALDI, I.O.; SOUZA JUNIOR, C.L. Seleção divergente para o número de ramificações do pendão e altura de espigas na população ESALQ-PB1 de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1986. p.57-58.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 3.ed. New York: John Wiley, 1989. 438p.
- GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B.; VENCOVSKY, R. Estimates of genetic parameters for tassel characters in maize (*Zea mays* L.) and breeding perspectives. **Maydica**, Bergamo, v.30, p.1-14, 1985.
- KHUSH, G.S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz: perspectivas e métodos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).
- PATERNIANI, E.; GERALDI, I.O. Seleção para redução do tamanho do pendão no milho Piranão. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13., 1980, Londrina. **Coletânea de resumos**. Londrina: IAPAR, 1980. p.7.

SOUZA JUNIOR., C.L.; GERALDI, I.O.; ZINSLY, J.R. Influence of tassel size on the expression of prolificacy in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v.30, p.321-328, 1985.

# **SELEÇÃO RECORRENTE E HÍBRIDOS: ALTERNATIVAS PARA AUMENTAR O POTENCIAL PRODUTIVO DAS CULTIVARES DE ARROZ**

Paulo Hideo Nakano Rangel<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

O arroz constitui o alimento básico da população de vários países da América Latina, dentre os quais o Brasil é maior produtor. Cultivado em todo o território brasileiro, o arroz ocupa posição de destaque do ponto de vista econômico e social dentre as culturas anuais, sendo responsável por suprir a população com um considerável aporte de calorias e proteínas na sua dieta básica (Pinheiro et al., 1993).

Durante os últimos 25 anos, o rendimento do arroz aumentou substancialmente devido ao desenvolvimento das cultivares modernas pelo Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI), na década de 60. A IR8, primeira cultivar semi-anã para os trópicos, foi responsável pela “revolução verde” no arroz, devido ao seu alto rendimento e rápida adoção pelos agricultores. De porte baixo, colmo forte, folhas eretas e alto perfilhamento, foi utilizada como progenitor na obtenção de milhares de cultivares modernas de alto rendimento.

Com o advento destas cultivares, houve uma mudança positiva não só na filosofia do melhoramento genético como também na dos agricultores, que passaram a utilizar alta tecnologia no cultivo do arroz.

No Brasil, com a substituição das cultivares tradicionais, de porte alto, pelas modernas, de porte baixo e alto rendimento, a produtividade chegou a duplicar em alguns Estados. Na década de 80, o rendimento no Rio Grande do Sul aumentou 30% (Carmona et al., 1994) e em Santa Catarina, 66% (Ishiy, 1985), devido ao uso das cultivares modernas e ao melhor manejo da cultura.

## **ESTABELECIMENTO DE PLATÔ DE PRODUTIVIDADE**

Após a criação pelo IRRI, na década de 60, das cultivares modernas de porte baixo (Jennings et al., 1977), os ganhos genéticos em produtividade, em cada novo ciclo de seleção, estão se tornando mais difíceis de ser obtidos. No

---

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, 74001-970 Goiânia, GO, Brasil.

Brasil, na década de 80, os ganhos genéticos em rendimento no arroz irrigado, quando obtidos, foram de pequena magnitude, apesar dos inúmeros cruzamentos submetidos à seleção (Rangel et al., 1992a; Soares, 1992). De acordo com Vergara et al. (1990), a produtividade do arroz nas duas últimas décadas tem alcançado aparentemente um platô, e esforços para aumentar o potencial produtivo das cultivares não têm resultado em ganhos visíveis. Aumento da produtividade tem sido obtido principalmente através da incorporação de resistência às doenças e da melhoria do manejo da cultura.

Pelo exposto, constata-se que o principal desafio do melhoramento genético nas próximas décadas será aumentar o potencial produtivo das cultivares, quebrando a barreira de produtividade atualmente estabelecida.

## **AUMENTO DO POTENCIAL PRODUTIVO**

### **. IDEOTIPO DA PLANTA**

Uma das alternativas sugeridas por Khush (1995) para aumentar o potencial produtivo das cultivares de arroz é o desenvolvimento de um novo ideotipo de planta com as seguintes características: baixo perfilhamento (três a quatro perfilhos); panículas grandes e pesadas, com 200 a 250 grãos/panícula; colmos robustos; folhas verde-escuras, eretas e curtas; altura de planta intermediária (90 cm); ciclo médio, 100 a 130 dias; índice de colheita de 0,55; resistência a doenças e pragas; sistema radicular vigoroso; grãos de qualidade aceitável; e planta adequada para semeadura direta com alta densidade.

Especificamente quanto a este ideotipo, seguem algumas considerações:

. Uma cultivar com baixo perfilhamento, não tem capacidade para compensar falhas de estande. Isto levaria o produtor a utilizar uma densidade de semeadura bastante elevada, já que esta é função do manejo da cultura, principalmente do preparo do solo. De maneira geral, a densidade de semeadura preconizada pela pesquisa brasileira é de 100 kg/ha. Entretanto, devido ao mau preparo do solo, a densidade utilizada pelo agricultor é muito superior (até de 150 kg/ha). Com uma cultivar de baixo perfilhamento, a tendência é usar uma densidade muito mais elevada.

. Um dos principais determinantes para a adoção de uma cultivar de arroz irrigado na América Latina, em especial no Brasil, é a qualidade dos grãos. A preferência é por grãos translúcidos do tipo longo-fino (agulhinha). O diferencial de preço entre o grão agulhinha e o médio é de até 50% a favor do primeiro. Portanto, uma cultivar, por mais produtiva que seja, caso não possua grão agulhinha, tem poucas chances de ser adotada.

. No Brasil existe grande demanda por cultivares de ciclo curto, as quais proporcionam economia na água de irrigação, reduzindo os custos da lavoura, além de permitir um melhor escalonamento da colheita.

. Quase a totalidade do cultivo do arroz irrigado no Brasil é feito por semeadura direta com alta densidade. Neste sistema de cultivo, as cultivares modernas, tipo IR8, têm respondido ao aumento da produtividade principalmente quando melhoram-se as técnicas de manejo da cultura.

Consideradas essas evidências, a atual planta de arroz irrigado de alto perfilhamento é bastante eficiente, e o desenvolvimento de um novo ideotipo talvez não seja o fator preponderante para aumentar o potencial produtivo das cultivares.

#### . MANEJO DA CULTURA

A melhoria das técnicas de manejo da cultura constitui a melhor alternativa para aumentar a curto prazo a produtividade da lavoura. Uma estimativa otimista leva a crer na possibilidade de um aumento de 10 a 20%.

Rangel et al. (1992a), ao compararem o rendimento médio, em nível experimental, das melhores cultivares de arroz irrigado (BR-IRGA 409, BR-IRGA 410 e CICA 8) com os obtidos na lavoura, concluíram que a produtividade, nestas condições, está muito aquém do potencial produtivo das cultivares. No período considerado, 1985/89, o rendimento médio nas lavouras representava apenas 50% do obtido das cultivares testemunhas, em vários Estados do Brasil. Entretanto, no Rio Grande do Sul, onde o cultivo é bastante tecnificado, o rendimento daquelas cultivares correspondeu a 70% do das testemunhas.

Estes dados indicam que o manejo da lavoura tem forte influência na produtividade das cultivares utilizadas. Por exemplo, no Rio Grande do Sul, o arroz-vermelho reduz a produtividade nas lavouras infestadas, enquanto no Estado do Tocantins o manejo inadequado da água de irrigação induz ao acamamento das plantas. O melhoramento destas duas práticas agronômicas, no caso desses Estados, possibilitaria certamente um aumento no rendimento do arroz a curto prazo (Rangel et al., 1992a).

#### . SELEÇÃO RECORRENTE

Do ponto de vista genético, os dois principais fatores que podem estar limitando o potencial produtivo das cultivares de arroz são o estreitamento excessivo da base genética das populações e a utilização dos métodos convencionais de melhoramento.

Rangel et al. (s.d.), após avaliarem as cultivares de arroz irrigado mais utilizadas nos principais Estados produtores do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Tocantins, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo), verificaram que a base genética daquelas cultivares é constituída por apenas sete ancestrais (Deo Geo Woo Gen, Cina, Lati Sail, I Geo Tze, Mong Chim Vang A, Belle Patna e Tetep). Com exceção de Santa Catarina, cuja contribuição genética é de 31%, nos demais Estados estes ancestrais são responsáveis por mais de 70% do conjunto gênico das cultivares. No Rio Grande do Sul, maior produtor de arroz irrigado do Brasil e da América Latina, seis ancestrais (Deo Geo Woo Gen, Cina, Lati Sail, I Geo Tze, Mong Chim Vang A e Belle Patna) contribuem com 86% dos genes das cultivares de arroz mais plantadas. Além disto, cabe destacar que as cultivares BR-IRGA 409, 410, 412 e 414, plantadas em aproximadamente 730 mil hectares - o que equivale a 86% da área total cultivada naquele Estado (Os avanços..., 1992) - possuem a mesma genealogia.

Existe um estreito relacionamento genético entre as cultivares de arroz irrigado da América Latina, dado que na obtenção de novas cultivares tem sido amplamente utilizada, como um dos progenitores, a IR8 ou linhagens dela descendentes. Segundo Cuevas-Pérez et al. (1992), 36% dos genes das cultivares de arroz exploradas comercialmente na América Latina são oriundos da IR8.

A principal conseqüência 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 (Hanson, 1959).

Os programas de melhoramento genético de arroz, além de utilizarem, de maneira geral, métodos que maximizam a endogamia no desenvolvimento de novas linhagens, usam poucos genótipos repetidamente como progenitores nos cruzamentos. Normalmente, após a síntese de uma nova população com os recursos da hibridação entre progenitores, as gerações segregantes são conduzidas recorrendo-se ao processo natural da autofecundação. No decorrer das sucessivas gerações, a endogamia progressiva cerceia, de forma igualmente crescente, as chances de recombinação, pois, com a identidade entre alelos do mesmo locus, os processos de "crossing-over" tornam-se inefetivos na produção de novos recombinantes.

Assim, os métodos convencionais de melhoramento de arroz conduzem à redução progressiva e intensa da variabilidade genética, conseqüentemente, limitam as possibilidades de obtenção de ganhos genéticos por seleção (Rangel et al., 1992b).

Uma das alternativas para ampliar a base genética e aumentar as chances de recombinação nos programas de melhoramento genético é a sintetização de populações de ampla base genética e a condução destas populações através da

seleção recorrente. Com o uso deste método de melhoramento, aumentar-se-iam as possibilidades de romper a médio e longo prazos o atual platô de produtividade.

A seleção recorrente é a técnica de melhoramento que aumenta a frequência dos genótipos desejáveis em uma população através da aplicação cíclica de inter cruzamentos e seleção (Ikehashi & Fujimaki, 1980). Como principais características desta técnica, destacam-se: (1) os grupos de ligação são continuamente rearranjados; (2) o uso de grandes populações segregantes não é necessário, porque as chances de recombinação dos caracteres aumentam devido aos inter cruzamentos que ocorrem após cada ciclo de seleção; e (3) a possibilidade de utilização de um grande número de progenitores na formação da população-base, tendo-se, portanto, melhor amostragem da variabilidade genética disponível na cultura (Doggett, 1972).

À medida que o número de genes controladores do caractere aumenta, a chance de obter plantas homozigotas com os alelos favoráveis decresce rapidamente. A Tabela 1 mostra o número esperado de plantas homozigotas para  $n$  loci favoráveis em 1.000 e 10 mil plantas. Por exemplo, no caso de um caractere controlado por cinco genes com frequência de 0,5 para o alelo favorável, se se deseja ter os alelos favoráveis em cada locus em uma planta individual, tal como uma linha pura de arroz, deve-se ter somente uma planta em 1.000 plantas homozigotas para os alelos favoráveis. Com 40 genes na frequência de 0,9 controlando o caractere, somente dois indivíduos em 10 mil plantas devem ser homozigotos para os 40 loci. A situação é mais complexa se os alelos favoráveis interagem com o ambiente. Neste caso, o melhorista deve ser hábil para identificar os indivíduos com alelos favoráveis quando eles ocorrerem na população (Hallauer, 1985).

As vantagens de se aumentar a frequência dos alelos favoráveis em um programa de melhoramento podem ser evidenciadas na Tabela 1. Mesmo um pequeno aumento na frequência gênica (de 0,55 para 0,60) ampliam as chances de se obterem indivíduos que possuam os alelos favoráveis. Amostragem repetida de uma mesma população não aumenta a frequência gênica, por ser ela uma propriedade da população. O aumento da frequência gênica requer o inter cruzamento de indivíduos que possuem alta frequência de alelos favoráveis nos diferentes loci que contribuem para a expressão do caráter (Hallauer, 1985).

Evidentemente, as chances de êxito da seleção recorrente são diretamente dependentes da variância aditiva presente na população (Vencovsky, 1987). Em arroz, conforme Lopes (1984), Ahmad et al. (1986) e Veillet (1993), há uma predominância da variância genética aditiva dos caracteres de importância, principalmente a produtividade. Isto indica que a seleção recorrente é perfeitamente factível de ser utilizada no melhoramento genético do arroz.

**TABELA 1. Número esperado de plantas em 1.000 e 10 mil plantas homozigotas para  $n$  loci favoráveis.**

P	Em 1.000 plantas para $n$ loci				Em 10 mil plantas para $n$ loci			
	5	10	20	40	5	10	20	40
0,45	-	-	-	-	3	-	-	-
0,50	1	-	-	-	10	-	-	-
0,55	3	-	-	-	25	-	-	-
0,60	6	-	-	-	60	-	-	-
0,65	13	-	-	-	135	2	-	-
0,70	28	1	-	-	282	8	-	-
0,75	56	3	-	-	563	32	-	-
0,80	107	12	-	-	1073	115	12	-
0,90	349	122	15	-	3486	1215	148	2

\*  $(p)^{2n}$  = frequência de indivíduos homozigotos para o alelo favorável, onde  $n$  é o número de loci e  $p$  = frequência do alelo favorável assumida ser a mesma para todos os loci.

Fonte: Hallauer (1985).

Com o uso da macho-esterilidade genética em populações de arroz, pode-se, assim, favorecer o intercruzamento no campo e, posteriormente, através da seleção recorrente na condução da população, promover a recombinação gênica. Deste modo, numerosos genótipos recombinantes surgirão, os quais poderão ser identificados, avaliados e utilizados como fontes de novas cultivares (Rangel et al., 1992b; Morais, 1992).

No Brasil, a seleção recorrente está sendo utilizada no melhoramento de populações visando à extração de linhagens com alto potencial produtivo associado a outras características agrônômicas favoráveis. Neste enfoque, estão sendo trabalhadas cinco populações: (1) plantas muito precoces (floração < 85 dias); (2) plantas precoces (floração entre 90 e 100 dias); (3) plantas de ciclo médio (floração entre 110 e 120 dias); (4) cultivares/linhagens dos grupos *indica* e *japonica*; e (5) melhores cultivares comerciais, fontes de resistência à brusone, mancha-dos-grãos e mancha-parda, fontes de boa qualidade dos grãos e cultivares tradicionais de arroz de várzea.

Estas populações estão sendo conduzidas pelo método de seleção recorrente entre famílias  $S_{0,2}$  (Rangel, 1992). A avaliação das famílias  $S_{0,2}$ , a fase mais importante do método, é feita em ensaios com repetição em Goiás, Tocantins, Roraima, Piauí, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A seleção das famílias superiores é feita baseando-se principalmente na

produtividade e outras características agronômicas de interesse, através da utilização de Índice de Seleção. As famílias  $S_{0.2}$  selecionadas em cada local são utilizadas para extração de linhagens dentro do melhoramento convencional, para aquele local específico. As famílias superiores nos vários locais, dentro de determinada região, são recombinadas para iniciar-se o próximo ciclo de seleção.

Com a utilização deste método, cada ciclo é completado em dois anos. Aproveita-se toda a variância genética entre famílias e 3/4 dentro da família. A intensidade de seleção utilizada é de 20%, que, segundo Paterniani (1980), assegura progressos satisfatórios a curto prazo e variabilidade genética para progressos subseqüentes. O ganho genético esperado por ano (G) é o seguinte:

$$G = \frac{K\sigma_A^2}{Y\sigma_F}$$

onde: K = diferencial de seleção padronizado, que é função da intensidade de seleção;  $\sigma_A^2$  = variância genética aditiva; Y = número de anos requeridos para completar um ciclo de seleção; e  $\sigma_F$  = desvio-padrão fenotípico do caractere a ser selecionado.

Simultaneamente ao melhoramento da população, inicia-se o processo de extração de linhagens. Além disto, a avaliação das famílias  $S_{0.2}$  constitui um teste precoce em gerações segregantes, permitindo selecionar com maior precisão as famílias que apresentam maiores chances de fornecer linhagens superiores dentro do melhoramento convencional.

Morais (1992), ao avaliar a população original CNA-IRAT 4 sem nenhum ciclo de seleção, verificou que a produção média de grãos por planta das famílias  $S_{0.2}$  não diferiu significativamente da média das cultivares componentes da população e, ainda, que com sete ciclos de seleção recorrente, poder-se-ia duplicar a capacidade de produção de grãos da população. Cabe ressaltar que este progresso só será factível se for mantido um tamanho efetivo populacional adequado, evitando-se, com isto, uma redução drástica da variabilidade genética.

Em Goiás e no Tocantins, foram avaliadas, pela EMBRAPA-CNPAF, 165 famílias  $S_{0.2}$  precoces e 165 de ciclo médio oriundas da população CNA-IRAT 4/1/1. De maneira geral, o coeficiente de variação genética ( $CV_G\%$ ), que mede a quantidade de variabilidade genética entre linhagens em relação às médias populacionais respectivas, foi superior a 7 para os caracteres produção de grãos, brusone na panícula e mancha-parda (Tabela 2), evidenciando a presença de suficiente variabilidade genética favorável à seleção. Em milho, nas condições brasileiras, diversos autores consideram valores acima de 7%, para este coeficiente, como indicador do potencial genético das populações das quais foram obtidos.

**TABELA 2.** Estimativas da variância genética ( $\sigma_G^2$ ), do coeficiente de variação genética ( $CV_G\%$ ) e da herdabilidade ( $h^2$ ) para os caracteres produção de grãos (PROD), em kg/ha, floração (FLO), brusone-da-panícula (BP) e mancha-parda (MP), para as famílias  $S_{0,2}$  precoces e de ciclo médio.

Estimativa	Ciclo Precoce				Ciclo Médio			
	PROD	FLO	BP	MP	PROD	FLO	BP	MP
$\sigma_G^2$	220101,61	5,94	0,30	0,06	254638,45	9,34	0,12	0,15
$CV_G\%$	10,40	2,50	12,01	6,28	10,99	2,92	9,07	9,54
$h^2$	51,90	48,93	52,68	19,88	54,82	59,31	36,30	47,57

A herdabilidade da produção de grãos foi de 51,9% para as famílias precoces e de 54,8% para as de ciclo médio. Estes valores, relativamente altos, indicam que se pode ter sucesso na seleção deste caractere.

Baseando-se no índice clássico de seleção proposto por Smith (1936) e Hazel (1943), fez-se a seleção das famílias superiores para recombinação, utilizando-se uma intensidade de seleção de 30%. As 50 famílias precoces e de ciclo médio selecionadas proporcionarão, no próximo ciclo, um ganho de seleção em torno de 10% para produção de grãos, ganhos negativos para brusone-da-panícula e mancha-parda, permanecendo a floração inalterada (Tabela 3).

**TABELA 3.** Média da população original ( $X_0$ ) e dos indivíduos selecionados ( $X_s$ ) e ganho de seleção ( $G_s\%$ ) baseado no índice clássico de seleção para as características produção de grãos (PROD), floração (FLO), brusone-da-panícula (BP) e mancha-parda (MP), para as famílias  $S_{0,2}$  precoces e de ciclo médio.

Característica	Ciclo Precoce			Ciclo Médio		
	$X_0$	$X_s$	$G_s\%$	$X_0$	$X_s$	$G_s\%$
PROD (kg/ha)	4649	5510	9,61	4513	5346	10,11
FLO (dias)	98	98	-0,03	104	107	1,34
BP (nota)	4,51	4,50	-0,25	3,77	3,66	-1,10
MP (nota)	3,83	3,76	-0,39	4,08	3,69	-4,61

Os dados obtidos nestas avaliações mostram que, através da seleção recorrente, podem-se obter ganhos substanciais na seleção de caracteres quantitativos, como a produção de grãos.

## . HÍBRIDOS

Híbridos de arroz constituem outra alternativa para aumentar a produtividade. Na China, o arroz híbrido é plantado em 18 milhões de hectares, com produtividade de 15 a 20% superior a das cultivares modernas de arroz (Singh & Ikehashi, 1981).

Apesar de o híbrido de arroz estar hoje consagrado na China, em países onde a mão-de-obra é cara ou onde são utilizadas altas densidades de semeadura, tal como o arroz irrigado no Brasil, a técnica chinesa de produção de sementes não é economicamente viável. O programa de arroz híbrido no Brasil procura desenvolver um sistema de produção adaptado às suas características de cultivo, para que se possa empregar a mecanização onde a taxa de polinização cruzada no campo seja elevada e a heterose do híbrido seja economicamente compatível com o sistema (Neves et al., 1994).

A diferença básica da tecnologia chinesa em relação à brasileira é que, no Brasil, procura-se aumentar a taxa de polinização cruzada no campo através da transferência do estigma longo da espécie selvagem *Oryza longistaminata* para a *Oryza sativa*, visando baratear o custo de produção da semente híbrida (Neves et al., 1994).

As linhagens macho-estéreis com estigma longo devem apresentar algumas características favoráveis em relação às linhagens com estigma normal, tais como:

- . o estigma longo permanece viável por período maior;
- . a percentagem de exposição das espiguetas com estigma longo, após a floração, deve ser maior do que a das espiguetas com estigma normal, que é de cerca de 27%;
- . o maior tempo de viabilidade e a maior percentagem de exposição das espiguetas com estigma longo permitem melhor sincronização da floração; e
- . as linhagens macho-estéreis decorrentes do citoplasma WA ("wild abortive") possuem cerca de 20% da panícula envolvida pela bainha da folha-bandeira. Os chineses utilizam ácido giberélico para aumentar a exposição da panícula. No Brasil, linhagens macho-estéreis com boa exposição da panícula são selecionadas durante o processo de transferência do estigma longo.

A seleção recorrente recíproca está sendo utilizada no programa de híbridos com o objetivo de melhorar a resposta heterótica entre duas populações (Neves et al., 1990).

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

O aumento do potencial produtivo das cultivares de arroz na América Latina, em especial no Brasil, poderia ser feito em duas etapas:

- . a curto prazo, através do manejo da cultura e da incorporação de resistência às doenças, principalmente à brusone; e
- . a médio e longo prazos, através da sintetização de populações de ampla base genética e condução destas por meio de seleção recorrente e pelo uso de cultivares híbridas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, L.; ZAKRI, A.H.; JALANI, B.S.; OMAR, D. Detection of additive and nonadditive variation in rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Ed). **Rice genetics**. Los Baños, 1986. p.555-564.
- OS AVANÇOS das novas variedades de arroz. **Ano Arrozeiro**, Porto Alegre, v.5, p.20-21, 1992.
- CARMONA, P.S.; TERRES, AL.; 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: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **A pesquisa de arroz no Brasil nos anos 80: avaliação crítica dos principais resultados**. Goiânia, 1994. p.269-275 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 40)
- CUEVAS-PÉREZ, F.E.; GUIMARÃES, E.P.; BERRIO, L.E.; GONZALÉZ, D.I. Genetic base of irrigated rice in Latin America and the Caribbean: 1971 to 1989. **Crop Science**, Madison, v.32, n.4, p.1054-1059, 1992.
- DOGGETT, H. Recurrent selection in sorghum populations. **Heredity**, Essex, v.23, p.9-29, 1972.
- HALLAUER, A.R. Compendium of recurrent selection methods and their application. **CRC Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.3, n.1, p.1-33, 1985.
- HANSON, W.D. Theoretical distribution of the initial linkage block lengths intact in the gametes of a population intermated for n generations. **Genetics**, Bethesda, v.44, p.839-846, 1959.

- HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Bethesda, v.28, p.476-490, 1943.
- IKEHASHI, H.; FUJIMAKI, H. Modified bulk population method for rice breeding. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Ed). **Inovative approaches to rice breeding**. Los Baños, 1980. p.163-182.
- ISHIY, T. O impacto das cultivares modernas de arroz irrigado em Santa Catarina. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.38, n.359, p.10-14, 1985.
- JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. **Rice improvement**. Los Baños: IRRI, 1977. 186p.
- KHUSH, G.S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz: perspectivas e métodos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).
- LOPES, A.M. **Análise genética dos componentes de produção num dialeto entre seis cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em dois regimes hídricos**. Viçosa: UFV, 1984. 135p. Tese Doutorado.
- MORAIS, O.P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores: índices de seleção combinada numa população de arroz oriunda de inter cruzamentos usando macho-esterilidade**. Viçosa: UFV, 1992. 251p. Tese Doutorado.
- 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**. Los Baños: IRRI, 1994. p.249-252.
- NEVES, P.C.F.; TAILLEBOIS, J.E.; VEILLET, S.A. Strategy for hybrid rice breeding in Brazil using recurrent selection. In: INTERNATIONAL RICE COMMISSION, 17., 1990, Goiânia. **Proceedings. International Rice Commission Newsletter**, Roma, v.39, p.146-151, 1990. Special Issue.
- PATERNIANI, E. Fatores que afetam a eficiência da seleção nas plantas. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GENÉTICA, 4., 1980, Piracicaba. **Actas**. Piracicaba: ESALQ, 1980. v.2. p.37-43.

- PINHEIRO, B. da S.; PRABHU, A.S.; RANGEL, P.H.N. INGER network activities in Brazil: benefits and constraints. In: ADVISORY COMMITTEE MEETING OF THE INTERNATIONAL NETWORK FOR GENETIC EVALUATION OF RICE, 6., 1993, Hangzhou, China. **Proceedings**. Manila: IRRI, 1993. p.52-61.
- RANGEL, P.H.N. La selección recurrente mejora el arroz brasileño. **Arroz em las Américas**, Cali, v.13, n.1, p.4-5, 1992.
- RANGEL, P.H.N.; GUIMARÃES, E.P.; NEVES, P.C.F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto. No Prelo.
- RANGEL, P.H.N.; ZIMMERMANN, F.J.P.; NEVES, P.C.F. El CNPAF investiga: decrece en Brasil el rendimiento del arroz de riego? **Arroz en las Américas**, Cali, v.13, n.1, p.2-4, 1992a.
- RANGEL, P.H.N.; NEVES, P.C.F.; MORAIS, O.P. La selección recurrente recombina genes en el arroz de riego. **Arroz en las Américas**, Cali, v.13, n.2, p.2-4, 1992b.
- SINGH, R.J.; IKEHASHI, H.I. Monogenic male-sterility in rice: induction, identification and inheritance. **Crop Science**, Madison, v.21, p.286-289, 1981.
- SMITH, H.F. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, Cambridge, v.7, p.240-250, 1936.
- SOARES, A.A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais**. Lavras: ESAL, 1992. 188p. Tese Doutorado.
- VEILLET, S. **Organisation of the genetic variability and recurrent selection in rice (*Oryza sativa* L.)**. Paris: Institute National Agronomique, 1993. 132p. Tese Doutorado.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1. p.135-214.
- VERGARA, B.S.; VENKATESWARLU, B.; JANORIA, M.; AHN, J.K.; KIM, J.K.; VISPERAS, R.M. **Rationale for a low-tillering rice plant type with high density grains**. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE, 1990, Seoul. **Proceedings**. Manila: IRRI, 1990. p.1-17.

## **A BIOTECNOLOGIA E O POTENCIAL DE RENDIMENTO BIOLÓGICO DO NOVO IDEOTIPO DE PLANTA DE ARROZ**

Alberto B. Livore<sup>1</sup>

A conferência apresentada por Khush (1995) fez referência ao déficit previsto na produção mundial de arroz para os próximos anos e à necessidade de gerar um novo ideotipo de planta que permita alcançar maiores rendimentos. Embora este seja um objetivo desejável, e o melhoramento genético uma das alternativas para alcançá-lo, deve-se estar consciente de que o aumento da produção está estreitamente ligado à obtenção da expressão do potencial de rendimento.

A adoção de práticas adequadas de manejo, baseadas em critérios fisiológicos, permite reduzir a lacuna existente entre o rendimento potencial e o obtido pelo agricultor. A geração de tecnologias de manejo e a sua transferência ao produtor contribuiriam para o aumento da produção a curto prazo.

Os aspectos aqui comentados relacionam-se às possibilidades da utilização da biotecnologia no incremento do rendimento do arroz. É necessário esclarecer que essa área tem recebido uma atenção preferencial nos últimos anos e que ela nada mais é que uma ferramenta para o trabalho de melhoramento genético. A biotecnologia complementa e não exclui outras metodologias e, em algumas circunstâncias, os métodos tradicionais são mais apropriados.

O termo biotecnologia foi criado há aproximadamente 20 anos, com o descobrimento das enzimas de restrição e da ligase. Tais enzimas, verdadeiras tesouras e colas biológicas, permitiram a manipulação do DNA e o início da engenharia genética. O passo seguinte foi a obtenção de plantas transgênicas, ou seja, aquelas que possuem, integrado ao seu genoma, um novo DNA, que é expressado em forma estável e transmitido sexualmente à sua descendência. A metodologia está disponível e já foram obtidas plantas transgênicas de arroz por diversos métodos.

Existem três metodologias testadas com êxito para a transformação. A primeira é a transformação direta de protoplastos com polietileno-glicol (Abdullah et al., 1986). Sua desvantagem é que a regeneração de plantas a partir de protoplastos está restrita a alguns genótipos. A segunda é a transformação por meio da biolística, que utiliza a aceleração de micro-projéteis recobertos de DNA para a introdução física do mesmo nas células de um tecido (Wang et al., 1988; Christou et al., 1991). De ampla aplicação, este método, provavelmente, é o de

---

<sup>1</sup> Pesquisador, Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA), Casilla de Correos nº 6, Concepción del Uruguay, Argentina.

maior uso e impacto na tarefa de transformar. O terceiro método é a eletroporação. Este método estava restringido ao protoplasto até a última publicação do laboratório de Potrykus (Kloti et al., 1993), que reporta a transformação de embriões, abrindo assim novas oportunidades, com a regeneração de plântulas a partir do escutelo através de cultura de tecidos.

Existem outros métodos, como o uso de *Agrobacterium tumefaciens* (Raineri et al., 1990) e a via do tubo polínico (Duan & Chen, 1985; Luo & Wu, 1988). Porém, o primeiro está em fase experimental, e o segundo não apresenta evidências em nível molecular.

Como clara evidência de resultados, cabe mencionar que está sendo testada, em ensaios de campo controlados, a resistência ao herbicida Phosphinotricin da cultivar Gulfmont transformada (Genetic..., 1994).

Uma vez cumprido o requerimento de transformação, deve-se pensar nos genes que podem ser úteis para alcançar os objetivos propostos por Khush (1995) para o novo ideotipo de planta.

Sem dúvida, a melhoria do índice de colheita ocupa um lugar prioritário. A melhoria na eficiência da fotossíntese, a ativa remobilização e síntese de amido são, em conjunto, os fatores mais importantes para o aumento da biomassa e sua partição aos grãos. A Ribulose bisfosfato carboxilase (Rubisco) é a enzima-chave na fixação de CO<sub>2</sub>, recebendo máxima atenção para aumentar a eficiência fotossintética. Mecanismos de super-expressão e mutagênese dirigida têm sido utilizados para obter avanços nesta direção. O fato de que sua codificação e controle de expressão são divididos entre o cloroplasto e o núcleo tem dificultado a obtenção de resultados de aplicação imediata.

Mesmo assim, com a enzima-chave da síntese de amido (ADP-glucose pirofosforilase) têm sido alcançados avanços significativos ao introduzir um sítio alostérico de menor sensibilidade ao fósforo inorgânico (Pi), que atua como inibidor do sistema de controle. Sua clonagem e expressão foram relatadas por Anderson et al. (1991) e Okita (1992).

Outra contribuição ao aumento do tamanho do dreno foi proposta por Morris (1990), cuja hipótese é utilizar a formação de um gene quimérico de expressão específica em tecido do endosperma junto com o gene "ipt" que codifica o hormônio citoquinina. Morris (1990) relatou que pulsos do hormônio citoquinina, durante o início da formação do grão, estão associados ao tamanho final do mesmo.

A obtenção de colmos mais fortes é também um objetivo para atingir alto rendimento. O gene CAD, que codifica a enzima cinamil-alcool desidrogenase, foi clonado do arroz (Zhu et al., 1990). Sua função é chave para a síntese de lignina, e sua super-expressão fortaleceria a parede celular, dando maior rigidez aos tecidos do colmo.

O sistema radicular necessário para uma planta de alto rendimento e maior eficiência deve ser, sem dúvida, de maior tamanho e, ainda, possuir capacidade de absorção de nutrientes compatível. Todavia, no melhoramento tradicional, a atenção prestada a esta parte da planta tem sido, até o presente, reduzida, em comparação com a parte aérea. Genes específicos da raiz foram clonados e, atualmente, busca-se conhecer suas funções e controles.

Uma vez que o nitrogênio disponível ao arroz, sob condições anaeróbicas, está no estado reduzido ( $\text{NH}_4$ ), a glutamina sintetase, enzima-chave para absorção de nitrogênio em forma de amônia, foi clonada do arroz (Sakamoto et al., 1989), e sua super-expressão permitiria uma maior absorção pelas raízes.

Outra possibilidade, mais ambiciosa e de mais longo prazo, foi a obtenção, por três laboratórios, de forma independente, de associação exitosa de *Rhizobium* e raízes de arroz (Al-Mallah et al., 1989). Apesar de formarem nódulos, as bactérias não possuem a capacidade de fixar nitrogênio. Todavia, quando em associação com raízes de leguminosas, sua capacidade de fixação é funcional, o que leva a concluir, portanto, que os sinais provenientes da planta hospedeira estão ausentes. Provavelmente, uma transferência de genes de leguminosas permitiria a associação simbiótica entre arroz e *Rhizobium*.

A resistência a doenças e insetos desempenha um papel importante como critério de lançamento de cultivares de arroz, especialmente para ecossistemas tropicais. Para alguns patógenos existem genes de resistência dentro da espécie. Sem dúvida, a utilização de genes de inibição do crescimento das hifas dos fungos propiciaria, em alguns casos, uma maior tolerância ao espectro de patógenos fúngicos que atacam a cultura.

As quitinases e glucanases são enzimas hidrolíticas de polissacarídeos que degradam a parede celular dos fungos (Schlumbaum et al., 1986). Foram isolados seis genes de quitinases em arroz que atuam sobre o crescimento de hifas de fungos (Zhu et al., 1990), sendo algumas sobre *Rhizoctonia solani*. Ao mesmo tempo, e usando o gene "ribosome inhibitor proteins" (Rip) associado com o promotor de alta expressão da Actina 1, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) tenta a transformação para obter resistência à *Rhizoctonia solani*.

A endotoxina do *Bacillus thuriangiensis* produz a deterioração das células do mesentério de *Lepidopteros*, *Dipteros* e *Coleopteros* (Brousseau & Masson, 1988). Diferentes raças deste bacilo apresentam endotoxinas específicas para diferentes gêneros e espécies. O gene codificando para esta proteína (endotoxina) foi clonado e usado para transformar o arroz e várias dicotiledôneas (International Rice Research Institute, 1993).

Outros inibidores das enzimas de digestão dos insetos, como o inibidor da tripsina do caupi, têm sido utilizados para proporcionar resistência a insetos (Hilder et al., 1987). No arroz, foi isolada a oryzacistatina (Abe et al., 1987), um inibidor da protease da cisteína e que inibe os gorgulhos do grão de arroz.

Os insetos não somente são importantes pelo dano específico, mas também por transmitirem doenças viróticas. Seu controle favoreceria a redução do dano devido a certos vírus. A estratégia para o controle de vírus tem seguido três linhas de trabalho. A primeira baseia-se na proteção pela presença da proteína do capsídeo do vírus na célula vegetal. Um gene quimérico desta proteína e um promotor de alto nível de expressão já foram construídos (Beachy, 1990). A segunda embasa-se no uso de genes que codificam um RNA anti-senso, que se associaria com a cadeia homóloga do RNA do vírus, impedindo sua multiplicação. A terceira linha pressupõe o uso de RNA parasítico, que competiria com o RNA do vírus pelo RNA genômico no seu processo de replicação. Destas três linhas de trabalho, a primeira tem provado ser a mais efetiva até o momento.

Finalmente, mencionam-se os genes para resistência a herbicidas, cuja identificação tem sido o objetivo, a curto prazo, da maioria das empresas privadas dedicadas à biotecnologia. O arroz já foi transformado para resistir ao herbicida Basta (Phosphinotricin), e várias espécies já têm resistência incorporada a Glyphosato e Bromoxymil. Das plantas transformadas e em processo de avaliação controlada em campo, cerca de 40% possuem resistência a algum herbicida, e o arroz não é exceção (Dale et al., 1993).

O objetivo deste comentário não foi realizar uma revisão exaustiva dos genes úteis para o melhoramento genético do arroz, mas sim enumerar aqueles que apresentam maior probabilidade de êxito a curto prazo.

Não são aqui explicitadas outras contribuições, de igual ou maior importância, que a genética molecular pode dar ao melhoramento, sendo oportuno ao menos mencionar o uso de marcadores moleculares para subsidiar a seleção e o mapa de alta resolução feito com os "Restriction Fragment Length Polymorphisms" (RFLPs).

Embora possa parecer repetitivo, é importante destacar que a biotecnologia é uma ferramenta a mais dentro do melhoramento genético, e que a sua utilização deve ser pautada na racionalidade, o que implica, inevitavelmente, na integração entre biotecnologistas e melhoristas em um trabalho interdisciplinar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, R.; COCKING, E.C.; THOMPSON, J.A. Efficient plant regeneration from rice protoplasts through somatic embryogenesis. *Bio/technology*, New York, v.4, p.1087-1090, 1986.

- ABE, K.; EMORI, Y.; KONDO, H.; SUZUKI, K.; ARAI, S. Molecular cloning of a cysteine proteinase inhibitor of rice (oryzacystatin): homology with animal cystatin and transient expression in the ripening process of rice seeds. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v.262, p.16793-16797, 1987.
- AL-MALLAH, M.K.; DAVEY, M.R.; COCKING, E.C. Formation of nodular structures on rice seedlings by rhizobia. **Experimental Biology**, New York, v.40, p.473-478, 1989.
- ANDERSON, J.M.; LARSEN, R.; LAUDENCIA, D.; KIM, W.T.; MORROW, E.; OKITA, T.W.; PRESSISS, J. Molecular characterization of the gene encoding a rice endosperm-specific ADP-glucose pyrophosphorylase subunit and its developmental pattern of transcription. **Gene**, Amsterdam, v.97, p.199-205, 1991.
- BEACHY, R.N. Plant transformation to confer resistance against virus infection. In: GUSTAFSON, J.P. (Ed). **Gene manipulation in plant improvement**. New York: Plenum, 1990. v.2. p.305.
- BROUSSEAU, R.; MASSON, L. *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal toxins: gene structure and mode of action. **Biotechnology Advances**, Elmsford, v.6, p.697-724, 1988.
- CHRISTOU, P.; FORD, E.L.; KOFRON, M. Production of transgenic rice (*Oryza sativa* L.) plants from agronomically important indica and japonica varieties via electric discharge particle acceleration of exogenous DNA into immature zygotic embryos. **Bio/Technology**, New York, v.9, p.957-962, 1991.
- DALE, P.J.; IRWIN, J.A.; SCHEFFLER, J.A. The experimental and commercial release of transgenic crop plants. **Reviews Plant Breeding**, v.111, p.1-22, 1993.
- DUAN, X.; CHEN, S. Variation of the characters in rice (*Oryza sativa* L.) induced by foreign DNA uptake. **Chinese Agricultural Sciences**, Beijing, v.3, p.6-9, 1985.
- GENETIC ENGINEERING NEWS. New York: Mary Ann Liebert, Feb. 15, 1994. 24p.

- HILDER, V.A.; GATEHOUSE, A.M.R.; SHEERMAN, S.E.; BAKER, R.F.; BOULTER, D. A novel mechanism of insect resistance engineered into tobacco. *Nature*, London, v.330, p.160-163, 1987.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Rice in crucial environments**. Manila, 1993. 65p.
- KHUSH, G.S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz: perspectivas e métodos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. 1v. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).
- KLOTI, A.; IGLESIAS, V.A.; WUNN, J.; BURKHARDT, P.K.; DATTA, S.K.; POTRYKUS, I. Gene transfer by electroporation into intact scutellum cells of wheat embryos. *Plant Cell Reports*, Berlin, v.12, p.671-675, 1993.
- LUO, Z.X.; WU, R. A simple method for transformation of rice via the pollen-tube pathway. *Plant Molecular Biology Reporter*, v.6, p.165-174, 1988.
- MORRIS, R.O. Cytokinins and the control of rice endosperm development. In: ANNUAL MEETING OF THE ROCKEFELLER FOUNDATION'S INTERNATIONAL PROGRAM ON RICE BIOTECHNOLOGY, 4., 1990, New York. **Abstracts**. New York: The Rockefeller Foundation, 1990. p.46.
- OKITA, T.W. The identification and characterization of rice nuclear genes in rice biotechnology. *Biotechnology in Agriculture*, n.6, p.199, 1992.
- RAINERI, D.M.; BOTTINO, P.; GORDON, M.P.; NESTER, E.W. *Agrobacterium* mediated transformation of rice (*Oryza sativa* L.). *Bio/Technology*, New York, v.8, p.33-38, 1990.
- SAKAMOTO, A.; OGAWA, M.; MASUMURA, T.; SHIBATA, D.; TAKEBA, G.; TANAKA, K.; FUJII, S. Three cDNA sequences coding for glutamine synthetase polypeptides in *Oryza sativa* L. *Plant Molecular Biology*, Dordrecht, v.13, p.611-614, 1989.

- SCHLUMBAUM, A.; MAUCH, F.; VOGELI, U.; BOLLER, T. Plant chitinases are potent inhibitors of fungal growth. *Nature*, London, v.324, p.365-367, 1986.
- WANG, Y.C.; KEIN, T.M.; FROMM, M.; CAO, J.; SANFORD, J.C.; WU, R. Transient expression of foreign genes in rice, wheat and soybean cells following particle bombardment. *Plant Molecular Biology*, Dordrecht, v.11, p.433-439, 1988.
- ZHU, Q.; BEECHY, A.; YAMAMOTO, R.; NELSON, A.; LAWTON, M.; LAMB, C.J. Rice defense genes. In: ANNUAL MEETING OF THE ROCKEFELLER FOUNDATION'S INTERNATIONAL PROGRAM ON RICE BIOTECHNOLOGY, 4., 1990, New York. *Abstracts*. New York: The Rockefeller Foundation, 1990. p.107.



# ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS RELACIONADOS AO AUMENTO DO POTENCIAL DE RENDIMENTO BIOLÓGICO E COMERCIAL DA CULTURA DO ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Shigemi Akita<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares de arroz com maior potencial de rendimento é uma das estratégias fundamentais para atender o aumento previsto na demanda de arroz no mundo (International Rice Research Institute, 1993), embora essa não seja a principal prioridade da pesquisa em alguns países onde ocorrem excedentes de produção. A menos que seja destacado, no presente trabalho rendimento significa rendimento comercial ou de grãos.

Além do melhoramento de cultivares para maior potencial de rendimento, têm sido implementadas várias práticas agronômicas que permitem que esse potencial seja atingido. O incremento do rendimento relacionado com o aumento da absorção de nitrogênio, sob condições de baixa aplicação do nutriente, é freqüentemente reduzido em condições de alta aplicação. Vários métodos de aplicação parcelada de nitrogênio foram desenvolvidos para prevenir essa redução de rendimento. Assim, o desenvolvimento simultâneo de cultivares semi-anãs e métodos de adubação parcelada têm sido o caminho utilizado para aumentar o rendimento do arroz. Uma revisão crítica desse enfoque convencional pode ser de utilidade para um aumento adicional do rendimento da cultura.

Neste trabalho, as características relacionadas às diferenças de rendimento entre cultivares/linhagens de arroz e à elevação do potencial de rendimento de cultivares semi-anãs em condições de irrigação são discutidas basicamente do ponto de vista ecofisiológico.

## CARACTERÍSTICAS RESPONSÁVEIS PELA VARIAÇÃO DO RENDIMENTO ENTRE LOCALIDADES E ESTAÇÕES DE CULTIVO

O rendimento de certas cultivares de arroz varia marcadamente quando cultivadas em diferentes localidades e estações de cultivo. Geralmente, a temperatura ótima para máximo rendimento ("Tot") é observada quando a temperatura média de cada localidade é plotada contra a temperatura média

---

<sup>1</sup> Professor, Universidade de Tóquio - Faculdade de Agricultura, Bunkyo-ku, Tóquio 113, Japão.

durante as fases reprodutiva e de maturação (Murata, 1964). Além disso, diferenças marcantes em "Tot" são observadas entre cultivares. A "Tot" das cultivares *Japonica* é mais baixa que a das *Indica* (JAFFRCS, 1991). Assim, o rendimento das cultivares *Japonica* é mais baixo do que o das *Indica*, quando comparadas em certas localidades das Regiões Central e Sul do Japão (Ishikawa et al., 1993). Contudo, pouca diferença é observada no seu rendimento máximo quando cultivadas sob as condições individuais favoráveis de temperatura para cada grupo (JAFFRCS, 1991). Segundo Onishi et al. (1993), foram observados rendimentos de 1.400 g/m<sup>2</sup>, um dos maiores recordes de produtividade de arroz, em cultivares *Japonica* cultivadas no clima temperado da Austrália (Tabela 1).

Esses resultados sugerem que a resposta do rendimento a fatores climáticos, especialmente temperatura, varia de cultivar para cultivar, as quais apresentam pouca diferença quando cultivadas sob as condições individuais favoráveis de cultivo. No entanto, a diferença torna-se acentuada quando cultivadas na mesma localidade, devido à sensibilidade diferenciada à temperatura.

Normalmente, a taxa líquida de fixação de energia na copa, isto é, a taxa de crescimento da cultura (TCC) na fase de maturação é menos afetada pela temperatura. Entretanto, sob temperaturas altas, a taxa de enchimento dos grãos é mais rápida, embora o peso final do grão seja ligeiramente menor do que em temperaturas baixas. Nessa última condição, o período de enchimento dos grãos é mais longo. Além disso, o número de espiguetas para uma dada quantidade de nitrogênio absorvido antes da antese [ESP(No)] é maior em climas frios (Murayama, 1967). Assim, um período prolongado de enchimento de grãos, associado a uma maior duração da área foliar (DAF) e ao aumento do ESP(No) são responsáveis pelos maiores rendimentos sob clima frio.

A partição de fotoassimilados para síntese de componentes estruturais em órgãos vegetativos aumenta significativamente com a elevação da temperatura (Ishikawa et al., 1994). O aumento da partição em componentes estruturais pode estar inversamente relacionado com o ESP(No) e o rendimento sob climas quentes.

A resposta diferencial do rendimento de cultivares *Japonica* e *Indica* à temperatura é atribuída, principalmente, a diferenças na partição de fotoassimilados para crescimento de componentes estruturais na fase reprodutiva (Ishikawa et al., 1994). As características fisiológicas responsáveis pelo alto rendimento observado nesses experimentos têm sido efetivamente utilizadas no desenvolvimento de novas cultivares.

TABELA 1. Rendimento de grãos de cultivares de arroz, sob condições favoráveis de crescimento, em diferentes localidades no mundo.

Local/Médias climáticas*	Cultivar	Tipo de Planta	Rendimento** (g/m <sup>2</sup> )	Biomassa Total (g/m <sup>2</sup> )
<b>Yanco Valley, Austrália</b>				
Radiação solar = 22-24 MJ;	Echuka	Similar a cultivares americanas.	1.170	2.350
Temperatura máxima = 29,0°C;	Amaloo	Similar a cultivares americanas.	1.090	2.550
Temperatura mínima = 17,0°C;	Sasanishiki	<i>Japonica</i> .	1.210	2.600
Período de maturação = 60 dias.	Koshihikari	<i>Japonica</i> .	1.110	2.500
Fonte: Onishi et al. (1993).				
<b>Tsukuba, Japão (Nat. Agr. Res. Center)</b>				
Radiação solar = 14,1 MJ;	Sweon 258	<i>Indica</i> , semi-anã.	800	1.660
Temperatura máxima = 28,6°C;	Takanari	<i>Indica</i> , semi-anã.	790	1.630
Temperatura mínima = 21,0°C;	IR36	<i>Indica</i> , semi-anã.	670	1.320
Período de maturação = 45 dias.	Koshihikari	<i>Japonica</i> .	620	1.470
Fonte: Ishikawa et al. (1993).	Nipponbare	<i>Japonica</i> .	570	1.380
	Lemmont	Cultivar americana.	530	1.110
	M-401	Cultivar americana.	510	1.260
<b>Los Baños, Filipinas (IRRI)</b>				
Estação Seca:				
Radiação solar = 17-18 MJ;	Peta	<i>Indica</i> , de estatura alta.	426	1.780
Temperatura máxima = 33,0°C;	IR36	<i>Indica</i> , semi-anã.	512	1.230
Temperatura mínima = 23,3°C;	IR64	<i>Indica</i> , semi-anã.	650	1.583
Período de maturação = 30 dias.	IR29723-143-3-2-1	<i>Indica</i> , semi-anã.	686	1.635
Estação Chuvosa				
Radiação solar = 12-12,5 MJ;	IR64	<i>Indica</i> , semi-anã.	360	1.180
Temperatura máxima = 30,5°C;	IR29723-143-3-2-1	<i>Indica</i> , semi-anã.	460	1.356
Temperatura mínima = 23,0°C;				
Período de maturação = 39 dias.				
Fonte: Akita et al. (1990).				

\* Durante o período de maturação.

\*\* Arroz descascado com 14% de umidade.

## CARACTERÍSTICAS QUE CONTRIBUEM PARA O AUMENTO DO RENDIMENTO EM CULTIVARES DE ARROZ

Além das mencionadas anteriormente, várias outras características morfo-fisiológicas têm sido envolvidas no melhoramento da capacidade produtiva de cultivares de arroz irrigado, quando cultivadas sob condições favoráveis. A comparação da capacidade produtiva de cultivares em uma determinada localidade pode ser útil na análise dessas características.

### CARACTERÍSTICAS RESPONSÁVEIS PELO AUMENTO DO RENDIMENTO NO INSTITUTO INTERNACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ (IRRI)

Geralmente, o rendimento biológico (Rb) aumenta com a quantidade aplicada de nitrogênio até que a taxa de aumento diminui gradualmente e o Rb atinge um platô. Por sua vez, o rendimento de grãos cresce com o nitrogênio até atingir um ponto de máxima sob a quantidade ótima do elemento (Akita, 1989). Essa resposta diferenciada à absorção de nitrogênio, ilustrada pela Figura 1, é atribuída ao fenômeno de "supercrescimento".

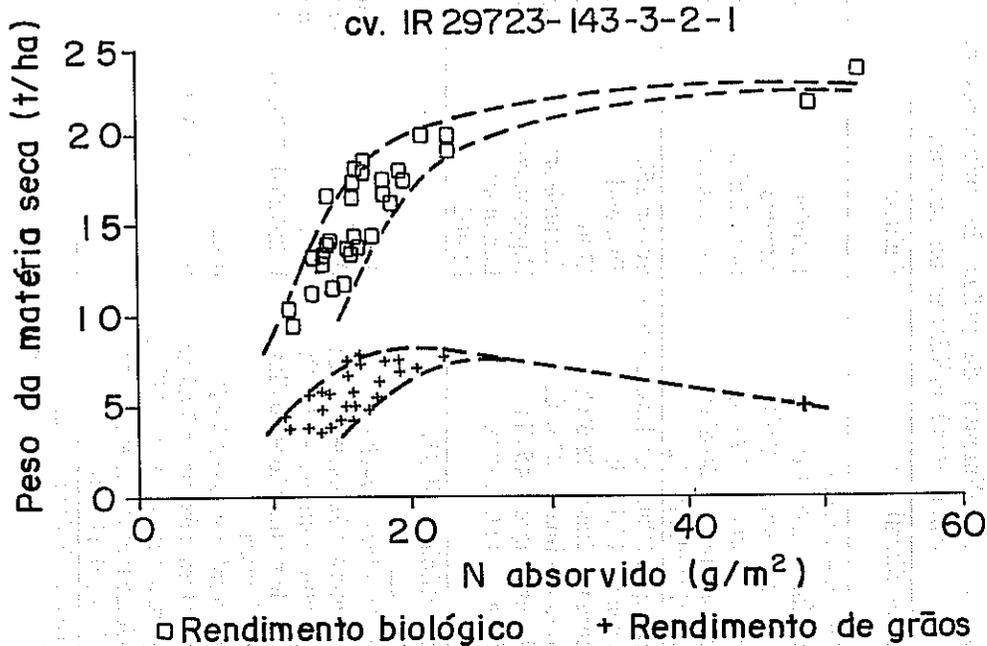


FIG. 1. Relação entre a quantidade absorvida de nitrogênio e o rendimento biológico e rendimento de grãos de arroz, cv. IR 29723-143-3-2-1.

Grande crescimento na fase vegetativa, decorrente de maior absorção de nitrogênio, ocasiona maior perda de carbono por respiração na fase de maturação. Assim, a taxa líquida de fixação de energia para enchimento de grãos é extremamente reduzida, resultando em decréscimo no rendimento de grãos. É observado que o nível ótimo de nitrogênio para máximo rendimento tem correspondência com a condição da radiação solar (Yamamoto, 1992).

A taxa de fotossíntese da copa nas fases iniciais de crescimento pode ser aumentada pela absorção de maior quantidade de nitrogênio. Quando a quantidade suficiente de nitrogênio foi fornecida em condições de alta radiação solar, foram obtidas taxas de fotossíntese de até 40 g de matéria seca/m<sup>2</sup>/dia (Akita, 1989).

A manipulação da taxa de fotossíntese nas fases iniciais de crescimento não é difícil; porém, é difícil manter uma alta taxa nas fases mais avançadas devido à acentuada perda de carbono por respiração, associada ao crescimento excessivo dos órgãos vegetativos (Akita, 1989).

Como ressaltado anteriormente, a maior taxa da fotossíntese real, decorrente da maior absorção de nitrogênio na fase inicial de crescimento, ocasiona redução do TCC e estabilização do Rb nas fases mais avançadas do ciclo da cultura (Figura 1). Maior taxa de fotossíntese na fase final de crescimento é um dos pré-requisitos para alto rendimento. Marcante estímulo à fotossíntese nas fases reprodutiva e de maturação tem sido observado em experimentos de enriquecimento atmosférico com CO<sub>2</sub> (Yoshida, 1976; Akita, 1980). Assim, considera-se a manutenção de uma alta taxa fotossintética nos estádios finais do ciclo de crescimento como a principal meta a ser atingida na manipulação de plantas para incremento do rendimento.

No longo processo de desenvolvimento de cultivares de arroz de alto rendimento, é reconhecido que o melhoramento do potencial de rendimento biológico (Rb, produção de biomassa total) causou pouco efeito sobre o rendimento de grãos, cujo aumento tem sido largamente dependente da criação de cultivares com maior índice de colheita ou IC (Figura 2). O IC, por sua vez, está intimamente associado ao aumento do ESP(No) apresentado na Figura 3 (Akita, 1989). Maior ESP(No) foi a principal contribuição do gene de baixa estatura ao aumento do tamanho do dreno.

Maior ESP(No) e maior resistência ao acamamento, decorrente da baixa estatura das cultivares semi-anãs, possibilitaram tanto o aumento da quantidade de nitrogênio aplicado quanto o seu parcelamento, resultando no aumento do TCC nas fases reprodutiva e de maturação.



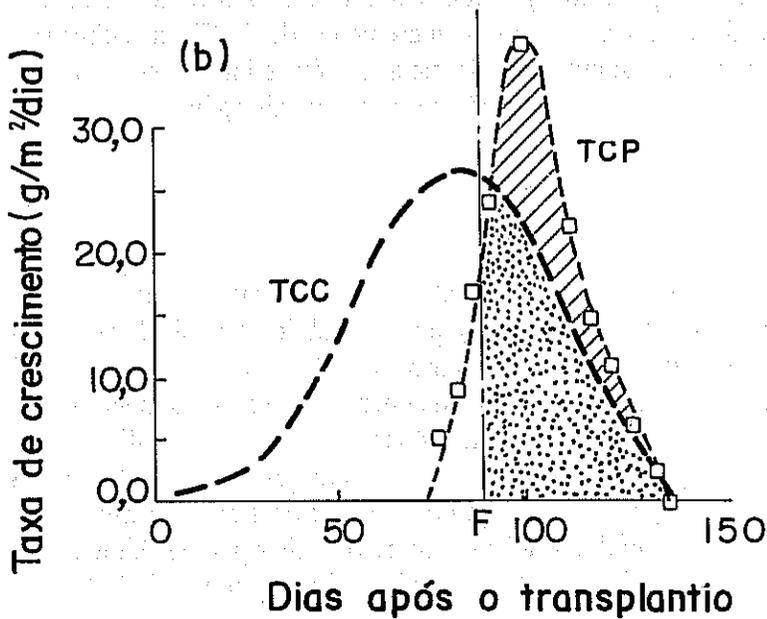
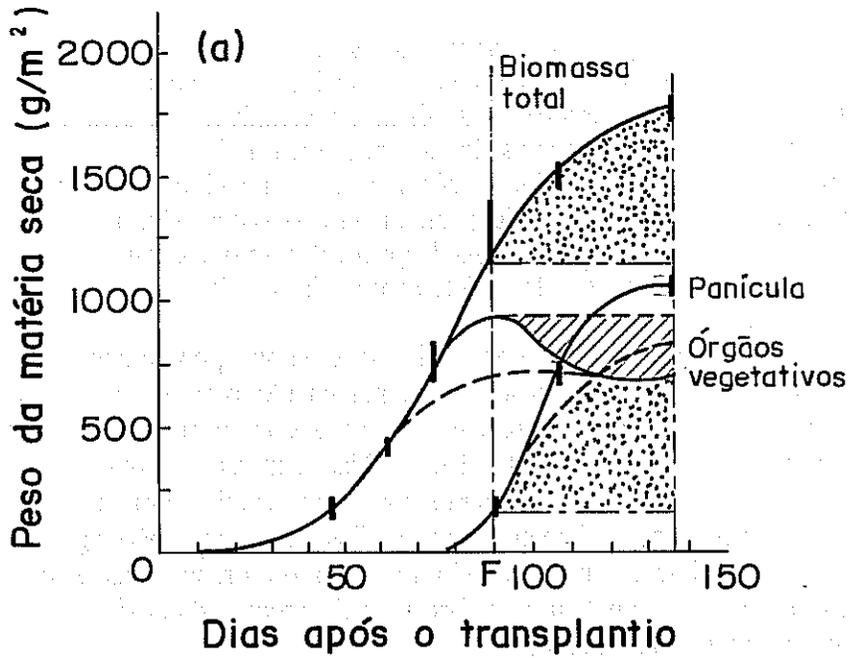
A quantidade de carboidratos não-estruturais (CNE) acumulados na bainha e no colmo também aumentou devido a reduzida partição de fotoassimilados para o crescimento de órgãos vegetativos em cultivares semi-anãs. A quantidade de compostos do tipo não-estrutural acumulados antes do florescimento, tais como amido, açúcares e aminoácidos, algumas vezes ultrapassa 2 t/ha (Figura 4), sendo prontamente translocada para a panícula e utilizada eficientemente no enchimento de grãos. Portanto, a quantidade de CNE acumulada antes da antese é freqüentemente relacionada com o aumento de rendimento.

A acumulação de CNE contribui para uma alta porcentagem de grãos cheios, através de sua rápida translocação à panícula logo após a antese, quando a deficiência de fotoassimilados recém-elaborados é intensificada nas cultivares com maior dreno (Weng et al., 1982). Nas cultivares semi-anãs recém-desenvolvidas tem sido freqüentemente observada estreita correlação entre o tamanho do dreno e o rendimento de grãos. Essa associação não significa uma limitação ao rendimento imposta pelo tamanho do dreno, mas é um bom indicador da melhoria simultânea da formação do dreno e da atividade da fonte para preencher esse maior dreno.

A principal estratégia utilizada para elevar o IC tem sido o aumento no tamanho do dreno associado ao incremento de CNE em cultivares semi-anãs, com o aumento simultâneo da taxa de fotossíntese, nos estádios finais de crescimento, através de adubação parcelada de nitrogênio.

#### . SIGNIFICÂNCIA DO ESP(N<sub>0</sub>)

O aumento do rendimento de grãos, numa situação em que o Rb dificilmente possa ser aumentado, pode ser obtido através de aumento da taxa de fixação de energia para enchimento de grãos. A energia para enchimento de grãos (Eg) é fornecida pela soma da energia fixada previamente ao florescimento (Epf) na forma de substâncias translocáveis, tais como CNE, aminoácidos, etc., com a energia fixada durante a fase de maturação (Em). Esta soma equivale ao aumento de matéria seca no período que vai do florescimento à maturidade e é obtida através da multiplicação do número de dias para enchimento de grãos pela taxa líquida diária de fixação de energia, estimada através da TCC (Figura 4).



Áreas pontilhadas e sombreadas correspondem, respectivamente, à energia fixada durante o período de maturação e à energia translocável fixada antes do florescimento. F = florescimento.

**FIG. 4.** Aumento da biomassa total e peso da panícula (a), taxa de crescimento da cultura (TCC) e taxa de crescimento da panícula (TCP) (b), em relação ao número de dias após o transplante da cultivar Takanari.

Para aumentar a Eg, devem ser intensificadas Epf e/ou Em. Geralmente, o aumento da Em pode ser o caminho principal para elevar o rendimento de grãos, pois sua contribuição é comumente elevada. Para aumentar Em, mantendo Rb estável, deve-se reduzir o peso da matéria seca na fase de florescimento (MSf). Normalmente, a redução no MSf é acompanhada de redução no tamanho do dreno. Em consequência, a habilidade de formar um dreno de tamanho adequado sob MSf limitado deve ser encontrada.

A quantidade de nitrogênio absorvido no florescimento (Nf) é comumente utilizada como parâmetro, ao invés do MSf. O tamanho do dreno sob uma dada quantidade de nitrogênio absorvido antes do florescimento ou ESP(No), é considerado como a característica fundamental do aumento do potencial de rendimento. É não somente um indicador de crescimento excessivo como também a forma de assegurar um maior dreno associado a alta capacidade de enchimento dos grãos.

#### . CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS COM O ESP(No)

Um alto ESP(No) está geralmente associado a várias outras características como baixa estatura, alto peso da panícula e heterose (Akita, 1989), possivelmente em decorrência da baixa partição de fotoassimilados na fase reprodutiva para síntese de componentes estruturais (Ishikawa et al., 1994). Cultivares semi-anãs do tipo “peso de panícula”, representadas pelas cultivares do tipo “Tongil” coreanas ou de algumas cultivares *Indica* da China, apresentam maior capacidade de rendimento do que as cultivares semi-anãs do tipo “número de panículas” (JAFFRCS, 1991; Ishikawa et al., 1993). Além disso, as cultivares do tipo “peso de panícula” possuem sistema radicular mais profundo, o que propicia maior resistência ao acamamento e permite contínua absorção de nitrogênio por toda a fase de maturação (Terashima et al., 1992). Híbridos F<sub>1</sub> de alto rendimento são também caracterizados pelo reduzido número de panículas associado ao maior tamanho da panícula (Virmani & Edwards, 1983). Em adição, cultivares do tipo “número de panículas” cultivadas nos trópicos apresentam, frequentemente, maior rendimento com menor número de panículas, quando cultivadas em clima temperado (Tabela 2). No cultura do trigo, o desenvolvimento de cultivares do tipo “peso de panícula” combinado com métodos melhorados de manejo de fertilizantes foi a estratégia básica para alcançar maior rendimento (Mizuochi, 1988).

**TABELA 2. Variação do rendimento de grãos e componentes do rendimento da cv. IR36, cultivada sob condições favoráveis no Japão e nas Filipinas. (Dados não publicados, Akita et al.).**

Local	Duração		Fertilidade das		Rendimento (g/m <sup>2</sup> )	Índice de Colheita
	do Ciclo (dias)	Panículas (n <sup>o</sup> /m <sup>2</sup> )	Espiguetas (n <sup>o</sup> /m <sup>2</sup> )	Espiguetas (%)		
Filipinas (IRRI)	113	689	39.300	67,4	559	0,45
Japão (NARC**)	129	370	44.200	82,0	646	0,49

\* Com base no peso da matéria seca.

\*\* Centro Nacional de Pesquisa Agrícola, Tsukuba, Japão.

#### **CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS PARA AUMENTO ADICIONAL NO RENDIMENTO**

Para aumentar o potencial de rendimento têm sido propostas várias estratégias baseadas no melhoramento de caracteres, como a eficiência de conversão fotossintética ou o prolongamento do período de maturação independente da temperatura. Contudo, não seria realista fundamentar essas estratégias em suposições, sem base científica. Por outro lado, um novo tipo de planta de arroz, que pode resultar em incrementos de até 50% no rendimento, sob cultivo irrigado nos trópicos, é proposto pelo International Rice Research Institute (1993). Este enfoque também não apresenta base científica para o rendimento-meta; porém, seria interessante revisar a possibilidade de aumento das características requeridas para o rendimento almejado em comparação com o presente nível dessas características.

O rendimento máximo atual de grãos, observado durante a estação seca nos trópicos, situa-se ao redor de 10 t/ha (com 14% de umidade) enquanto o rendimento-meta (Rm) é de 15 t/ha. Para obter tal Rm são necessárias aproximadamente 11 t de matéria seca/ha para enchimento dos grãos, descontando-se 14% de umidade e 20% de casca (Akita et al., 1990). Por sua vez, o Rb esperado, com base no peso de matéria seca, deveria ser de 22 t/ha, pois o IC potencial, obtido a partir da relação rendimento de grãos em casca/Rb, seria de aproximadamente 0,60. Isto equivale a 0,50, quando a relação é calculada levando em conta o rendimento de arroz descascado/Rb. Considerando que antes do florescimento a acumulação de substâncias não-estruturais translocáveis situa-se ao redor de 3 t/ha, durante o período de maturação devem ser ganhos ainda 8 t de matéria seca/ha. Assim, o peso requerido de matéria seca no florescimento seria de 14 t/ha.

Para obter 22 t de Rb/ha na estação seca dos trópicos, as únicas candidatas a aumento do rendimento via aumento do HI seriam as cultivares com mais de 140 dias de duração do ciclo. Outra alternativa para atingir o rendimento-meta é aumentar Rb com menor dependência no prolongamento do crescimento e no aumento da absorção de nitrogênio.

As características necessárias para aumentar o rendimento de cultivares de arroz, no que se refere aos processos determinantes do rendimento e formas de manipulação, são discutidas a seguir.

### PROCESSO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE COLHEITA

O IC atual de cultivares com ciclo de 140 dias é inferior a 0,4 (Figura 2). Para aumentar o rendimento em 50%, é necessário que este índice seja elevado para 0,6. Duas etapas distintas podem ser observadas no processo de elevação do IC (Akita, 1989). A primeira corresponde ao desenvolvimento de cultivares semi-anãs que resultou em reduzida partição da energia aos órgãos vegetativos e menor acamamento; a segunda é a utilização da heterose (Figura 2). O IC do arroz é ainda menor do que o de outras culturas de grãos, como o trigo (Tabela 3), e a possibilidade de elevá-lo precisa ser melhor estudada.

**TABELA 3. Comparação entre índices de colheita de cultivares de arroz e cultivar de trigo.**

Cultivar (Local de Cultivo)	Duração do Ciclo (dias)	Rendimento Biológico Total* (g/m <sup>2</sup> )	Peso de Grãos Cheios* (g/m <sup>2</sup> )	Rendimento Econômico* (g/m <sup>2</sup> )	Índice de Colheita**
IR58-estação seca <sup>a</sup> (IRRI, Filipinas)	102	1186	575	433	0,370 (0,480)
IR58-estação chuvosa <sup>a</sup> (IRRI, Filipinas)	96	1020	363	260	0,250 (0,360)
IR29723-143-3-2-1 <sup>a</sup> (IRRI, Filipinas)	128	1755	753	590	0,336 (0,430)
IR46830/IR9761-19-1 <sup>a</sup>	98	1623	888	710	0,437 (0,550)
Takanari <sup>b</sup> (NARC, Japão)	128	1750	-	732	0,418
Kochihibiki <sup>b</sup> (NARC, Japão)	129	1660	-	561	0,338
Trigo cv. Asakazekomigi <sup>c</sup> (Chikugo, Japão)	-	995	-	579	0,520

\* Baseado no peso da matéria seca. Rendimento econômico é o peso dos grãos descascados.

\*\* O índice de colheita entre parênteses tem como base o rendimento de grãos cheios em relação ao rendimento biológico total.

<sup>a</sup> Fonte: Akita et al. (dados não publicados).

<sup>b</sup> Fonte: Ishikawa et al. (1993).

<sup>c</sup> Fonte: JAFFRCS (1986).

## . PARTIÇÃO DE ENERGIA AOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS

O tamanho mínimo do dreno requerido para atingir 15 t/ha de rendimento é de aproximadamente 72 mil espiguetas/m<sup>2</sup>, considerando a fertilidade das espiguetas em 90% e o peso de grãos em 23 mg de matéria seca/grão. Entretanto, tal percentual de fertilidade de espiguetas não é muito realístico, podendo requerer um aumento adicional do número de espiguetas. O tamanho do dreno poderia aumentar via absorção de maior quantidade de nitrogênio; contudo, isto não vem sendo obtido na prática devido ao já mencionado fenômeno de “supercrecimento”.

Assim, a principal condição para incrementar o IC evitando o crescimento excessivo é o aumento do ESP(No) porque assegura resposta à maior absorção de nitrogênio, aumentando simultaneamente o tamanho do dreno e o IC durante a fase de maturação. Tem sido observada variabilidade genética para essa característica nas novas cultivares e linhagens (Akita, 1989); porém, o tamanho máximo do dreno na Figura 2, corresponde a aproximadamente 55 mil espiguetas, com 18 g de nitrogênio absorvido por m<sup>2</sup> antes do florescimento. É quase impossível obter o número esperado de 72 mil espiguetas a partir da variação existente.

Maior ESP(No) poderia ainda ser uma das características-chave a ser estudada visando obter incrementos adicionais no rendimento. Características relacionadas ao alto ESP(No), tais como o alto peso de panícula das cultivares semi-anãs bem como o vigor híbrido, devem ser elucidadas. A aptidão dessas cultivares semi-anãs para alto rendimento tem sido confirmada, principalmente em clima temperado. O fundamento teórico para a proposta de utilizar cultivares semi-anãs do tipo “peso de panícula” para elevar o rendimento nos trópicos (International Rice Research Institute, 1993) ainda requer esclarecimentos.

O florescimento não sincronizado, dentro e entre panículas, em cultivares do tipo “peso da panícula”, poderia trazer benefícios durante o período de maturação, evitando a competição severa entre panículas, por energia para enchimento de grãos, além de prolongar esse período. Por outro lado, o florescimento não sincronizado é frequentemente associado à baixa qualidade de grãos, sendo observada pouca variação genética no período de crescimento de cada grão. O efeito da redução do peso da casca no aumento da partição de energia para enchimento de grãos precisa ser estudado adicionalmente porque parece existir variação (Akita et al., 1990).

## **. QUANTIDADE DE COMPOSTOS NÃO-ESTRUTURAIS ACUMULADOS ANTES DO FLORESCIMENTO**

Geralmente, a concentração de CNE na bainha e no colmo antes da antese é determinada pelo balanço entre a energia líquida fixada e sua partição para síntese de componentes estruturais de órgãos vegetativos. Essa concentração é maior sob condições que resultam em menor partição de fotoassimilados para crescimento de órgãos vegetativos e em elevada taxa de fotossíntese (Akita, 1993b). Fatores ambientais como baixa temperatura, baixo conteúdo de nitrogênio e alta radiação solar tendem a aumentar a concentração de CNE.

Observa-se significativa variação de CNE entre cultivares de arroz. Os principais fatores genéticos relacionados com CNE são a duração do ciclo e a baixa estatura; entretanto, sua regulação é complicada devido a existência de relações antagônicas entre os fatores envolvidos. Além disso, deve haver um certo limite para o aumento do quociente de partição de fotoassimilados em CNE, pois sua concentração é inversamente relacionada à deposição de componentes estruturais em órgãos vegetativos, o que pode intensificar o acamamento e acelerar a senescência das folhas. O nível ótimo de CNE para obter maiores rendimentos deve ser estudado levando em consideração o balanço entre o tamanho do dreno e as condições do período de maturação em cada situação específica.

## **. TAXA LÍQUIDA DE FOTOSSÍNTESE NAS FASES REPRODUTIVA E DE MATURAÇÃO**

O aumento da eficiência fotossintética e a redução da taxa de respiração de manutenção, entre outros, têm sido propostos como forma de melhorar adicionalmente os processos fisiológicos. Porém, nem o aumento da taxa fotossintética nem a redução da taxa de respiração durante todo o período de crescimento é requerido para obter rendimentos elevados, porque a manipulação requerida desses caracteres varia marcadamente conforme as fases de desenvolvimento e as condições de cultivo. Isto se deve ao fenômeno de "supercrescimento", caracterizado pela reduzida TCC na fase de maturação, devido à excessiva perda de energia por respiração, à arquitetura não adequada da copa, ao acamamento, à maior suscetibilidade a pragas e doenças, entre outros. Além disso, características morfológicas desejáveis para alto rendimento, tais como folhas eretas, também podem variar de acordo com a fase de desenvolvimento e as condições de cultivo. O ângulo foliar para alta fotossíntese da copa varia conforme esses fatores.

Para obter um aumento de 8 t de matéria seca/ha durante o período de maturação - necessário para um incremento de 50% no rendimento - um dos pré-requisitos é uma taxa maior de fotossíntese nos estádios finais de crescimento. Com base em experimentos de enriquecimento atmosférico com CO<sub>2</sub> (Yoshida, 1976; Akita, 1980), têm sido relatadas importantes contribuições da intensificação da taxa de fotossíntese nas fases de reprodução e maturação. Assim, a manutenção de maiores taxas de fotossíntese nos estádios avançados de crescimento tem sido a principal meta da manipulação para aumentar o rendimento. Dentre as principais características relacionadas ao incremento de energia fixada nessas fases, destacam-se: incremento da taxa de fotossíntese decorrente de melhor resposta ao nitrogênio obtida através de incorporação de baixa estatura, folhas eretas e prolongamento do período de enchimento de grãos associado à maior duração de área foliar (DAF).

A possibilidade de aumentar a fotossíntese da copa pelo aumento do conteúdo de nitrogênio é discutida a seguir.

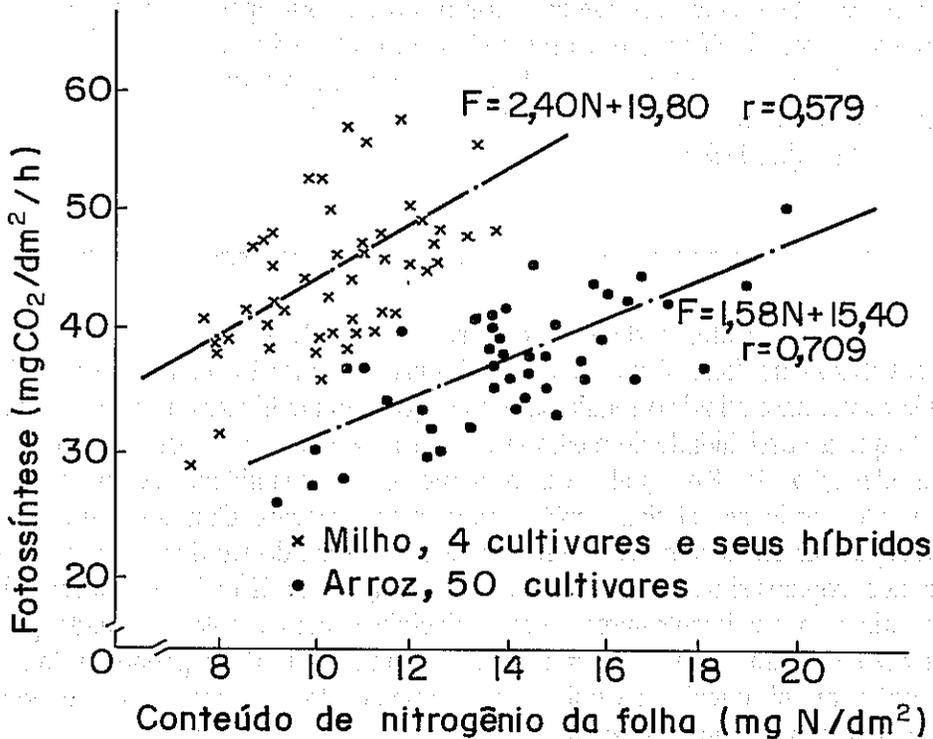
O menor conteúdo de N nas folhas de arroz em relação às outras culturas pode estar relacionado à maior taxa de expansão da área foliar devido à adaptação da cultura às condições favoráveis de água.

Existe uma alta correlação positiva entre teor de N e a taxa de fotossíntese, expressos por unidade de área foliar. Entretanto, se uma mesma quantidade de nitrogênio é absorvida por unidade de área de terreno, seja através do aumento do índice de área foliar (IAF) ou do teor de N por unidade de área foliar, pode não haver efeito sobre a fotossíntese, desde que a arquitetura da copa seja controlada de forma independente. Porque a quantidade absorvida de nitrogênio por unidade de área seria o principal fator determinando a fotossíntese. Somente quando o alto IAF está associado geneticamente à arquitetura inadequada da copa, a elevação no conteúdo de N por unidade de área foliar deve contribuir para o incremento da taxa de fotossíntese da copa.

A manipulação da atividade e da concentração da Ribulose bis-fosfato carboxilase (Rubisco), enzima-chave da reação química escura da fotossíntese, está recebendo crescente atenção (International Rice Research Institute, 1993). A taxa de fixação de energia por unidade de área está intimamente relacionada à concentração da Rubisco, mas está pouco relacionada à sua atividade (Osaki et al., 1993). Sua maior concentração pode acompanhar um estímulo de perda de energia por respiração nas fases avançadas de crescimento, devido à maior absorção de nitrogênio nas fases iniciais. Assim, o incremento da taxa de fotossíntese para uma dada quantidade de nitrogênio absorvido na folha [Fo(No)] seria o caminho mais desejável para aumentar a fotossíntese líquida da copa e evitar o crescimento excessivo. Recentemente, a incorporação de características C4 em espécies C3 tem sido enfatizada para elevação do Fo(No). Alto Fo(No) é também requerido para manter a sustentabilidade do sistema de cultivo de arroz, porque permite reduzir a entrada de energia subsidiária.

Uma maior eficiência de conversão de energia luminosa no cloroplasto poderia ser obtida através do enriquecimento atmosférico com dióxido de carbono e conversão do metabolismo C3 em C4. Esta conversão foi observada em algumas espécies, como *Eleocharis vivipara*, estando relacionada com o dimorfismo da folha (Ueno et al., 1988). Um mecanismo de conversão envolvendo ácido abscísico foi relatado (Golibar & Feldman, 1989).

Não somente a incorporação de metabolismo C4 como também de outras características fisiológicas relacionadas ao alto Fo(No) em arroz merece ser melhor estudada, porque existe variação de Fo(No) entre cultivares (Akita, 1980), conforme indica a Figura 5.



**FIG. 5** Relação entre o conteúdo de nitrogênio da folha e a taxa de fotossíntese aparente de plantas de milho e arroz, com 0,03% de CO<sub>2</sub>, sob 0,45 cal/cm/min de radiação fotossinteticamente ativa, a 30°C (Akita, 1980).

A manipulação da concentração da enzima ou da sua atividade relacionada à fotossíntese e translocação, utilizando RNA anti-senso, foi recentemente iniciada. Seria de grande valor utilizar a biotecnologia para analisar e modificar os processos fundamentais determinantes do rendimento, embora não seja ainda sabido se a incorporação desses genes é efetiva no melhoramento da eficiência geral da fotossíntese.

A manutenção de um maior DAF na fase de maturação, decorrente do retardamento da senescência da folha, é outra forma de aumentar a TCC nessa fase. Existe considerável variação para essa característica, devido tanto a fatores genéticos quanto ambientais. Contudo, genótipos com senescência mais rápida associada a um maior teor de CNE mostraram rendimento de 10 t/ha, similar ao de genótipos de senescência mais lenta (Ishikawa et al., 1993). A contribuição do retardamento da senescência da folha sobre o rendimento deve ser melhor estudada, em conexão à concentração de CNE e da quantidade de nitrogênio absorvido pelas raízes.

No que se refere aos processos de consumo de energia, a respiração de manutenção tem sido considerada como objeto principal de manipulação. Contudo, o seu significado deve ser esclarecido para evitar os possíveis efeitos adversos dessa manipulação. A redução da taxa de respiração escura ("dark respiration") desnecessária, como uma estratégia alternativa, requer estudos adicionais (Akita, 1993a).

## **PROCESSO DE DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO BIOLÓGICO**

Presentemente, a duração do crescimento da maioria das cultivares desenvolvidas no IRRI é menor que 140 dias. A elevação do Rb é condição fundamental para atingir o rendimento-meta ( $R_m$ ) em cultivares de menor ciclo, desde que a possibilidade de melhoria do seu IC é limitada. A estratégia básica para elevação do Rb, qual seja, o aumento da quantidade de nitrogênio absorvido, pode ser efetiva também para essa situação. Contudo, usando a estratégia convencional baseada em nitrogênio, o limite do Rb durante a estação seca nos trópicos situa-se ao redor de 23 t/ha (Figura 1). Este é o Rb necessário para atingir o rendimento-meta, quase coincidindo com o valor estimado para incrementar o  $R_m$  em 50%. Além do mais, o aumento do Rb dependente de alta absorção de nitrogênio necessita ser acompanhado da entrada de energia subsidiária para o cultivo de arroz.

Recentemente, Blanco et al. (1990) relataram aumento do Rb de híbridos  $F_1$ , embora o aumento independente do ciclo e da alta absorção de nitrogênio não tenha sido bem-sucedido anteriormente. O mecanismo para elevação do Rb em híbridos  $F_1$  e o aumento do Rb com menor dependência na maior absorção de nitrogênio, tal como a incorporação da rota de fotossíntese C4 em arroz, precisam ser melhor estudados.

## IMPLICAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS À ELEVACÃO DO RENDIMENTO E SUA OTIMIZAÇÃO

Algumas das características responsáveis pelo aumento no rendimento são, muitas vezes, relacionadas inversamente com características ligadas à tolerância a vários estresses bem como à qualidade do grão. Devido ao último fator, cultivares de alto rendimento do tipo "peso de panícula" ou híbridos  $F_1$  não têm sido usadas comercialmente e pouco têm contribuído para o aumento do rendimento mundial. A qualidade dos grãos - em especial do arroz - é um caráter importante para fins comerciais, pois é utilizado com pouco processamento. Essa qualidade causa reflexos diretos sobre o rendimento em países ou grandes áreas, através da área de distribuição das cultivares.

O rendimento comercial do arroz em um país ou grande região é determinado tanto pela capacidade produtiva das cultivares quanto pela sua área de distribuição. A contribuição da alta capacidade produtiva "per se" é limitada quando se toma o rendimento em base mundial. O aumento do potencial de rendimento somente se reflete na produtividade de grandes áreas quando combinado com melhor qualidade de grão e tolerância a vários estresses, como demonstrado pela cultivar IR36.

Implicações entre as características relacionadas com a capacidade produtiva e aquelas relacionadas à qualidade do grão e à tolerância a vários estresses, etc., devem ser minimizadas. Além disso, o desenvolvimento de cultivares com melhor qualidade de grão e tolerância a vários estresses, sem sacrificar o potencial de rendimento atual, deve ser perseguido para propiciar aumento adicional do rendimento de arroz a nível mundial. A otimização das características relacionadas com os processos determinantes do rendimento, considerando-se o tipo e a magnitude do estresse sob um dado ambiente, é a estratégia comumente empregada para aumentar o rendimento comercial em condições práticas. Os vários tipos de modelo de simulação disponíveis poderiam ser de auxílio à otimização dos caracteres envolvidos (Kropff et al., 1993).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKITA, S. Improving yield potential in tropical rice. In: **PROGRESS** in irrigated rice research. Los Baños: IRRI, 1989. p.41-73.
- AKITA, S. Respiration: variation and potential for manipulation. In: BUXTON, D.R. et al. (Eds). **International crop science**. Madison: International Crop Science Society, 1993a. p.799-805.

- AKITA, S. Nonstructural carbohydrate accumulation and crop yield. In: CROP production technology and strategy for the future. Korea: KSCS, 1993b. p.11-22.
- AKITA, S. Studies on the differences in photosynthesis and photorespiration among crops. **Bulletin of the National Institute of Agriculture Science**, v.31, p.1-94, 1980. (In Japanese with English summary).
- AKITA, S.; PARAO, F.T.; LAZA, M.R.C. Variation in rice hull weights. **International Rice Research Newsletter**, Los Baños, v.15, n.2, p.10-11, 1990.
- BLANCO, L.C.; CASAL, C.; AKITA, S.; VIRMANI, S.S. Biomass, grain yield and harvest index of F1 rice hybrids and inbreds. **International Rice Research Newsletter**, Los Baños, v.15, n.2, p.9-10, 1990.
- GOLIBAR, T.E.; FELDMAN, L.J. Osmotic stress, endogenous abscisic acid and the control of leaf morphology in *Hippris vulgaris* L. **Plant, Cell Environmental**, Oxford, v.12, p.163-171, 1989.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Rice research in a time of change: IRR's medium-term plan for 1994-1998**. Los Baños, 1993. 79p.
- ISHIKAWA, T.; AKITA, S.; LI, Q. Relationship between content of nonstructural carbohydrates before panicle initiation stage and grain yield in rice (*Oryza sativa* L.). **Japanese Journal of Crop Science**, Tokyo, v.62, p.130-131, 1993. (In Japanese).
- ISHIKAWA, T.; HOSHINA, T.; NAGATA, K.; NAKAMURA, I.; AKITA, S.; KABAHI, N. Effect of temperature during reproductive period on spikelet number in rice (*Oryza sativa* L.). **Japanese Journal of Crop Science**, Tokyo, v.63, p.152-153, 1994. Extra issue (In Japanese).
- JAFFRCS. **Development of super high yielding crop and establishment of cultivation technology**. Tokyo, 1991. 210p. (Kenkyu Seika, 250). (In Japanese).
- JAFFRCS. **Utilization of solar energy between C3, C4 and CAM plants**. Tokyo, 1986. 314p. (JAFFRCS. GEP-II, 12). (In Japanese).

- KROPFF, M.J.; CASSMAN, K.G.; PENNING DE VRIES, F.T.W.; LAAR, H.H. van. Increasing the yield plateau and the impact of global climate change. **Journal of Agricultural Meteorology**, Ibaraki, v. 48, p.795-798, 1993.
- MIZUOCHI, T. Prospects for development of high-yielding techniques of winter wheat in Hokkaido. **Nogyo Gijyutsu**, v.43, p.337-342, 1988. (In Japanese).
- MURATA, Y. On the influence of solar radiation and air temperature upon the local differences in the productivity of paddy rice in Japan. **Proceedings of the Crop Science Society Japan**, v.33, p.59-63, 1964.
- MURAYAMA, N. Nitrogen nutrition of rice plant. **JARQ**, Ibaraki, v.2, p.1-15, 1967.
- ONISHI, M.; ANGUS, J.; LEWIN, L.; HORIE, T. A comparison of the growth and yield of japanese and australian rice cultivars at Yanco in Australia. **Japanese Journal of Crop Science**, Tokyo, v.1, p.48-49, 1993. Extra issue.
- OSAKI, M.; MORIKAWA, K.; YOSHIDA, M.; SHINANO, T.; IYODA, M.; TADANO, T. Productivity of high-yielding crops. III. Accumulation of ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxygenase and chlorophyll in relation to the productivity among high yielding crops. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.39, n.3, p.399-408, 1993.
- TERASHIMA, K.; AKITA, S.; SAKAI, N. Eco-physiological characteristics related with lodging tolerance of rice in direct sowing cultivation. **Japanese Journal of Crop Science**, Tokyo, v.61, p.380-387, 1992.
- UENO, O.; SAMEJIMA, M.; MUTO, S.; MIYACHI, S. Photosynthetic characteristics of an amphibious plant, *Eleocharis vivipara*: expression of C4 and C3 modes in contrasting environments. **Proceedings of the National Academic Science**, v.85, p.6733-6737, 1988.
- VIRMANI, S.S.; EDWARDS, I.B. Current status and future prospect for breeding hybrid rice and wheat. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.36, p.145-214, 1983.

- WENG, J.H.; TAKEDA, T.; AGATA, W.; HAKOYAMA, S. Studies on dry matter and grain production of rice plant. I. Influence of the reserved carbohydrate until heading stage and the assimilation products during the ripening period on grain production. **Japanese Journal of Crop Science**, Tokyo, v.51, p.500-509, 1982. (In Japanese with English summary).
- YAMAMOTO, Y. Improvement of rice growth stage prediction model and its application for growth diagnosis. **Agriculture and Horticulture**, Tokyo, v.67, p.289-293, 1992. (In Japanese).
- YOSHIDA, S. Carbon dioxide and yield of rice. In: **CLIMATE and rice**. Los Baños: IRRI, 1976. p.211-221.

# **ESTRATÉGIAS FISIOLÓGICAS E BIOFÍSICAS PARA A EXPLORAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA ASSOCIADA À PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS, COM DESTAQUE PARA O ARROZ**

Antonio Celso N. Magalhães<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

O caminho para melhorar a produtividade das culturas é por intermédio da maximização das atividades bioquímicas e fisiológicas, que operam de forma conjunta no controle do crescimento e do desenvolvimento da planta. Apesar dos consideráveis esforços despendidos para entender os sistemas físico-químicos que modulam os processos fisiológicos nas plantas, muito resta a esclarecer sobre os mecanismos que operam a nível molecular. Neste contexto, torna-se extremamente importante o desenvolvimento de ensaios biológicos razoavelmente rápidos e reproduzíveis para selecionar plantas para maior assimilação de nutrientes, eficiência do uso da água e tolerância aos estresses ambientais, tais como: extremos de temperatura, excesso de irradiância, toxidez mineral, inundação do solo, etc. Assim, a discriminação de genótipos melhor adaptados e mais produtivos deve ser considerada como uma função básica do trabalho de geneticistas e fisiologistas de plantas.

## **METABOLISMO DO NITROGÊNIO E CARBONO**

O crescimento vegetal depende da energia solar para a assimilação dos compostos de carbono e nitrogênio requeridos em todas as fases do desenvolvimento.

A disponibilidade de nitrogênio para as plantas é reconhecida como o principal fator que afeta o crescimento e a produtividade das plantas econômicas. Práticas agrícolas que envolvem aplicações parceladas de fertilizantes nitrogenados devem ser consideradas como extremamente importantes para o aumento do rendimento. Em pequenas áreas de cultivo intensivo, métodos alternativos de aplicação de nutrientes devem incluir formulações de liberação lenta, particularmente para cultivares semi-anãs de ciclo curto e alta produtividade, conforme observado por Akita (1995) em sua conferência.

---

<sup>1</sup> Professor, Universidade de Campinas (UNICAMP) - Instituto de Biologia, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13080-000 Campinas, SP, Brasil.

Plantas mesófitas geralmente utilizam nitrato como fonte primária de nitrogênio para o crescimento. O nitrato absorvido pelas raízes é reduzido a compostos alfa-aminados nas folhas, assim como nos órgãos subterrâneos, utilizando energia assimilatória originada da fotossíntese.

Nas folhas, a incorporação do carbono em aminoácidos é associada ao aumento da atividade da fosfoenolpiruvato carboxilase e diminuição da sacarose fosfato sintase, enzimas que catalisam importantes reações de síntese de sacarose e de ácidos orgânicos.

Trabalhos recentes têm indicado que as respostas da redutase de nitrato à transição luz/escuro são correlacionadas à fosforilação da proteína, indicando algum tipo de associação entre as rotas metabólicas de assimilação do nitrogênio e incorporação do carbono (Huber et al., 1992). Neste contexto, o monitoramento da atividade das enzimas redutase de nitrato, sacarose fosfato sintase e sacarose sintetase é particularmente relevante.

## **PARTIÇÃO DE FOTOASSIMILATOS**

As numerosas tentativas de exploração da variabilidade genotípica dos caracteres relacionados à assimilação fotossintética de CO<sub>2</sub> como critério de seleção para a produtividade das culturas têm resultado em sucessivos fracassos. A literatura atual fornece indicação de um crescente interesse dos fisiologistas de plantas em investigar os processos metabólicos que controlam o funcionamento dos drenos. Os principais objetivos dessas linhas de pesquisa focalizam a intensificação do transporte fonte/dreno de fotoassimilados de modo que os compostos sejam adequadamente alocados em produtos de valor econômico.

Várias evidências experimentais têm indicado que a partição de assimilados na planta é fortemente influenciada pela força do dreno que, por sua vez, é determinada pela taxa de crescimento dos órgãos que armazenam compostos de carbono e nitrogênio. Diferentemente das dimensões dos drenos, as atividades metabólicas dos tecidos de armazenamento são muito afetadas por estresses de curta duração, como extremos de temperatura, falta de água e transientes de irradiância.

É bem conhecido que durante a expansão foliar ocorrem importantes alterações fisiológicas associadas à alocação de fotoassimilados. Na primeira fase da ontogênese foliar, os órgãos fotossintéticos funcionam inicialmente como drenos, seguindo-se uma fase de atividade simultânea como fonte e dreno e, finalmente, adquirindo plenas características de fonte.

Em arroz, após o florescimento, todos os órgãos vegetativos interrompem o crescimento, e quantidades maciças de fotoassimilados translocam-se para as espiguetas. A acumulação de carboidratos nas bainhas das folhas e nos colmos tem início após a diferenciação das panículas, atingindo o pico na antese.

Em relação à fertilização nitrogenada, se o nutriente for aplicado em excesso, pode causar efeitos adversos ao crescimento e à produção de grãos, principalmente quando fornecido ao final do período vegetativo. Plantas com alta disponibilidade de nitrogênio apresentam grande massa vegetativa, o que causa redução da taxa fotossintética das folhas basais, em decorrência do alto sombreamento da copa (Murata, 1969).

Como mencionado na conferência de Akita (1995), o baixo conteúdo de nitrogênio foliar em arroz pode estar relacionado às altas taxas de expansão foliar. Na verdade, a medida do coeficiente de partição da área foliar (CPAF), sob várias condições ambientais, tem mostrado ser um indicador confiável do padrão de acumulação de matéria seca na planta. Experimentos com milho indicaram que os valores crescentes de CPAF, observados sob condições de temperaturas progressivamente altas, foram decorrentes da reduzida atividade radicular, em contraste com o crescimento da parte aérea.

Em adição ao uso da medida de concentração de carboidratos não estruturais como indicadora do índice de colheita, conforme proposto por Akita (1995), a medida da taxa de exportação de carbono (TEC) também pode ser considerada como um parâmetro útil para avaliação da capacidade de mobilização de assimilados pelas folhas. A TEC pode ser calculada pela diferença entre a taxa de assimilação do carbono e a taxa de acumulação de açúcares solúveis mais amido nas folhas, durante o período iluminado (Kalt-Torres et al., 1987).

Quando a fotossíntese é limitada por irradiância insuficiente, o nível da TEC pode ser mantido pela mobilização de reservas, principalmente amido. Quando a sacarose se acumula no citossol de uma folha-fonte, em decorrência da baixa taxa de exportação ou da alta taxa de fotossíntese, o amido começa a ser formado no cloroplasto. As taxas de síntese de amido e de exportação de fotoassimilados são, portanto, processos competitivos, fortemente modulados pelo meio ambiente.

Ho et al. (1989) mostraram que há situações em que o crescimento da planta é limitado pela atividade da fonte ou, alternativamente, pela força insuficiente do dreno. Quanto mais rápido crescem os drenos, maior será o gradiente de concentração entre as fontes e os drenos, permitindo a importação mais ativa de materiais de fontes progressivamente mais distantes.

## **ALGUNS ENSAIOS FÍSICOS PERTINENTES**

Como mencionado anteriormente, métodos de campo e de laboratório, rápidos e preferivelmente não invasivos, são necessários para seleção de material genético, principalmente quando grande número de indivíduos tem que ser testado ou pequena quantidade de material vegetal está disponível. Nestes casos,

as medições devem permitir a identificação de características determinadas geneticamente, que são correlacionadas às taxas de crescimento e à produtividade da cultura.

É amplamente reconhecido que a taxa de crescimento está associada aos eventos metabólicos que ocorrem no período entre a fixação do  $\text{CO}_2$  e a transferência do carbono assimilado para os componentes estruturais das células e tecidos. Assim, a medida das taxas metabólicas totais destes processos pode ser considerada um parâmetro útil para estimar o potencial genético de produção. Hansen et al. (1989) sugeriram a existência de uma correlação positiva entre a taxa de respiração dos tecidos em crescimento e a taxa de crescimento da planta inteira. Estes autores levantaram a hipótese de que a taxa de produção de  $\text{CO}_2$ , a taxa de absorção de  $\text{CO}_2$ , a taxa de acumulação de biomassa e a taxa de calor liberado pelas células são proporcionais à taxa de calor metabólico dos tecidos das plantas. Este parâmetro é adequadamente medido com o uso de equipamento microcalorimétrico. O método é bastante sensível e requer pequena quantidade de material vegetal. Apenas recentemente esta técnica vem sendo utilizada para avaliar a variabilidade genética da taxa de calor metabólico em plantas superiores como indicador do potencial genético de crescimento (Criddle et al., 1988). As medições da taxa de calor metabólico permitem ainda avaliações precisas das respostas das plantas às mudanças ambientais e seus efeitos sobre as taxas de crescimento vegetal.

Outra classe de métodos físicos amplamente utilizados em fisiologia vegetal, nas áreas básica e aplicada, engloba as técnicas de espectroscopia de absorção, particularmente a da fluorescência da clorofila (Kooten & Snel, 1990). A medição da fluorescência da clorofila A em folhas intactas tem sido usada como um método não destrutivo, para avaliar os eventos fotossintéticos iniciais e analisar o estado fisiológico das plantas submetidas a condições de estresse, tanto no laboratório como no campo.

Um crescente número de trabalhos tem sido publicado sobre as aplicações da espectroscopia fotoacústica em fisiologia vegetal, particularmente na área de herbicidas, aclimação luz/sombra, extremos de temperatura, efeito de poluentes e discriminação de genótipos (Fork & Herbert, 1993; Portes & Magalhães, 1993). Similar à fluorescência da clorofila, a técnica de espectroscopia fotoacústica também permite monitorar o processo de utilização da energia solar pela fotossíntese. A viabilidade desta técnica foi demonstrada em medições, *in vivo* e *in situ*, da atividade fotossintética, podendo ser estendida para estudos da resposta da planta à intensidade de luz, temperatura, disponibilidade de nutrientes e outras alterações fisiológicas induzidas pelo meio ambiente que afetam o crescimento e desenvolvimento da planta (Marquezini et al., 1990; Pereira et al., 1992).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKITA, S. Aspectos ecofisiológicos relacionados ao aumento do potencial de rendimento biológico e comercial da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.). In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).
- CRIDDLE, R.S.; BREIDENBACH, R.W.; LEWIS, E.A.; EATOUGH, D. J.; HANSEN, L.D. Effects of temperature and oxygen depletion on metabolic rates of tomato and carrot cell cultures and cuttings measured by calorimetry. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.11, p.695-701, 1988.
- FORK, D.C.; HERBERT, S.K. The application of photoacoustic techniques to studies of photosynthesis. **Photochemistry and Photobiology**, Elmsford, v.57, p.207-220, 1993.
- HANSEN, L.D.; LEWIS, E.A.; EATOUGH, D.J.; FOWLER, D.P.; CRIDDLE, R.S. Prediction of long-term growth rates of larch clones by calorimetric measurement of metabolic heat rates. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.19, p.606-611, 1989.
- HO, L.C.; GRANGE, R.I.; SHAW, A.F. Source-sink regulation. In: BAKER, D.A.; MILBURN, J.A. (Eds). **Transport of photoassimilates**. Harlow Essex: Longman, 1989. p.306- 343.
- HUBER, J.L.; HUBER, S.C.; CAMPBELL, W.H.; RIDENBAUGH, M.G. Reversible light/dark modulation of spinach leaf nitrate reductase activity involves protein phosphorylation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, San Diego, v.296, p.58-65, 1992.
- KALT-TORRES, W.; KERR, P.S.; USUDA, H.; HUBER, S.C. Diurnal change in maize leaf photosynthesis. I. Carbon exchange rate, assimilate export rate and enzyme activities. **Plant Physiology**, Rockville, v.83, p.283-288, 1987.

- KOOTEN, O. van; SNEL, J.F.H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v.25, p.147-150, 1990.
- MARQUEZINI, M.V.; CELLA, N.; SILVA, E.C.; SERRA, D.B., LIMA, C.A.S.; VARGAS, H.; PRIOLI, A.J.; SILVA, W.J. Photoacoustic assessment of the *in vivo* genotypical response of corn to toxic aluminum. **Analyst**, Cambridge, v.115, p.341-343, 1990.
- MURATA, Y. Physiological responses to nitrogen in plants. In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.Y.; VAN BAVEL, C.H.M. (Eds). **Physiological aspects of crop yield**. Madison: ASA/CSSA, 1969. p.235-259.
- PEREIRA, A.C.; ZERBETTO, M.; SILVA, G.C.; VARGAS, H.; SILVA, W.J.; NETO, G.O.; CELLA, N.; MIRANDA, L.C.M. OPC technique for *in vivo* studies in plant photosynthesis research. **Measurement Science and Technology**, Bristol, v.3, p.931-934, 1992.
- PORTES, T.A.; MAGALHÃES, A.C. Análise comparativa de diferentes genótipos de feijão através da medição da fluorescência da clorofila *a* e do balanço de O<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v.5, p.17-23, 1993.

# **FATORES ECOFISIOLÓGICOS E GENÉTICOS QUE AFETAM O MELHORAMENTO DO ARROZ PARA MAIOR RENDIMENTO**

Orlando Peixoto de Moraes<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

Ao selecionar-se diretamente para produção de grãos, provocam-se, a rigor, alterações nos processos fisiológicos da produção. Assim, o conhecimento das características fisiológicas e morfológicas que influenciam o desempenho produtivo das plantas torna-se valioso não apenas para o entendimento das modificações funcionais que são provocadas pelo melhoramento, mas também para a identificação de características auxiliares, que podem ser consideradas durante o processo seletivo, e para a definição da melhor fase do desenvolvimento em que se deve praticar a seleção (Fehr, 1987).

Para melhor eficiência dos programas de melhoramento, contribui também o entendimento das causas de natureza fisiológica da interação genótipo x ambiente, cujas conseqüências sobre os ganhos de seleção são comentadas a seguir. Adicionalmente, discutem-se algumas das causas de natureza genética que nos últimos anos têm limitado o desenvolvimento de cultivares de maior capacidade produtiva, principalmente de arroz irrigado.

## **INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO AMBIENTAL NA SELEÇÃO PARA MAIOR RENDIMENTO**

Como mencionado por Akita (1995), em sua conferência, o rendimento de uma dada cultivar varia enormemente quando cultivada em diferentes localidades e em diferentes estações do ano. Com a variação temporal e espacial, um ou vários fatores do ambiente de natureza abiótica ou biótica pode(m) variar, influenciando o desenvolvimento e o rendimento de qualquer cultura. Como as plantas, à semelhança de todos os seres vivos, reagem de maneira diferente às alterações do meio em que se desenvolvem, surge o fenômeno da interação genótipo x ambiente, que tem reflexos extremamente importantes na eficiência dos programas de melhoramento.

---

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, 74001-970 Goiânia, GO, Brasil.

Nas fases de avaliação e de seleção, o melhorista sempre se preocupa com a magnitude da interação genótipo x ambiente, visando ao melhor planejamento das estratégias do melhoramento e ao estabelecimento de recomendação mais adequada de cultivares, além de melhor entendimento de seus níveis de estabilidade fenotípica (Vencovsky & Barriga, 1992).

Ao implementar um programa de melhoramento, os ensaios de avaliação devem ser conduzidos em locais (fator aleatório) representativos da área de abrangência do programa. A seleção geralmente é feita com base na análise conjunta desses ensaios e, por conseguinte, sob os efeitos da interação genótipo x ambiente ou, no caso, genótipo x local. As fórmulas de resposta à seleção demonstram que o ganho esperado é diretamente proporcional à magnitude da variância genética presente entre as unidades de seleção. Em busca de simplificação, considerar-se-á, como variância genética, a variância genotípica.

Sendo os ensaios conduzidos em vários ambientes, a variância genotípica ( $\sigma_G^2$ ) entre as unidades de avaliação, estimada pela análise conjunta, pode ser representada por:

$$\sigma_G^2 = \bar{\sigma}_G^2 - \sigma_{GA}^2$$

onde:  $\bar{\sigma}_G^2$  = média das variâncias genotípicas entre as unidades de avaliação de cada ambiente; e  $\sigma_{GA}^2$  = variância dos efeitos da interação genótipo x ambiente.

Vê-se, pois, que a estimativa de  $\sigma_G^2$  pode até se anular, dependendo das magnitudes de  $\sigma_{GA}^2$ , mesmo havendo considerável variância genotípica em cada local, individualmente. Portanto, para aumentar a resposta à seleção, função direta de  $\sigma_G^2$ , é importante que a área de abrangência do programa seja pouco variável em relação aos diversos fatores de natureza biótica (doenças, pragas, etc.) e abiótica (características físico-químicas do solo, temperatura, pluviosidade, etc.). De acordo com Tai (1971), se a área for heterogênea, existem duas estratégias não mutuamente exclusivas: (1) subdividi-la em áreas menos heterogêneas, estabelecendo-se para cada uma delas um programa de melhoramento, ou (2) utilizar um conjunto gênico mais resistente aos estresses de ambiente, de tal forma que se obtenha maior estabilidade sem redução das possibilidades de progresso para as características de interesse.

Para determinada área, à medida que avançam os ciclos de seleção, é esperado que aumente a estabilidade, diminuindo a interação genótipo x ambiente, pois a cada recombinação estarão sendo utilizadas unidades de seleção de maior adaptação geral, pelo aumento da frequência de indivíduos portadores de genes favoráveis ao melhor desempenho nos diversos ambientes da área em questão. Por outro lado, quando o programa de melhoramento explora apenas

um local por vários ciclos sucessivos, tende-se a desenvolver uma população cada vez mais especificamente adaptada e de maior instabilidade, quando experimentada na área de maior variabilidade ambiental, que se supunha representada pelo local de seleção.

Pode-se também demonstrar que, quando se toma apenas um local  $j$  como representativo da área de abrangência do programa, a variância genotípica esperada entre as unidades de seleção nesse local ( $\sigma_{G(j)}^2$ ) é dada por:

$$\sigma_{G(j)}^2 = \sigma_G^2 + \sigma_{GA}^2$$

em que:  $\sigma_G^2$  e  $\sigma_{GA}^2$  são definidas como anteriormente, considerando toda a área do programa.

Ao desenvolver o programa em um único local, portanto, as estimativas de variância genotípica obtidas correspondem não a  $\sigma_G^2$ , mas sim a  $\sigma_G^2 + \sigma_{GA}^2$ . Diz-se, neste caso, que a estimativa de  $\sigma_G^2$  está "inflacionada" pelo componente de variância relativo à interação genótipo x ambiente. As estimativas de resposta esperada à seleção tornam-se, por conseguinte, superestimadas, ou seja, os benefícios médios do programa de melhoramento para os produtores da região serão invariavelmente menores do que os estimados na estação experimental, mesmo quando expressos em percentuais em relação à média.

O fato de as cultivares *Japonica*, sob temperaturas mais elevadas, apresentarem maior tendência, em relação às *Indica*, de utilizar fotoassimilados para o desenvolvimento de componentes estruturais, na fase reprodutiva, pode ser atribuído à sua domesticação em áreas de temperaturas geralmente mais amenas. Essa domesticação com algum isolamento reprodutivo levou, inclusive, ao aparecimento de uma certa barreira à troca de genes entre os dois grupos, representada pela existência de esterilidade nos cruzamentos *Indica* x *Japonica*. Com o desenvolvimento dos programas de melhoramento, esta barreira ao intercâmbio de genes está se reduzindo, sendo comum a existência de populações híbridas (pontes) oriundas de cruzamentos entre variedades *Indica* e *Japonica*.

## MELHORAMENTO PARA MAIOR PRODUÇÃO DE GRÃOS

São inquestionáveis as respostas indiretas de maior rendimento obtidas com a seleção praticada em características morfo-fisiológicas responsáveis por maior produção de grãos. O maior avanço, mundialmente reconhecido, refere-se à seleção de linhagens semi-anãs e resistentes à brusone, realizada pelo IRRI, na década de 60, em cruzamento entre Dee-Geo-Woo-Gen e Peta, das quais a IR8 foi amplamente difundida. A partir desta fase, contudo, podem-se admitir como

frustrantes os progressos havidos em relação ao caráter rendimento do arroz irrigado, apesar de os recursos investidos em melhoramento do arroz terem crescido mundialmente.

Jennings et al. (1979), ao discorrerem sobre o estabelecimento dos objetivos do melhoramento, afirmam, enfaticamente, que objetivos vagos, como melhoramento para alto rendimento, resultam em frustração e fracasso. Esta é a filosofia de trabalho ainda predominante na grande maioria dos programas de melhoramento de arroz e que, indubitavelmente, já permitiu grandes sucessos, mas que não parecem promissores para o futuro, no tocante ao aumento de potencial produtivo da cultura. Esses autores aconselham a preocupar-se com os fatores que limitam o rendimento, tais como: colmos fracos e acamamento; capacidade inadequada de perfilhamento; auto-sombreamento devido à morfologia foliar deficiente; suscetibilidade a doenças e pragas, etc.

Selecionar indiretamente para produção de grãos utilizando características secundárias relacionadas com o tamanho do dreno das plantas parece ser menos eficiente do que praticar a seleção direta, pois a produção representa a síntese balanceada de todas essas características secundárias. Sabe-se que, mantendo-se fixas as intensidades de seleção, a resposta indireta é superior à resposta direta somente se o produto da correlação genética ( $r_g$ ) entre a característica principal ( $y$ ) e a secundária ( $x$ ) pela raiz quadrada da herdabilidade da característica secundária ( $h_x$ ) for superior à raiz quadrada da herdabilidade da característica principal,  $h_y$  (Falconer, 1987). Considerando, por exemplo, o índice de colheita, que representa a razão entre a produção de grãos e a produção biológica,  $r_g h_x$  tenderá a ser inferior a  $h_y$ , pois mesmo que a correlação genética entre as duas características seja alta, o índice de colheita não deverá apresentar herdabilidade superior ao da produção de grãos. É oportuno ressaltar que, para o índice de colheita, acresce-se ainda a necessidade de gerar informações de uma característica adicional, de avaliação trabalhosa, qual seja, a produção biológica.

As características relacionadas com o índice de colheita, como, por exemplo, número de espiguetas por planta por unidade de nitrogênio absorvido antes da antese, teor de carboidratos não estruturais nas bainhas e colmos antes da antese, taxa de fotossíntese, etc., não são de avaliação suficientemente fácil para ser adotada como rotina em um programa de melhoramento, no qual manejam-se normalmente milhares de unidades de avaliação.

Por outro lado, é também compreensível que a seleção exclusiva para a produção de grãos pode levar a situações frustrantes, pois a resposta indireta para altura, ciclo, qualidade de grão, etc. pode não ocorrer na direção desejada. A melhor alternativa consiste em realizar uma seleção simultânea, no sentido desejado, para as várias características de interesse, inclusive para maior produção de grãos. A ênfase atribuída a cada característica dependerá dos

objetivos do programa e dos diferenciais entre as médias atuais e as metas desejadas. Além de incluir a produção de grãos como uma das características mais importantes a ser considerada no processo de seleção, se possível desde as gerações iniciais, necessita-se maior esforço a fim de reduzir o tempo entre as fases de recombinação, além de se precaver da perda de genes favoráveis, dentro de um enfoque de melhoramento populacional.

Em geral, os programas de melhoramento de arroz, a exemplo do que ocorre com as demais culturas autógamas, canalizam todos os seus recursos na obtenção e avaliação de linhagens para atender à demanda por cultivares com características requeridas pelo produtor, sem prestar a devida atenção ao melhoramento da sua população como um todo. Por analogia, agem como um criador e vendedor de reprodutores que não investe no melhoramento do seu rebanho e que, por isso, só consegue oferecer animais de desempenho medíocre. Para produzir linhagens superiores às já existentes, é imprescindível que os melhoristas de arroz melhorem seu material genético básico e que, para tanto, introduzam, em suas rotinas de trabalho, as alterações necessárias para a obtenção de respostas satisfatórias à seleção.

Tradicionalmente, as fases de avaliação e de seleção dos programas de melhoramento das culturas autógamas são extremamente longas. Os cruzamentos são realizados colocando-se o conjunto gênico, dentro dos limites impostos pelo reduzido tamanho efetivo, em condições favoráveis à recombinação. A partir daí, contudo, deixa-se operar, por sucessivas gerações, um processo reprodutivo que maximiza a endogamia [ $F=1 - (1/2)^n$ , em que  $n$  representa o número de gerações de autofecundação], qual seja o acasalamento do indivíduo com ele mesmo. A partir da terceira geração de autofecundação, as chances de recombinação já não parecem compensar mais o aumento do tempo que se impõe ao término do ciclo de seleção, mas, em geral, o processo se prolonga até gerações bastante avançadas, quando ainda se gastam alguns anos adicionais avaliando linhas fixadas. Finalmente, algumas poucas linhas de melhor desempenho geral voltam a ser utilizadas para iniciar o novo ciclo.

Como são poucas as unidades de seleção finalmente aproveitadas, para iniciar um novo ciclo recorre-se aos "imigrantes", originados de outros programas e, por conseguinte, selecionados em outros ambientes, ou representados por fontes primitivas de resistência a doenças, pragas etc., muitas vezes utilizadas no ciclo anterior, mas cujos genes foram perdidos no afã de somente selecionar indivíduos que encerravam todos os atributos desejados. Mesmo sem ampliar suficientemente a base genética da nova população-base, gera-se bastante variabilidade, mas, lamentavelmente, à custa da redução da média, por exemplo, para rendimento, pois "imigrantes" pouco adaptados foram utilizados. Nesse processo de "vai-e-volta", ou de "ganha-e-perde", o programa permanece anos a fio praticamente no mesmo patamar.

Dobzhansky (1973) afirma que a autofecundação é uma forma de oportunismo que sacrifica a plasticidade evolutiva oriunda da recombinação gênica em troca de vantagens adaptativas imediatas e talvez efêmeras, propiciadas pela auto-sexualidade. Este mesmo autor, citando Stebbins (1957), complementa que a autofecundação conduz a um “beco sem saída” evolutivo, porque aparentemente fecha as portas à elaboração de mecanismos adaptativos novos.

A recombinação é a força motriz da evolução, dentro de sua teoria sintética, por representar a fonte imediata de variabilidade sobre a qual a seleção natural exerce a sua ação (Stebbins, 1970). No melhoramento genético, que pode ser considerado como a evolução dirigida pela vontade do homem (Vavilov, citado por Vieira, 1964), a recombinação desempenha papel idêntico, sendo a principal força amplificadora da variabilidade genética pela formação de combinações novas de alelos, tanto por meio da distribuição independente dos cromossomos na meiose como também através da permuta genética (Ramalho et al., 1990). Rotineiramente, os melhoristas de arroz adotam procedimentos que não favorecem alto nível de recombinação, o que limita, portanto, as possibilidades de aparição de combinações gênicas favoráveis.

Ora, quando se entra num beco sem saída, deve-se procurar recuperar as alternativas que realmente conduzem ao objetivo. Pode-se, nesse caso, considerar como objetivo a participação do processo evolutivo, sob a ótica do melhoramento de plantas, com reais chances de êxito. Para tanto, não há necessidade de recuperar as condições de alogamia dos arroz primitivos, mas, a fim de evitar a perda de alelos favoráveis, é imprescindível ampliar a base genética dos programas e, sobretudo, adotar processos que privilegiem a recombinação gênica por meio da heterossexualidade, da redução da duração dos ciclos de seleção e da seleção de subpopulações com tamanho efetivo conveniente.

As vantagens de implementar um programa de melhoramento populacional na geração de material básico para a extração de linhas superiores, de maior potencial produtivo e de melhor desempenho quanto às demais características de interesse, são comentadas de maneira clara e convincente por, entre outros, Paterniani & Miranda Filho (1987) e Hallauer (1985). Como exemplo, destaca-se o caso de uma característica hipotética governada por 20 *loci* independentes. Se a população for conduzida à situação de endogamia plena ( $F = 1$ ), a frequência de indivíduos com alelos favoráveis (em homozigose) em pelo menos 80% dos *loci*, em função da frequência gênica, é a representada na Tabela 1.

**TABELA 1.** Frequência de indivíduos com alelos favoráveis em pelo menos 80% dos *loci*, em função da frequência gênica ( $p$ ), considerando-se uma população totalmente endogâmica e uma característica governada por 20 *loci* independentes.

$p$	Frequência
0,3	1:180.163*
0,4	1:3.154
0,5	1:170
0,6	1:20
0,7	1:5

\* Um indivíduo com alelos favoráveis em pelo menos 16 *loci* para 180.163 indivíduos da população.

Assim, à medida que se aumenta a frequência dos alelos favoráveis, aumenta-se a probabilidade de identificação de indivíduos superiores na população.

No que refere ao tamanho do conjunto gênico utilizado, a grande maioria dos programas de melhoramento de arroz pode ser classificada como medíocre e impressionaria qualquer melhorista de espécies alógamas ou da área animal. O programa de melhoramento de arroz de sequeiro da EMBRAPA-CNPAF, que, em relação a vários outros programas, não é pequeno, sendo considerado de tamanho mediano, realizou, em 1992, 96 cruzamentos (simples, duplos, triplos, etc.), utilizando 86 progenitores. Devido ao uso de alguns progenitores em maior frequência e dos graus variáveis de parentesco entre os mesmos, o tamanho efetivo estimado da população recombinada foi de apenas 13,5. Para ser considerado razoável, esse número deveria situar-se acima de 30 ou, preferivelmente, igual ou superior a 50 (Pereira, 1980; Vencovsky, 1987). Numa análise comparativa, verifica-se que o número efetivo de 13,5 corresponde ao tamanho do conjunto gênico de uma população resultante do inter cruzamento ao acaso de apenas 14 famílias  $S_1$  (ou plantas  $S_0$ ), ou de sete famílias de irmãos completos, ou ainda de quatro famílias de meio-irmãos, extraídos de uma população não endogâmica.

Quanto menor o tamanho efetivo de uma população selecionada, maior será a endogamia da população melhorada do ciclo seguinte, restringindo-se o efeito da principal fonte de geração de variabilidade útil de que dispõe o melhorista, qual seja, a recombinação genética. Outra forma de avaliar o efeito danoso da crescente endogamia de uma população melhorada é considerá-la sob

o aspecto de perda de alelos favoráveis. Se há endogamia, significa que há *loci* ocupados por alelos idênticos e, por conseguinte, houve perda da outra forma alélica, que jamais será recuperada, a menos que se amplie novamente a base genética da população pela introdução de progenitor “imigrante” que carregue o alelo perdido. Além de divergente, comparado à população de base genética restrita, esse imigrante deverá apresentar, “per se”, bom desempenho quanto a todas as características objeto de melhoramento, a fim de não prejudicar o programa no que refere aos avanços já obtidos.

Recentemente, influenciados por Hanson (1959a, 1959b), Gilmore Jr. (1964), Fehr (1987), entre outros, vários programas de melhoramento de arroz, como os da EMBRAPA-CNPAF, CIRAD-CA, CIAT etc., começaram a enfatizar o melhoramento populacional como estratégia para aumentar a probabilidade de se obterem linhagens de maior potencial produtivo e com outras características requeridas para sua pronta adoção pelos agricultores. A utilização dessa estratégia deverá crescer, priorizando, para produção de grãos, a seleção direta, sem, contudo, ignorar as alterações que deverão sofrer as características responsáveis pelo aumento do rendimento da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKITA, S. Aspectos ecofisiológicos relacionados ao aumento do potencial de rendimento biológico e comercial da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.). In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).
- DOBZHANSKY, T. **Genética do processo evolutivo.** São Paulo: Polígono, 1973. 453p.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa.** Viçosa: UFV, 1987. 279p.
- FEHR, W.R. **Principles of cultivar development: theory and technique.** New York: Macmillan, 1987. v.1.
- GILMORE JR., E.C. Suggested method of using reciprocal recurrent selection in some naturally self-pollinated species. **Crop Science**, Madison, v.4, n.3, p.323-325, 1964.

- HALLAUER, A.R. Compendium of recurrent selection methods and their application. **CRC Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.3, n.1, p.1-33, 1985.
- HANSON, W.D. Theoretical distribution of the initial linkage block lengths intact in the gametes of a population intermated for  $n$  generations. **Genetics**, Bethesda, v.44, p.839-846, 1959a.
- HANSON, W.D. The breakup of initial linkage blocks under selected mating systems. **Genetics**, Bethesda, v.44, p.857-868, 1959b.
- JENNINGS, P.R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFFMAN, H.E. **Rice improvement**. Los Baños: IRRI, 1979. 186p.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, F.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1. p.217-274.
- PEREIRA, M.B. **Progresso imediato e fixação de genes em um método de seleção**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 125p. Tese Mestrado.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. São Paulo: Globo, 1990. 359p.
- STEBBINS, G.L. **Processo de evolução orgânica**. São Paulo: Polígono, 1970. 255p.
- TAÍ, G.C.C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v.11, p.184-190, 1971.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Eds). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1. p.135-214.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- VIEIRA, C. **Curso de melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1964. 249p.



**TEMA: INTEGRAÇÃO DA CULTURA DE ARROZ  
A NOVOS SISTEMAS AGRÍCOLAS**



# O ARROZ NOS SISTEMAS DE CULTIVO DO CERRADO

João Kluthcouski<sup>1</sup>  
Beatriz da Silveira Pinheiro<sup>1</sup>  
Lídia P. Yokoyama<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O arroz ocupa o terceiro lugar em área plantada e produção no Cerrado brasileiro e responde por 28% dos grãos produzidos, cerca de 2,8 milhões de toneladas. Na safra 1990/91 foram cultivados 1,7 milhão de hectares com arroz nessa região, dos quais apenas cerca de 150 mil hectares encontravam-se sob irrigação.

As projeções de crescimento prevêem que a população brasileira atingirá 180 milhões de habitantes no ano 2000. Mantendo-se a demanda atual de 50 kg de arroz beneficiado/habitante/ano, serão necessários 16 milhões de toneladas de arroz para atender o consumo interno, o que representará um acréscimo equivalente a 5,5 milhões de toneladas em relação à produção atual.

As Regiões Sul e Sudeste do Brasil não apresentam perspectiva de crescimento de área para a cultura, enquanto a Região Amazônica encontra-se distante dos centros mais populosos do País e deve ser preservada do desmatamento até que se aprimorem as técnicas para a sua utilização.

O Cerrado brasileiro representa o maior potencial de área de produção de alimentos de origens vegetal e animal para atender a expansão da população. Essa região reúne atributos especiais, como a localização central privilegiada em relação aos grandes centros consumidores, aliada à topografia, ao clima e ao manancial hídrico. Por outro lado, apresenta como principal deficiência, a baixa fertilidade natural do solo, que necessita ser corrigida e conservada. Problemas derivados da baixa conscientização quanto à sua preservação, somados à não aplicação de tecnologia adequada por ocasião da ocupação do Cerrado, acentuaram suas deficiências naturais para a produção agropecuária.

Não obstante a evolução tecnológica verificada nos últimos anos, o sistema de cultivo do arroz predominante no Cerrado é o de transição, após a derrubada da vegetação nativa. A safra de 1990/91, comparada a de 1985/86, sofreu uma redução de 800 mil hectares em área cultivada com arroz, enquanto no período correspondente a essas duas safras verificou-se um aumento na produtividade de 1,33 para 1,63 t/ha. A redução na área plantada é reflexo da redução de abertura de áreas, indicando que novas opções de cultivo deverão estar disponíveis a curto prazo.

---

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, 74001-970 Goiânia, GO, Brasil.

Os limites de produtividade de arroz já alcançados nos cultivos irrigados, a adaptação dessa cultura em cultivo de sequeiro e o esforço da pesquisa para aprimoramento do seu sistema de produção, cujos êxitos são conhecidos, constituem fatos relevantes para que se priorize a necessidade de perpetuação da produção do arroz de sequeiro em bases sustentáveis, a fim de atender a demanda futura de alimentos. O Cerrado é, incontestavelmente, a grande opção para a produção dessa cultura. Decorre daí, portanto, o triplo desafio para os governantes, a pesquisa e os produtores: a paralisação do processo de degradação, a recuperação e a produção sustentada nessa região.

## O ECOSISTEMA CERRADO

O Cerrado brasileiro ocupa uma área superior a 202 milhões de hectares, correspondendo a cerca de 25% do território nacional. Desta área, cerca de 150 milhões de hectares estariam aptos para a ocupação agrícola através de culturas anuais e perenes, pastagens e reflorestamento (Goedert et al., 1980).

A partir dos anos 60, deu-se o início à ocupação da região, culminando, em 1991, com mais de 117 milhões de hectares ocupados por pastagens nativas e cultivadas, menos de 5% da área com produção dos principais grãos (arroz, milho, soja e feijão) e menos ainda com culturas perenes. As reservas representam pouco mais de 20% da área. Os solos dominantes são os Latossolos (Oxisol), que ocupam cerca de 113 milhões de hectares, ou 56% do total, seguidos das Areias Quartzosas (20%) e Laterita Hidromórfica (10%).

A fertilidade destes solos, a exemplo da Região Central, revela variações de pH entre 4,87 e 5,14;  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  entre 0,26 e 1,07 meq/100g; K entre 0,08 e 0,13 meq/100g; e P entre 0,5 e 2,1 ppm, além da deficiência de alguns micronutrientes (EMBRAPA, 1976).

A ocorrência de elevada acidez, deficiência de Ca, Mg e P e, ainda, alta saturação de alumínio não constituem impedimentos ao desenvolvimento agropecuário potencial do Cerrado. Cerca de 6,5 milhões de toneladas de calcário e dolomita estão nas jazidas localizadas nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e Distrito Federal. A reserva de rochas fosfatadas na região é da ordem de 354 milhões de toneladas (Parada & Andrade, 1977).

Também no que refere à mecanização, os solos de Cerrado apresentam vantagens, pela topografia plana a suave ondulada e possuir, à exceção das areias quartzosas, teores de argila, silte e areia entre 16-36%, 16-20% e 46-53%, respectivamente, sendo a argila dominante à caolinita, tipo 1:1, não expansiva.

A limitação de fertilidade é mais acentuada em profundidades inferiores a 20 cm, onde o manejo inadequado ou perda da matéria orgânica natural, via erosão após o desmatamento, reduz ainda mais o potencial produtivo do solo (Kluthcouski et al., 1991b).

Existem diferenças consideráveis de clima na região do Cerrado brasileiro, devidas à grande extensão territorial (mais de 3 mil km) e à variação de altitude, com média de 400-600 m, embora existam áreas agricultáveis a mais de 1.100 m de altitude. A temperatura média mensal varia de 10,9°C, nos meses mais frios, até 35,9°C, nos meses mais quentes. Durante o ano inteiro, a temperatura, a insolação e a radiação solar não constituem, de modo geral, impedimentos para a agricultura (Goedert et al., 1980).

O regime pluvial é bastante variável e concentra-se no período de outubro/novembro até abril/maio. As precipitações somam, nesse período, menos de 1.000 e até mais de 2.600 mm, caso do centro norte do Estado do Mato Grosso (Séguy et al., 1989), onde durante o período chuvoso de quase todos os anos ocorre pelo menos uma chuva com mais de 100 mm/dia (Sandarielo et al., 1992; Silva et al., 1994). A umidade do ar, sem grandes variações no período chuvoso e em regiões de várzeas úmidas ou margens de rios, pode chegar a menos de 20%, no período seco (maio/setembro), nas regiões mais altas como no planalto goiano e no Distrito Federal.

Essas variações permitem a caracterização de cinco sub-regiões no Cerrado brasileiro, conforme Azevedo & Caser (1979):

- (1) Sub-região com influência amazônica, mais quente e úmida (norte de Goiás, Mato Grosso e oeste do Maranhão).
- (2) Sub-região com influência do trópico semi-árido, mais quente e seco (leste de Goiás, norte de Minas Gerais, Bahia e Piauí).
- (3) Sub-região em clímax (parte central do Cerrado).
- (4) Sub-região com influência austral continental, mais fria e seca (Mato Grosso do Sul, sul de Goiás e norte de São Paulo).
- (5) Sub-região com influência austral atlântica, mais fria e úmida (sul e sudeste de Minas Gerais).

As sub-regiões com influência amazônica e em clímax são as mais representativas em área.

A dimensão das propriedades rurais difere da encontrada em outras regiões brasileiras, exceto a Região Norte, dado que mais de 62% do total das propriedades têm área superior a 1.000 hectares, enquanto menos de 0,5% da área é representada por propriedade entre 0 e 100 ha (Teixeira 1986, citado por Séguy et al., 1989).

## LIMITANTES DA PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE SEQUEIRO NO SISTEMA CONVENCIONAL DE PRODUÇÃO NO CERRADO

O arroz tem sido um aliado histórico na ocupação do Cerrado. Após a derrubada da vegetação nativa, vem sendo utilizado em cultivo pioneiro por um a três anos, precedendo a formação de pastagem, ou durante o processo de correção do solo para culturas mais exigentes, como a soja ou o milho. Esta opção é devida à adaptação da cultura às condições naturais de solo e clima. Esse sistema caracteriza-se pelo baixo custo de produção, com aplicação parcial das práticas recomendadas, que tornaram, ao longo dos anos, a cultura do arroz de sequeiro uma atividade de risco. Trata-se, portanto, de um sistema extrativista de exploração do Cerrado, daí a baixa e instável produtividade média obtida.

O sistema tradicional de cultivo do arroz no Cerrado inclui preparo do solo superficial com grade arradora, adubação desbalanceada e insuficiente, pouco uso de semente selecionada, semeadura com implementos inadequados e ainda desobediência, em grande parte dos casos, à época recomendada ao plantio.

Partindo-se da premissa de que “o arroz de sequeiro é, dentre todos os cultivos, o mais sensível à qualidade do perfil cultural, quaisquer que sejam as condições climáticas” (Séguy et al., 1989), e sendo o Cerrado deficiente em fertilidade de solo e em distribuição de chuvas, os principais limitantes da produtividade são a deficiência hídrica, as plantas daninhas e as pragas e doenças.

### . DEFICIÊNCIA HÍDRICA

A instabilidade na distribuição das chuvas, com ocorrência de períodos de seca ou “veranicos”, particularmente nos meses de janeiro e fevereiro, tem sido o maior responsável por frustrações de safras ou redução na produtividade. Considerando a distribuição de chuvas e a ocorrência de estiagens, apenas uma pequena parte do Cerrado não é apta ao cultivo do arroz de sequeiro. Contudo, a natureza dos solos e as ações do homem agravam a questão de deficiência hídrica para a cultura. Sob condições naturais, o solo apresenta alta velocidade de infiltração de água e muito baixa capacidade de retenção devido à sua composição mineralógica e a sua estrutura. Cerca de dois terços da água do solo são retidos entre tensões de 0,1 e 1,0 bar (Wolf & Soares, 1976), implicando que a quantidade de água armazenada na camada arável (30-40 mm por 30 cm de solo) é suficiente para atender às exigências plenas da cultura por apenas seis a dez dias. Do ponto de vista agrícola, o efeito da distribuição errática da precipitação durante a estação chuvosa é agravado pelas limitações ao

enraizamento dos cultivos devido às concentrações tóxicas de alumínio no subsolo (Wolf, 1977). A rápida queima da matéria orgânica contribui para agravar esta situação, pois mais de 80% da capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos de Cerrado são devidos à matéria orgânica.

Por outro lado, a utilização de tecnologias inadequadas para o preparo do solo contribui para reduzir ainda mais a disponibilidade de água. A utilização indiscriminada das grades aradoras gera a compactação da sub-superfície do solo. A compactação dificulta o enraizamento, a infiltração e o armazenamento da água, facilitando a ação da erosão laminar (Séguy et al., 1984) e fazendo com que a maior concentração de raízes esteja nos primeiros 10 cm (Kluthcouski et al., 1991). A perda de solo por erosão laminar tem conseqüências desastrosas no Cerrado, visto que a fertilidade natural está presente na camada superficial. A retirada desta camada em um latossolo vermelho-escuro, por exemplo, resultou em diferenças de 10, 19 e 9 vezes nos teores de Ca + Mg, P e K, respectivamente, entre a área de acúmulo e a área decapitada. Além disso, a fertilidade restrita à parte superior do solo condiciona o desenvolvimento radicular apenas à superfície, tornando as plantas limitadas quanto à capacidade de exploração da fertilidade natural do solo e mais sensíveis às estiagens por não utilizarem a água armazenada nas camadas mais profundas. Tanto a compactação das camadas sub-superficiais como a baixa fertilidade dependem da incorporação da matéria orgânica e corretivos em profundidades no perfil (Séguy et al., 1989), o que contribui para maior solubilização de compostos minerais e para manutenção de nutrientes em solução (Moraes, 1987).

Apesar do arroz de sequeiro se adaptar às condições naturais de solo do Cerrado, deficiente em P, Ca, Mg, K e alguns micronutrientes, a pouca resposta à adubação deve estar estreitamente ligada ao estresse hídrico e às características genéticas das cultivares selecionadas para as condições naturais do Cerrado. Os níveis máximos de  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , por exemplo, aos quais a cultura responde economicamente, estão em torno de 60 e 50 kg/ha, respectivamente (Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás, 1988). O desequilíbrio nutricional aliado ao estresse hídrico pode levar também a um maior ataque de brusone, tanto pela deficiência dos nutrientes como pelo excesso de N em cobertura.

## . PLANTAS DANINHAS

Em todas as sub-regiões do Cerrado, as plantas daninhas podem se constituir num dos principais fatores limitantes da produção de culturas anuais. Para o arroz de sequeiro, a redução da produtividade causada pelas plantas invasoras, a partir do segundo ano da abertura ou em áreas agrícolas mais antigas, pode ser superior a 50%, dependendo da quantidade de chuvas. Vale ressaltar que este percentual de redução pode ser ainda maior nos anos com

ocorrência de estiagem de curta e média duração durante o ciclo da cultura (Silveira Filho et al., 1984). O agravamento dessa situação advém do baixo desenvolvimento tecnológico dos herbicidas seletivos para a cultura, principalmente os pós-emergentes. Tem-se encontrado população de invasoras variando de 250 (Azevedo & Ferreira, 1987) até mais de 1.000 plantas/m<sup>2</sup> (Séguy et al., 1984).

As invasoras mais comuns no arroz de sequeiro pertencem às famílias Gramineae, Compositae, Leguminosae e Euphorbiaceae. Das 35 espécies mais comuns, as principais são: *Digitaria horizonthalis*, *Acanthospermum australe*, *Digitaria insularis*, *Cenchrus echinatus*, *Sida* spp., *Borreria alata*, *Erigeron bonariensis*, *Eleusine indica*, *Brachiaria decumbens*, *Commelina benghalensis*, *Amaranthus* spp., *Ageratum conyzoides*, *Emilia sonchifolia*, *Ipomoea* spp., *Bidens pilosa*, *Physalis angulata* e *Brachiaria plantaginea* (Silveira Filho et al., 1984; Guimarães, 1987; Seguy et al., 1989).

No controle integrado das plantas daninhas deve-se considerar a utilização de várias práticas: preparo do solo; carpideiração manual, animal e mecânica; e ainda o uso de controle químico. O controle pelo preparo do solo tem sido altamente efetivo para a cultura (Séguy et al., 1984, 1989). Os controles manual e animal são utilizados principalmente por pequenos e médios produtores, sobretudo por aqueles que praticam agricultura de subsistência. Já os controles mecânico motorizado e químico são aplicados por médios e grandes produtores em lavouras comerciais. Com a utilização do arroz de sequeiro como componente de sistemas agrícolas, principalmente nas regiões com índice pluviométrico mais elevado e melhor distribuído, o controle de invasoras com herbicidas tem se revelado o mais viável, sob os aspectos de praticidade e de economicidade.

#### . PRAGAS E DOENÇAS

Existem mais de cem espécies de pragas orizívoras, segundo Ferreira & Martins (1984) as de importância econômica para a cultura são: o cupim (*Cornitermes* spp., *Procornitermes* spp., *Syntermes* spp.); a lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*); o percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea*); a lagarta-do-colmo (*Diatraea saccharalis*); o percevejo-da-panícula (*Oebalus poecilus* e *O. ypsilon griseus*); e a lagarta-da-folha (*Mocis latipes* e *Spodoptera frugiperda*). À exceção do cupim-subterrâneo, praga de complexo hábitat e de difícil controle, todas as demais pragas são satisfatoriamente controladas, preventiva ou curativamente, com o emprego de defensivo apropriado. Algumas práticas culturais, como a época de plantio conveniente, suplementação de irrigação, cultura armadilha e manejo de restos culturais, têm contribuído para a redução dos danos causados pelas pragas.

Quanto às doenças, a brusone (*Pyricularia oryzae*) destaca-se como a mais importante, sendo responsável por perdas de aproximadamente 50% na produtividade da cultura. Os danos podem ser reduzidos pelo uso de cultivares tolerantes, aplicação de fungicidas e adoção de algumas práticas culturais. Queima-das-glumelas (*Phoma sorghina*), escaldadura (*Rynchosporium oryzae*), mancha-parda (*Helminthosporium oryzae*) e mancha-dos-grãos (*Phoma* sp., *Dreschlera* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp., etc.) são algumas das doenças de importância econômica que atacam a cultura (Prabhu & Bedendo, 1990).

## **TECNOLOGIAS PARA VIABILIZAR A INSERÇÃO DO ARROZ DE SEQUEIRO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS NO CERRADO**

Nas três últimas décadas, o arroz, componente alimentar insubstituível na mesa do brasileiro, foi objeto de pesquisa de inúmeros trabalhos que buscaram sistemas diferenciados de produção, com objetivos de reduzir riscos, aumentar e estabilizar a produção e, ainda, garantir uma qualidade de grãos semelhante ao do arroz irrigado. Os resultados até aqui alcançados representam um avanço dos conhecimentos sobre os fatores que limitam a produção e acabaram por gerar um volume considerável de soluções, indício seguro de que este progresso permitirá, mais fácil e rapidamente, o estabelecimento de sistemas mais eficientes de produção do arroz de sequeiro.

A década de 80 foi marcada por importantes avanços na pesquisa para o arroz de sequeiro. Foram desenvolvidas, simultaneamente, técnicas de manejo do solo e da cultura e cultivares produtivas, com moderada tolerância à seca e à brusone. O zoneamento agroclimático permite reduzir o risco de perdas por estiagem, assim como o preparo do solo, o plantio e a adubação corretos propiciam um melhor enraizamento das plantas. Avanços da pesquisa, aliados ao desenvolvimento de defensivos eficientes, permitem que a cultura do arroz de sequeiro seja inserida em sistemas agrícolas como cultura comercial, economicamente viável e sustentada.

### **. PREPARO DO SOLO**

A escolha do método de preparo e do tipo de solo deve ser feita de acordo com as necessidades relativas de descompactação, incorporação de restos culturais e controle de invasoras. Para o arroz de sequeiro, nas condições de solo de Cerrado, com baixa fertilidade, particularmente nos perfis profundos, de fácil compactação e com vasta flora daninha, a escolha deve ser criteriosa.

As grades aradoras não incorporam adequadamente os restos culturais, compactam o subsolo e não propiciam controle efetivo das invasoras. Quando muito, podem ser utilizadas em solos rasos ou recém-desmatados. A aração convencional com arado de disco não descompacta solos pesados, ou muito compactados, e normalmente requer operações seguidas com grade destorroadora/niveladora, o que acaba recompactando o solo. Pode ser utilizada, com bastante cuidado, em condições boas de umidade e em solos já trabalhados em profundidade para culturas anteriores.

A escarificação profunda serve apenas para descompactar o solo, devendo ser aplicada em solo seco. Pode ser aplicada em sistemas de produção com mais de um cultivo por ano, principalmente após a colheita de soja ou outra leguminosa.

No Cerrado, o plantio direto para a cultura do arroz de sequeiro ainda não tem propiciado bons rendimentos. Nesse particular, são necessários mais estudos e investigações.

De acordo com Séguy et al. (1984), o melhor método identificado até o presente é o da aração invertida, que consiste da passagem de grade aradora, objetivando a trituração e pré-incorporação dos resíduos orgânicos, seguida da aração profunda (30-40 cm), preferencialmente com arado de aivecas, e concluída, se necessário, com gradagem de nivelamento/destorroamento. Este método satisfaz às exigências dos solos de Cerrado para o cultivo do arroz de sequeiro, promovendo:

. Enraizamento mais profundo da cultura e aumento do volume radicular. No preparo com grade, 85% das raízes exploram apenas os primeiros 10 cm de profundidade. Com aração invertida, além do acréscimo no volume total, 49% do sistema radicular fica distribuído no perfil 10-60 cm (Bouzinac et al., 1987).

. Controle eficiente de invasoras, principalmente pelo enterrio profundo da sementeira. Comparada à grade aradora, a aração invertida pode reduzir a flora daninha em mais de 80% (Séguy et al., 1984).

. Melhoria da fertilidade do subsolo até a profundidade trabalhada, aumentando, comparativamente ao preparo superficial, a disponibilidade e a distribuição dos nutrientes no perfil, particularmente a matéria orgânica, o fósforo, o cálcio, o magnésio, a CTC e o pH, reduzindo ainda a disponibilidade de alumínio (Kluthcouski et al., 1991b).

. Melhoria das características físicas do solo, tais como redução na densidade global, aumento da macro e microporosidade, tornando o solo preparado com aração invertida semelhante ao solo virgem (Moreira, 1987; Silva & Moreira, 1987).

. Maior velocidade de infiltração de água, passando de 9,6 cm/hora no preparo superficial para 37 cm/hora na aração invertida, resultando em redução na erosão laminar e maior armazenamento de água no subsolo (Kluthcouski et al., 1991b).

. Melhor armazenamento e uso da água do solo. Enquanto no método da grade aradora, o Plano de Fluxo Nulo (PFN) situa-se a 80 cm de profundidade, com a aração alcança 120 cm. Esta diferença aumentou a produção de grãos do arroz de sequeiro em 50% (Raissac & Moreira, 1987).

. Aumento substancial no rendimento do arroz de sequeiro cultivado em solo preparado com aração invertida em relação ao preparo superficial com grade aradora. Quando associado à rotação de cultura com leguminosa, o preparo profundo pode dobrar e até triplicar a produtividade da cultura.

Outros métodos de preparo do solo têm sido também avaliados, tanto no que diz respeito às modificações nas características do solo como ao rendimento da cultura. Na maior parte dos casos, os efeitos obtidos com outros métodos são melhores se comparados ao preparo superficial e intermediário, em relação a aração invertida (Stone et al., 1980; Séguy et al., 1989).

Apesar dos avanços nas práticas de manejo do solo e a despeito da rusticidade da cultura do arroz de sequeiro em relação a fatores químicos do solo, altas produtividades (acima de 3 t/ha) só têm sido obtidas uma vez satisfeitas as exigências da cultura por nutrientes.

A utilização de pouca adubação de base e nitrogenada em cobertura deve-se às características das plantas que, com maiores níveis de adubação, acamam ou, em condições de solo mal preparado, sofrem estresse hídrico, além da maior incidência de brusone.

Em nível experimental e de produção extensiva, como no caso de recuperação de pastagens pelo Sistema Barreirão, novas cultivares têm respondido a níveis maiores de adubação de base (Oliveira et al., s.d.).

Outros avanços importantes dizem respeito à diagnose e correção de deficiência de zinco (Barbosa Filho & Fageria, 1980), fontes alternativas de fósforo objetivando reduzir os custos na adubação (Barbosa Filho et al., 1983), manejo da adubação visando melhor eficiência no uso de nutrientes (Oliveira et al., s.d.), cobertura nitrogenada e potássica para maior tolerância das cultivares à brusone e ao acamamento (Dutra et al., s.d.), efeito de micronutrientes (Oliveira et al., 1993) e misturas de adubos fosfatados de diferente solubilidade (Portes et al., 1995).

## CULTIVARES

O Sistema Cooperativo de Pesquisa Agropecuária lançou, de 1978 a 1993, 34 novas cultivares de arroz de sequeiro para o Cerrado, sendo quatro para regiões favorecidas e 30 para regiões com risco de deficiência hídrica (EMBRAPA, 1994).

O programa de melhoramento de arroz de sequeiro em execução no Brasil visa solucionar ou amenizar os efeitos dos principais fatores limitantes da produtividade e é executado pela atuação conjunta de 19 instituições/unidades de pesquisa. Reconhecendo a importância da utilização dos progressos obtidos pelas instituições internacionais de pesquisa, o referido programa mantém um permanente intercâmbio de linhagens melhoradas e de fontes de genes para objetivos específicos, especialmente com o CIAT, IRRI e CIRAD-CA.

Nos últimos anos, os principais objetivos do programa brasileiro de melhoramento de arroz de sequeiro foram os seguintes:

- Qualidade de grãos: longo fino, sem centro-branco, com pouco gessamento e teor intermediário de amilose. Atualmente, várias linhagens, com características de grãos semelhantes aos do arroz irrigado por lâmina d'água, estão sendo avaliadas nos ensaios regionais e avançados. Destas, algumas também estão sendo testadas no sistema de consórcio com pastagens.

- Resistência a doenças: brusone, mancha-de-grãos, escaldadura e mancha-parda.

- Redução no acamamento pela redução do porte da planta (altura intermediária) e maior rigidez do colmo.

- Eficiência em condições de estresse hídrico, toxidez ao alumínio e deficiência de fósforo.

- Resistência a pragas: cigarrinha-das-pastagem, broca-do-colo e cupins rizófilos.

Muitas das novas cultivares lançadas apresentam uma ou mais dessas características, podendo ser citadas, entre outras: Araguaia, Rio Paranaíba, Guarani, Tangará, Caiapó, Rio Paraguai, Carajás e Progresso.

Lançada mais recentemente, a cultivar Progresso é o protótipo do arroz de sequeiro para o futuro, pela estatura reduzida, alta produtividade, tolerância à brusone e grão longo fino. Cultivada em sistema adequado, pode produzir mais de 5 t/ha, segundo Séguy & Bouzinac (1992).

## . FITOSSANIDADE

Os principais avanços na área de entomologia que buscaram sempre o controle integrado referem-se a:

- . Definição de práticas culturais, como época de plantio, culturas armadilhas e manejo de restos culturais que reduzam a incidência de pragas;
- . Identificação de cultivares mais resistentes ao elasmó, à cigarrinha-das-pastagens e aos cupins rizófilos;
- . Tratamento de sementes com defensivos sistêmicos eficientes, à base de carbamatos, contra cigarrinha, cupins, broca-do-colo e formigas; e
- . Controle biológico das lagartas-das-folhas, por *Bacillus thuringiensis*, e da cigarrinha, percevejos e cupins, por *Metarhizium anisopliae*.

Na área de fitopatologia, os principais avanços foram o desenvolvimento de várias linhagens com resistência à brusone e o estabelecimento de manejo integrado, que reúne práticas de preparo do solo e época de plantio, tratamento de sementes com brusicida à base de pyroquilon, densidade de semeadura e níveis de fertilizantes, sempre aliadas à utilização de cultivares com maior grau de resistência.

## . ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO

O zoneamento agroclimático como instrumento diretor para a definição de áreas de maior e menor risco climático é de considerável importância para o aumento da produtividade e da estabilidade da produção do arroz de sequeiro. Possibilita a definição das áreas mais indicadas para plantio, da melhor época e, ainda, contribui para uma política de incentivos à produção em regiões de menor risco climático.

O modelo utiliza dados de pelo menos dez anos de precipitação pluvial local, informações da capacidade de armazenamento de água do solo, os coeficientes culturais e a evapotranspiração potencial (Steinmetz et al., 1988; Silva et al., 1994).

O Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) é estabelecido em quatro classes: 0,65 (a cultura é exposta a pequeno risco climático, indicando região favorável); 0,55 e 0,65 (região intermediária); 0,45 e 0,55 (região desfavorável); e menor que 0,45 (região altamente desfavorável).

Este estudo, ilustrado em mapas, com várias épocas de plantio, em diferentes solos e utilizando cultivares de ciclos distintos, mostra como é heterogênea a oferta pluvial em uma dada região, e como esta oferta, associada

às condições de armazenamento de água no solo, resulta na variação espacial do risco climático para o arroz de sequeiro. Também permite identificar, em nível local, as datas ótimas de plantio, o que facilita o manejo da cultura do arroz de sequeiro, reduzindo o risco climático e, conseqüentemente, as quebras de safra.

Para três Estados brasileiros - Goiás, Mato Grosso e Tocantins, os mais representativos do Cerrado - já foi feito o zoneamento agroclimático, em nível municipal, o que permite aos produtores realizarem o plantio da cultivar desejada na época mais adequada.

### **. ROTAÇÃO DE CULTURAS E INIBIDORAS DE CRESCIMENTO**

A rotação de culturas, prática fundamental na produção agrícola, nem sempre é adotada pelos produtores, que priorizam o fator econômico em detrimento da importância agrônômica da mesma. A monocultura resulta em decréscimo de produtividade e capacidade produtiva do meio. As espécies cultivadas se comportam de maneira distinta em relação a esta prática.

Culturas como a soja ou o milho produzem melhor quando sucedem ao arroz em rotação anual (Séguy & Bouzinac, 1992), ao mesmo tempo em que a redução de produtividade ao longo dos anos devido ao seu monocultivo é mais lenta. O arroz, por outro lado, sob condições de sequeiro, sofre redução na produtividade de até 81%, no terceiro ano de monocultura (Séguy et al., 1989), e mais de 50% quando se usa irrigação suplementar por aspersão (Stone & Pereira, 1994).

O efeito depressivo da monocultura sobre o arroz de sequeiro é bem conhecido, porém as causas foram pouco estudadas. Presume-se que ocorre uma concentração de inibidores de crescimento, devido à própria cultura (Ruschel et al., 1993), o que obriga a utilização de rotação na qual o arroz seja cultivado depois de, no mínimo, dois anos, não importando o precedente cultural.

### **OPÇÕES DE CULTIVO DO ARROZ NO ECOSISTEMA CERRADO**

Os avanços na caracterização das diversidades agroclimáticas no Cerrado, a identificação dos fatores limitantes à produção do arroz nesta região e os avanços tecnológicos que permitem melhorar e estabilizar a produção desta cultura culminaram no surgimento de novas opções de cultivo. O arroz de sequeiro pode, a curto ou médio período de tempo, tornar-se componente constante nos sistemas agrícolas do Cerrado, limitado apenas pela oferta/demanda da produção.

As novas opções de cultivo do arroz no ecossistema Cerrado são destacadas a seguir.

## . COMO COMPONENTE DE SISTEMAS AGRÍCOLAS DE SEQUEIRO

A estabilidade na produção pelo bom preparo do solo, com conseqüente melhora do seu perfil cultural, a obtenção de rendimentos atrativos com cultivares de boa qualidade de grão e, ainda, a necessidade de rotação de culturas têm feito com que parte representativa de áreas de regiões com boa distribuição de chuvas já seja cultivada com arroz de sequeiro, em sistemas agrícolas preestabelecidos. Neste caso ocorre a utilização de tecnologias, como o preparo profundo do solo, emprego de herbicidas, modificação no arranjo espacial das plantas, controle fitossanitário, adubação de base e em cobertura em níveis melhorados, além de cultivares adaptadas, com menor índice de acamamento e qualidade de grão mais adaptada às exigências do mercado.

Dados experimentais mostram que produtividades superiores a 4 t/ha podem ser obtidas quando o arroz é cultivado com a devida tecnologia (Séguy, 1988). Médias de vários anos e locais, independente da sub-região, indicam que o preparo profundo do solo, somado à outras práticas, aumenta a produtividade do arroz em 98% e, ainda, aliado à rotação de culturas, aumenta-a em 193%, atingindo uma produtividade média de 3.093 kg/ha (Kluthcouski et al., 1991b).

Quando as recomendações técnicas são plenamente aplicadas em regiões favorecidas, como é o caso do Estado do Mato Grosso, as produtividades têm sido regularmente superiores a 4 t/ha. Estas produtividades são pouco inferiores à média do arroz irrigado e, quando associadas à qualidade de grãos, têm garantido a perenização do arroz como componente estável dos sistemas agrícolas da região (Séguy & Bouzinac, 1992).

As maiores contribuições para o êxito do arroz como componente de sistemas agrícolas em regiões favorecidas são o preparo do solo (aração profunda ou escarificação), cultivares adaptadas com tolerância à brusone e mancha-de-grãos e de porte baixo. O arranjo espacial das plantas similar ao do arroz irrigado, a utilização de herbicidas para controle de invasoras em pré e pós-emergência, a adubação com micro e macronutrientes e, ainda, a cobertura nitrogenada são outras práticas essenciais.

Não existe dado preciso sobre a evolução da área com este sistema, contudo, só a cultivar Rio Verde pode ter sido cultivada em mais de 100 mil hectares na safra 1991/92, neste sistema.

Outros pontos fortes que podem favorecer à expansão deste sistema de produção são a redução de riscos e o aumento da produtividade de outras culturas em rotação.

## EM CONSORCIAÇÃO COM FORRAGEIRAS PARA A RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS

As áreas com pastagem no Cerrado ocupam mais de 117 milhões de hectares (Yokoyama et al., 1992). A maior parte das pastagens nativas é degradada naturalmente devido à baixa fertilidade natural dos solos. Entre os mais de 40 milhões de hectares cultivados com pastagem, cerca de 34 milhões apresentam algum grau de degradação (EMBRAPA, 1995). A recuperação destas pastagens por métodos convencionais é onerosa e pouco atrativa para os pecuaristas. A consorciação do arroz de sequeiro com forrageiras, em particular as do gêneros *Bracharia* e *Andropogon*, objetivando a recuperação de áreas com pastagem degradada, tem sido viabilizada no Brasil e na Colômbia (Kluthcouski et al., 1991a; Sanz et al., 1993), com vantagens econômicas (Yokoyama et al., 1992).

Esta parece ser a melhor opção de cultivo do arroz de sequeiro, tanto pela área disponível para expansão e adaptação da cultura ao ambiente, como pela viabilidade econômica. Prova disto é que o Sistema Barreirão pode ter sido utilizado, na safra 1992/93, em mais de 50 mil hectares no Cerrado brasileiro - o que é bastante expressivo considerando o maior número de tecnologias que precisa ser adotado em relação ao sistema convencional.

Experimentalmente, as práticas recomendadas pelo Sistema Barreirão têm proporcionado rendimentos de arroz superiores a 3 t/ha. Os fatores que mais contribuem para tanto são a pré-incorporação, a aração com aiveca e as modificações no espaçamento e densidade (Kluthcouski et al., 1993). O maior entrave tem sido as cultivares disponíveis que não respondem satisfatoriamente a altas adubações e freqüentemente acamam. Resultados preliminares, obtidos na EMBRAPA-CNPAF, utilizando novas linhagens, indicam que o potencial de produção neste sistema pode ser superior a 3,5 t/ha, e que a redução na produção devido à competição da forrageira é variável, possuindo um forte componente genotípico.

A opção de cultivo do arroz de sequeiro consorciado com forrageiras tem sido difundida na maior parte das sub-regiões do Cerrado, destacando-se a região central, com regime pluviométrico intermediário. Durante o processo de difusão da tecnologia, foram obtidas, em 31 propriedades rurais, produtividades médias de arroz de 2063, 2001 e 2248 kg/ha, nas safras 1987/88, 1990/91 e 1991/92, respectivamente. Nas duas últimas safras, as taxas de retorno corresponderam a 1,27 e 1,09, indicando que a produção foi superior aos custos de produção/renovação da pastagem (Yokoyama et al., 1992). Na safra 1992/93, o rendimento médio em oito locais (1800 kg/ha) foi suficiente para cobrir 94% dos custos de produção. O preparo do solo com aração invertida com arado de aiveca, em época apropriada, tem resultado numa maior tolerância da cultura à estiagem e no controle efetivo da pastagem nativa ou degradada e das invasoras.

A redução no espaçamento, o aumento na densidade e, ainda, a incorporação mais profunda das sementes das forrageiras do gênero *Brachiaria* sobrepõem a cultura sobre o pasto até o estágio de maturação do arroz. Nesta opção de cultivo, a caracterização das etapas para a aplicação das práticas fundamentais à cultura tem resultado em produtividades estáveis e viáveis economicamente, proporcionando a cobertura dos custos da renovação das pastagens, tendo estas bom desenvolvimento, inclusive no período seco.

#### . COMO COMPONENTE DE SISTEMAS AGRÍCOLAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO

Com a implantação de mais de 500 mil hectares de irrigação por aspersão no Cerrado, principalmente via pivô central, os cultivos mais apropriados para a estação de verão são naturalmente a soja, o milho ou o arroz. A melhor das opções para cultivo nestas áreas pode ser o arroz de sequeiro devido à precocidade, maior resposta à suplementação de água durante os períodos de estiagem e à relação benefício/custo, principalmente em relação ao milho.

Estima-se que a área com arroz de sequeiro com irrigação suplementar por aspersão corresponda a aproximadamente 50 mil hectares, podendo atingir o limite de 500 mil hectares se as metas do Programa Nacional de Irrigação forem alcançadas (Stone et al., 1990).

Os avanços tecnológicos obtidos para este sistema de produção estão relacionados com o turno de rega, demanda de água no solo e com a determinação dos coeficientes de cultura segundo o estágio de desenvolvimento da planta. Também houve evolução na resposta da cultura a fertilizantes na base e em cobertura. Contudo, os principais avanços foram obtidos na seleção de linhagens apropriadas e no estabelecimento da cultura através do espaçamento e densidade.

O potencial de rendimento das cultivares melhoradas de sequeiro do tipo de planta tradicional situa-se ao redor de 4,5 t/ha, obtido com um índice de área foliar entre 3,5 e 4,0 m<sup>2</sup> de folha/m<sup>2</sup> de terreno (Pinheiro & Guimarães, 1990). Em condições propícias a alto crescimento, esse tipo de planta apresenta auto-sombreamento e acamamento, levando à necessidade de diversificar o tipo de planta, para obter cultivares de menor estatura, maior número de perfilhos, folhas mais curtas e eretas e resistentes ao acamamento (Pinheiro et al., 1985). As novas cultivares de arroz recentemente criadas pelo programa de melhoramento da EMBRAPA-CNPAP, para o ambiente de sequeiro favorecido, que inclui tanto o cultivo em regiões de boa distribuição pluviométrica quanto sob irrigação suplementar, possuem um maior potencial produtivo, sendo observadas, em condições experimentais, produtividades de até 6 t/ha, sob índices de área foliar entre 6 e 8 e na ausência de acamamento (L.F. Stone, dados não publicados). Essas cultivares apresentam estatura em torno de 90 cm e um número de panículas ao redor de 350/m<sup>2</sup>, com aproximadamente 180 espiguetas/panícula.

Stone & Pereira (1994) estudaram o efeito da adubação em área irrigada por pivô central usando cultivares tradicionais e linhagens criadas para condições de sequeiro favorecido. Estas últimas produziram melhor em espaçamentos mais estreitos, 20 cm entrelinhas, com uma maior absorção de nutrientes.

O lançamento de cultivares mais produtivas e com melhor qualidade de grãos deverá estimular esta opção de cultivo do arroz de sequeiro.

## **PERSPECTIVAS PARA AS DIFERENTES OPÇÕES DE CULTIVO DO ARROZ NO CERRADO**

Desde o final da década de 80, as opções de cultivo de arroz descritas anteriormente estão sendo utilizadas por produtores nas diferentes sub-regiões do Cerrado a partir da difusão das novas tecnologias. Neste período foi possível conscientizar muitos produtores de que o arroz é indicado não apenas como cultivo pioneiro, mas também como integrante de sistemas rentáveis, que promovem retornos econômicos estimulantes e o melhor desempenho de outras culturas, como a soja, quando em rotação.

Destas novas opções, a expansão mais limitada é a de irrigação suplementar por aspersão, devida a lenta incorporação de áreas sob pivô central ou sistema convencional de irrigação.

A opção do cultivo do arroz em sistemas agrícolas tem limites indefinidos na região do Cerrado, principalmente nas sub-regiões de menor risco climático, podendo, com a evolução tecnológica, tornar-se tão rentável quanto o arroz cultivado sob irrigação por submersão. As sub-regiões sob influência amazônica e a sub-região central do Cerrado (clímax) são as mais aptas a este sistema de cultivo.

O cultivo de arroz em consorciação com forrageiras, visando a recuperação de pastagens degradadas, representa a melhor perspectiva para a produção de arroz no Cerrado. Isto, porque não requer grandes investimentos em corretivos; tem precedentes positivos; e estimula os produtores a aplicarem novas tecnologias, visto que os resíduos dos fertilizantes e do preparo do solo resultam em pastagens de boa qualidade. Qualquer sub-região do Cerrado é apta à adoção deste sistema, resguardadas as microrregiões que, simultaneamente, apresentam alto risco de estiagens prolongadas e solos arenosos. Destaca-se que as forrageiras não apresentam tais riscos e que, neste sistema, os custos de produção são diluídos para os dois fins, o arroz e a forrageira. Considerando que a renovação das pastagens deve ser feita em intervalos de cinco anos, este sistema poderia explorar, a cada ano, uma área superior a 5 milhões de hectares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, M. de L.; FERREIRA, R. de P. Competição de plantas daninhas com a cultura do arroz de sequeiro em Ouro Preto D'Oeste - RO. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1987. p.119. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 19).
- AZEVEDO, L.G.; CASER, R.L. Regionalização do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO: USO E MANEJO, 5., 1979, Brasília. p.211-230.
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K. **A ocorrência, diagnose e correção da deficiência de zinco na cultura do arroz de sequeiro**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1980. 18p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 4).
- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; DALL'ACQUA, F.M. **Avaliação agrônômica de fontes alternativas de fósforo em solo de Cerrado**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1983. 12p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 7).
- BOUZINAC, S.R.R.; SÉGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J. Efeito do método de preparo do solo sobre o enraizamento do arroz de sequeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1987. p.120. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 19).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendação de corretivos e fertilizantes para o Estado de Goiás: 5ª aproximação**. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Informativo Técnico, 1).
- DUTRA, L.G.; OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J. **Efeito da aplicação de potássio em cobertura sobre a produtividade ao arroz de sequeiro e outras características da cultura**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP. (EMBRAPA-CNPAP. Pesquisa em andamento). No Prelo.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Programa de Recuperação de Pastagens Degradadas no Cerrado Brasileiro: sistema agropastoril auto-sustentável**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA/EMBRAPA-CNPAG, 1995. 26p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 59).

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Programa Nacional de Avaliação de Linhagens de Arroz**. Goiânia, 1994. 19p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 41).
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (Planaltina, DF). **Relatório técnico anual**. Planaltina, 1976. 150p.
- FERREIRA, E.; MARTINS, J.F.S. **Insetos prejudiciais ao arroz no Brasil e seu controle**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 67p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 11).
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E.; WAGNER, E. Potencial agrícola da Região dos Cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.1-17, 1980.
- GUIMARÃES, S.C. Levantamento das plantas daninhas do arroz de sequeiro nos Cerrados do Mato Grosso. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1987. p.123. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 19).
- KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. de. **Renovação de pastagens de Cerrado com arroz**. I. Sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991a. 20p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 33).
- KLUTHCOUSKI, J.; PINHEIRO, B.S.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. El arroz asociado recupera pastagens degradadas em el Cerrado brasileiro. **Arroz para las Americas**, Cali, v.14, n.1, p.2-4, 1993.
- KLUTHCOUSKI, J.; SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.R.R.; RAISSAC, M.M. de; MOREIRA, J.A.A. O arroz nos sistemas agrícolas do Cerrado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991b. p.282-330. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 25).
- MORAES, J.F.V. Disponibilidade de micronutrientes para o arroz, feijão e trigo em um latossolo vermelho escuro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1987. p.100. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 19).

MOREIRA, J.A.A. Alterações nas características físicas de um latossolo vermelho escuro (LE) causadas pelo preparo do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1987. p.102. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 19).

OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; DUTRA, L.G.; GUIMARÃES, C.M.; PORTES, T. de A. Sistema Barreirão. Efeitos da aplicação de P, Ca e Zn na produção de arroz e na recuperação de pastagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: SBCS, 1993. v.2. p.63-64.

OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; DUTRA, L.P.; GUIMARÃES, C.M.; PORTES, T.A.; YOKOYAMA, L.P.; PINHEIRO, B. da S.; OLIVEIRA, E.T. de; GOMIDE, J.C.; FERREIRA, E. **Sistema Barreirão: práticas culturais e recomendações técnicas**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica). No Prelo.

PARADA, J.M.; ANDRADE, S.M. Cerrados: recursos minerais. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1976, Brasília. **Bases para utilização agropecuária**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1977. p.195-210.

PINHEIRO, B. da S.; GUIMARÃES, E.P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. 1. Níveis limitantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.6, p.863-872, 1990.

PINHEIRO, B. da S.; STEINMETZ, S.; STONE, L.F.; GUIMARÃES, E.P. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.87-95, 1985.

PORTES, T. de A.; DUTRA, L.G.; OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J.; BUSO, L. **Sistema Barreirão: mistura de termosfóforo e fórmulas comerciais**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E PARA O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA, 1995. v.2 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 62).

PRABHU, A.S.; BEDENDO, I.P. **Principais doenças do arroz no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1990. 31p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 2).

- RAISSAC, M. de.; MOREIRA, J.A.A. Efeito do preparo do solo sobre o desenvolvimento da planta, o uso da água e a produção. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1987. p.25. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 19).
- RUSCHEL, A.P., SILVEIRA, P.M. da; PAULA, M.M. Alelopatia em arroz de sequeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: SBCS, 1993. v.1. p.315-316.
- SANDARIELO, A.; SILVA S.C. da.; STEINMETZ, S. **Recomendações de épocas de plantio para o arroz de sequeiro no Mato Grosso**. Cuiabá: EMPAER-MT, 1992. 49p. (EMPAER-MT. Boletim de Pesquisa, 1).
- SANZ, J.I.; MOLINA, D.L.; RIVERA, M. El arroz se asocia con pasturas en la altillanura colombiana. **Arroz para las Américas**, Cali, v.14, n.1, p.8-9, 1993.
- SÉGUY, L. **Influência agrônômica de diversos modos de preparo do solo sobre várias culturas em sistema de rotação**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1988. (Relatório Técnico de Projeto de Pesquisa).
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **Gestão dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos Cerrados úmidos do Centro-Oeste**. I. Destaques 1992 e síntese atualizada 1986/1992. Lucas do Rio Verde-MT: Convênio RPA/CIRAD-CA, 1992. 117p.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.R.P.; PACHECO, A.; CARPENEDO, V.; SILVA, V. **Perspectiva da fixação da agricultura na Região Centro-Norte do Mato Grosso**. [s.l.]: EMPA-MT/EMBRAPA-CNPAF/CIRAD-IRAT, 1989. 52p.
- SÉGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J.G. da; BLUMENSCHNEIN, F.N.; DALL'ACQUA, F.M. **Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1984. 26p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 17).
- SILVA, S.C. da; ASSAD, E.D.; LOBATO, E.J.V.; SANO, E.E., STEINMETZ, S.; BEZERRA, H. da S.; CUNHA, M.A.C. da; SILVA, F.A.M. da. **Zoneamento agroclimático para o arroz de sequeiro no Estado de Goiás**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 80p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 43).

- SILVA, S.C. da; MOREIRA, J.A.A. Alterações das características físicas de latossolo vermelho-amarelo (LV) submetido ao preparo do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1987. p.106. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 19).
- SILVEIRA FILHO, A.; AQUINO, A.R.L. de; SANTOS, A.B. **Controle de plantas daninhas na cultura do arroz de sequeiro**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 6p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 15).
- STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos do espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.11, p.1701-1713, 1994.
- STONE, L.F.; PINHEIRO, B.S.; SILVEIRA, P.M. Sprinkler-irrigated rice under Brazilian conditions. IN: INTERNATIONAL RICE COMMISSION, 17., 1990, Goiânia. **Proceedings**. International Rice Commission Newsletter, Rome, v.39, p.36-40, 1990. Special Issue.
- STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos; STEINMETZ, S. Influência de práticas culturais na capacidade de retenção de água do solo e no rendimento do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.63-68, 1980.
- STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N.; FOREST, F. **Caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões produtoras do Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1988. v.1 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 23).
- YOKOYAMA, L.P.; KLUTHCOUSKI, J.; GOMIDE, J.C.; SANTANA, E.P.; OLIVEIRA, E.T.; CÁNOVAS, A.D.; OLIVEIRA, I.P. GUIMARÃES, C.M. **Plantio de arroz consorciado com pastagens - Sistema Barreirão: análise econômica**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1992. 11p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 25).
- WOLF, J.M. Probabilidade de ocorrência de períodos secos na estação chuvosa para Brasília, DF. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.12, p.141-150, 1977.
- WOLF, J.M.; SOARES, W.V. Características de umidade de um latossolo vermelho escuro do Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira. Série Agronomia**, Rio de Janeiro, v.11, p.101-105, 1976.



## COMENTÁRIOS À CONFERÊNCIA “O ARROZ NOS SISTEMAS DE CULTIVO DO CERRADO”

José Ignacio Sanz<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO

A conferência de Kluthcouski et al. (1995) situa a cultura do arroz de sequeiro no Cerrado brasileiro, abordando a descrição desse ecossistema, contemplando sua extensão, potencialidade agrícola, qualidade dos solos, precipitação, tamanho das propriedades, utilização histórica, entre outros aspectos. Ao mesmo tempo, ressalta as vantagens e desvantagens que essas características podem representar na produção agrícola.

Em seguida, o trabalho concentra-se nas análises dos fatores limitantes à produção do arroz de sequeiro na forma convencional, tais como: deficiência hídrica, plantas daninhas, pragas e doenças. Segue-se uma descrição do importante progresso obtido na década de 80 quanto à pesquisa do arroz de sequeiro, cujos resultados tornaram mais viável a utilização dessa cultura nos sistemas agrícolas no Cerrado. Nesse sentido, é feita uma análise detalhada dos aspectos relacionados à preparação do solo, seleção de cultivares, fitossanidade, zoneamento agrícola, rotação de culturas e inibição de crescimento.

Posteriormente, mostra como os progressos descritos no parágrafo anterior abrem novas alternativas para a cultura do arroz de sequeiro no Cerrado. Tais alternativas vêm sendo pesquisadas com resultados bastante promissores até o momento, e podem colocar o arroz como componente importante de sistemas agrícolas de sequeiro, em associação com pastagens degradadas em processo de renovação e, também, em sistemas irrigados por aspersão.

Mais do que tecer comentários àquela conferência, pretende-se neste trabalho confirmar e complementar as informações apresentadas, destacando alguns aspectos resultantes de pesquisas realizadas, durante os últimos anos, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e várias outras instituições da América Latina.

---

<sup>1</sup> Pesquisador, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aereo 67-13, Cali, Colômbia.

## **CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DO ECOSISTEMA DE SAVANAS**

Com o objetivo de selecionar áreas de estudo no ecossistema de savanas, o CIAT, a EMBRAPA e instituições estaduais e locais no Brasil, o CIAT, o ICA e o mesmo tipo de instituição na Colômbia, e o CIAT, "RENTAL" Universidade Nacional Experimental dos "Llanos" Ezequiel Zamora (REUNELLEZ), Fundo Nacional de Pesquisa Agropecuária (FONAIAP) e o Ministério do Meio Ambiente na Venezuela têm colaborado, de maneira integrada, para a realização de estudos sobre o uso da terra e a possibilidade de aumentar a produção agrícola e ao mesmo tempo proteger o meio ambiente.

Nesse estudo, as informações relativas ao Brasil estão mais avançadas. Dados sobre solos, relevo, clima e uso da terra foram combinados a partir de imagens do Sistema de Informações Geográficas (GIS), permitindo identificar 11 classes significativas para o Cerrado. Essas classes, combinadas com 12 áreas de interesse potencial, identificadas pela EMBRAPA, levaram à seleção de uma área para estudos em Uberlândia (MG), como representativa de uma grande parte do Cerrado.

## **O ARROZ DE SEQUEIRO COMO MONOCULTIVO CONTÍNUO**

Confirmando alguns dos aspectos da conferência de Kluthcouski et al. (1995), determinou-se, nos "Llanos Orientales" da Colômbia, que o monocultivo contínuo do arroz de sequeiro (*Oryzica Sabana 6*) apresentou uma perda linear de rendimento de 400 a 500 kg/ha/ano ( $r^2 = 0,96$ ), quando o arroz foi cultivado continuamente no período 1989/92.

Como causa principal dessa perda de rendimento identificou-se grande infestação de plantas daninhas, as quais extraíram quantidades abundantes de nutrientes do solo. Por exemplo, em 1991, a extração total de potássio pela cultura do arroz foi de 71 kg/ha e a de cálcio de 6 kg/ha, ao passo que as plantas daninhas extraíram 75 e 10 kg/ha dos mesmos elementos, respectivamente.

Em 1993 foram introduzidos tratamentos de controle das plantas daninhas, dentre os quais o melhor foi o uso do arado de aiveca recomendado pela EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), o qual fez com que os rendimentos aumentassem significativamente. Entretanto, análises físicas do solo, realizadas todos os anos, mostraram uma perda gradual da estabilidade dos agregados e um aumento da densidade aparente.

Em resumo, os problemas parecem se agravar para o monocultivo contínuo do arroz de sequeiro nas savanas. Isso faz pensar na necessidade de integrar os sistemas de produção de culturas com pastagens para diminuir a pressão sobre o solo, a incidência de plantas daninhas e os problemas fitossanitários.

## **PESQUISA AGRÍCOLA INTEGRADA PARA AS SAVANAS DA AMÉRICA LATINA**

### **. ESTABELECIMENTO DE PASTAGENS COM ARROZ**

Ensaio realizado pelo CIAT e EMBRAPA no Brasil, CIAT, ICA e Federação de Arrozeiros (FEDEARROZ) na Colômbia e CIAT, FONAIAP e REUNELLEZ na Venezuela demonstraram claramente que o plantio simultâneo de pastagens e arroz (cultivo associado) é tecnicamente factível. Tais ensaios produziram bons rendimentos de arroz (3 a 4 t/ha), bom estabelecimento das pastagens de gramíneas e leguminosas forrageiras - o que se traduziu em excelentes ganhos de peso para o gado (mais de 600 g/animal/dia com mais de dois animais/ha) - além de uma evidente melhoria das características do solo e uma alta rentabilidade econômica do sistema.

### **. RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS COM ARROZ**

A degradação de pastagens é um problema de grande magnitude no Cerrado brasileiro. Kluthcouski et al. (1995) relatam que 34 milhões de hectares apresentam algum grau de degradação. O Sistema Barreirão desenvolvido pela EMBRAPA-CNPAP tem demonstrado ser bastante viável para corrigir este problema no Cerrado.

Nas savanas de outros países sul-americanos, o problema da degradação das pastagens é de menor magnitude. No entanto, o CIAT, ICA e FEDEARROZ na Colômbia, assim como o CIAT, FONAIAP e REUNELLEZ na Venezuela, vêm trabalhando no problema há vários anos, em adição ao trabalho integrado do CIAT e EMBRAPA no Brasil.

As informações obtidas revelam resultados similares aos descritos para o estabelecimento de pastagens, com a vantagem econômica de que não é necessário introduzir sementes da pastagem (gramínea) quando a degradação não está muito avançada.

Nos "Llanos" da Colômbia, pastagens recuperadas desta maneira apresentam uma quantidade de forragem (4,9 t de matéria seca/ha, no momento da colheita do arroz) maior do que quando se faz uma renovação tradicional, baseada na passagem de grade superficial e adição de 20 kg de P/ha (1,2 t/ha).

A qualidade da forragem também é melhorada devido ao efeito residual da adubação do arroz. Nos primeiros 20 cm, os níveis iniciais de P, K, Ca e Mg são equivalentes a 2,5, 62, 156 e 22 kg/ha, respectivamente. Depois da colheita do arroz, para os mesmos elementos e na mesma ordem, os níveis são de 7, 62, 308 e 53 kg/ha.

Além disso, foi demonstrado para os "Llanos" da Colômbia que, quando a pastagem a ser recuperada está associada a uma leguminosa forrageira, podem-se obter rendimentos de arroz ao redor de 3 t/ha sem aplicação de nitrogênio.

## . INTRODUÇÃO DE OUTRAS CULTURAS

Sistemas que envolvem exclusivamente arroz e pastagem, mesmo que promovam maior conservação do meio ambiente em relação ao monocultivo do arroz, não são suficientemente elásticos nem variados, para supor que consistam em uma verdadeira integração de sistemas agrícolas.

Várias das instituições mencionadas anteriormente, além de outras, como o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) e o Programa Internacional de Sorgo e Milheto (INTSORMIL), estão desenvolvendo germoplasma de culturas anuais (milho, soja, sorgo, amendoim, gergelim, etc.) tolerantes à acidez do solo. Nos últimos dois anos, o CIAT e algumas dessas instituições estão desenvolvendo pesquisas com estas culturas buscando integrá-las em sistemas com pastagens e em diversas rotações de cultura. Igualmente, novas pastagens de maior qualidade forrageira estão sendo introduzidas em vários sistemas com culturas.

A evolução que integra o setor agrícola diversificado com o pecuário tem um grande potencial para contribuir ao desenvolvimento econômico e ambiental, além de melhorar a nutrição humana dos países onde sejam implementados.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Biennial Report 1992-1993: Savannas Program**. Cali, 1994. (Working Document, 134).

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. de. **Renovação de pastagens de Cerrado com arroz**. I. Sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 20p. (EMBRAPA-CNPAP Documentos, 33).

KLUTHCOUSKI, J.; PINHEIRO, B. da S.; YOKOYAMA, L.P. O arroz nos sistemas de cultivo do Cerrado. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAP Documentos, 60).

LEAL MONSALVE, D.; SARKARUNG, S.; SANZ S., J.I.; AGUIRRE V., R.H.; DELGADO H., H. **Oryzica Sabana 6: variedad mejorada de arroz para sistemas sostenibles de producción en suelos de sabana**. [s.l.]: ICA/CIAT/FEDEARROZ, 1991. (Plegable de Divulgación, 238).

SANZ, J.I.; MOLINA, D.L.; RIVERA, M. El arroz se asocia con pasturas en la altillanura Colombiana. **Arroz en las Américas**, Cali, v.14, n.1, p.89, 1993.

THOMAS, R.; LASCANO, C.; SANZ, J.I.; ARA, M.; SPAIN, J.M.; VERA, R.R.; FISHER, M.J. The role of pastures in production systems. In: **PASTURES for the tropical lowlands: CIAT's contribution**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1992.

VERA, R.R.; SANZ, J.I.; HOYOS, P.; MOLINA, D.L.; RIVERA, M.; MOYA, M.C. Pasture establishment and recuperation with undersown rice on the acid soil savannas of South America. In: HUISMAN, E.A.; OSSE, J.W.M.; VAN DER HEIDE, D.; TAMMINGA, S.; TOLKAMP, B.J.; SCHOUTEN, W.G.P.; HOLLINGWORTH, C.E.; VAN WINKEL, G. L. (Eds). **Biological basis of sustainable animal production**. Wageningen: Wageningen Pers, 1994. (EAAP Publication, 67).

VERA, R.R.; THOMAS, R.; SANINT, L.R.; SANZ, J.I. Development of sustainable ley-farming systems for the acid-soil savannas of tropical America. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOLOGIA E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL NOS TRÓPICOS**, 1992, Rio de Janeiro. **Trabalho apresentado**.

ZEIGLER, R.S.; SANZ, J.I.; TOLEDO, J.M. **Sustainable agricultural production systems for the acid soil savannas of Latin America**. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AGROECOLOGICAL AND CONSERVATION ISSUES IN TEMPERATE AND TROPICAL REGIONS**, 1991, Padova, Italia.



# O ARROZ COMO COMPONENTE DE SISTEMAS AGRÍCOLAS NA REGIÃO CENTRO-NORTE DO MATO GROSSO

Serge Bouzinac<sup>1</sup>

Lucien Séguy<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Em 1986 iniciaram-se, na Fazenda Progresso, situada na região Centro-Norte do Mato Grosso, os trabalhos de pesquisa do convênio entre o Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento - Culturas Anuais (CIRAD-CA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (EMBRAPA-CNPAP). A partir de 1990, com a extinção desse convênio, as atividades tiveram continuidade sob o convênio CIRAD-CA/RHODIA-AGRO e, em 1992, iniciou-se uma nova fase com a parceria da COOPERLUCAS.

Na conferência de Kluthcouski et al. (1995), os resultados de pesquisa decorrentes dos referidos convênios foram amplamente citados. Neste trabalho pretende-se caracterizar melhor onde e como foram alcançados.

## DESCRIÇÃO DA REGIÃO

Situada na Chapada dos Parecis, numa altitude de 400 a 700 m entre os paralelos 12° e 14°, a região Centro-Norte do Estado do Mato Grosso tem um potencial de aproximadamente 15 milhões de hectares agricultáveis. Sua vegetação natural é o cerrado ou savana arbórea. Os solos são latossolos vermelho-amarelos, muito profundos, com boas características físicas, porém, com baixa fertilidade química. Possuem um pH situado entre 4,5 e 5,0; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em torno de 1 ppm (método Mehlich); K<sub>2</sub>O abaixo de 20 ppm; saturação de bases inferior a 10%; e altos teores de Al. Apresentam como ponto positivo um bom teor de matéria orgânica, cerca de 3% nos 30 primeiros centímetros. No que refere à pluviometria, a média anual é de 2.300 mm bem distribuídos entre outubro e abril. A região é considerada favorecida, pois o risco de veranico é baixo; todavia, os excessos de chuva podem ser prejudiciais e acarretar graves problemas de erosão e lixiviação de nutrientes (Séguy et al., 1989c; Séguy & Bouzinac, 1993).

<sup>1</sup> Pesquisador, Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento - Culturas Anuais (CIRAD-CA), Caixa Postal 504, 74001-970 Goiânia, GO, Brasil.

Essa região começou a ser explorada no final da década de 70 por agricultores migrantes do Sul do Brasil, que desmataram o cerrado e plantaram arroz durante dois ou três anos e, em seguida, iniciaram a monocultura de soja em fazendas mecanizadas de 100 a 5 mil hectares cultivados.

## UM ENFOQUE DIFERENTE: AS UNIDADES DE “CRIAÇÃO/DIFUSÃO”

A agronomia visa a fixação da agricultura com a preservação e a melhoria do capital-solo, o que atualmente recebe a denominação de sustentabilidade. Para alcançar a fixação da agricultura, é fundamental estudar, em condições reais, o tipo de manejo do solo e das culturas e integrar os critérios agronômicos, técnicos e econômicos. Este enfoque “sistêmico” já foi e está sendo usado pela equipe do CIRAD em várias regiões tropicais, Costa do Marfim, Madagascar e Ilha da Reunião, na África, e no Estado do Maranhão, no Brasil (Michellon, 1992; Séguy et al., 1995).

Apresenta-se aqui um resumo da experiência obtida no Centro-Norte do Estado do Mato Grosso. Deve-se ressaltar a participação ativa dos produtores e extensionistas em todas as etapas desse trabalho.

O método utilizado pode ser decomposto nas seguintes fases:

. **Diagnóstico Rápido:** visa determinar os principais fatores limitantes e os pontos fortes dos sistemas vigentes na região. Os principais entraves agrotécnicos identificados no início do trabalho foram:

- . solo com baixa disponibilidade de nutrientes, mas bem provido de matéria orgânica e apresentando uma excelente estrutura física;
- . monocultura de soja (de quatro a seis anos contínuos); e
- . compactação do solo devido ao uso contínuo de grades.

A conjugação desses fatores caracterizava uma situação de mal manejo de solo, com alto risco de erosão, resultando em perfil cultural muito superficial, que acarretava produtividades cada vez menores de soja (1.500 kg/ha), apesar dos avanços no melhoramento de cultivares e disponibilidade de defensivos.

. **Criação de Sistemas Alternativos:** a partir do diagnóstico, é montada a matriz, constituída por parâmetros que visam eliminar os fatores limitantes:

- . correção do solo (fosfatagem);
- . rotações ou sucessões de cultura (arroz e milho em rotação com soja, ou várias sucessões, tendo arroz, milho e soja como culturas principais, e milheto e sorgo como safrinhas);
- . modos de preparo do solo (aração, escarificação, plantio direto); e
- . outras inovações (cultivares, pesticidas).

Todas essas alternativas são comparadas ao sistema convencional (gradagem x monocultura de soja), que constitui a testemunha do estudo. O experimento é apresentado ao produtor em real grandeza, ou seja, numa área de mais de 50 ha, onde cada sistema ocupa cerca de 1 ha, sendo perenizado durante seis anos (1986/92).

O tamanho das parcelas, além do seu impacto demonstrativo em dias-de-campo, permite analisar cada alternativa sob vários planos:

- . agrônomo: acompanhamento do perfil cultural, dos componentes da produção e da produtividade;
- . econômico: custos de produção, renda líquida e taxa de retorno; e
- . técnico: tempo gasto por operação, praticabilidade das técnicas e acompanhamento do calendário das operações.

Dentro da matriz é desejável conservar uma parte flexível, em que poderão entrar novas culturas ou novos manejos. Da mesma forma, fora da matriz, é possível estabelecer áreas de atualização onde são estudados temas isolados, como cultivares, herbicidas, inseticidas, níveis de adubação básica e de cobertura, etc.

**. Difusão no Meio Real e Capacitação:** as melhores alternativas de sistemas de cultivo são difundidas e validadas regionalmente através de "Fazendas de Referência", onde são comparadas ao sistema tradicional do produtor para dar uma maior abrangência aos resultados experimentais. Aí é feito o acompanhamento conjunto com produtores e extensionistas, e obtido o "feedback" para a pesquisa, ao detectar novos problemas. As três fases são interdependentes e interagem durante todo o estudo. Durante essa última etapa são realizados treinamentos envolvendo técnicos e produtores, que também devem ser profissionalizados.

A aplicação dessa metodologia permitiu verificar nas unidades perenizadas a perfeita reprodutibilidade dos resultados, tanto de um ano para o outro quanto da parcela experimental para a lavoura do produtor, comprovando assim a confiabilidade desse enfoque.

## RESULTADOS CONFIRMADOS

### . ARROZ DE SEQUEIRO EM ÁREAS DESMATADAS OU APÓS PASTO DEGRADADO

O arroz é a cultura mais rústica e melhor adaptada à abertura dos cerrados, pois tolera bem a acidez desses solos. Todavia, para alcançar altas produtividades nesses solos de baixa fertilidade, é imprescindível efetuar uma correção fosfatada e combinar o plantio precoce a cultivares de alta produtividade.

.. **Plantio Precoce:** em todos os experimentos e nas lavouras, tanto em áreas degradadas quanto em áreas recém-desmatadas, nota-se o efeito positivo do plantio precoce sobre a produtividade do arroz de sequeiro. Na Tabela 1 são apresentados os dados de produtividade da cultivar de arroz de sequeiro IRAT 216 obtidos em áreas de 20 ha por tratamento (Séguy & Bouzinac, 1990).

**TABELA 1. Produtividade da cultivar de arroz de sequeiro IRAT 216 em três épocas de semeadura, em área corrigida com 1.500 kg de termofosfato Yoorin/ha, após desmatamento, Fazenda Progresso, Sorriso, MT, ano agrícola 1989/90.**

Data de Plantio	Produtividade* (kg/ha)
05/10/89	4.550
20/10/89	3.350
05/01/90	2.105

\* Com os mesmos insumos (correção fosfatada e adubação de cobertura).

O plantio precoce é favorecido pela forte atividade microbiológica quando do início da estação chuvosa, a qual coloca em disponibilidade nutrientes minerais e orgânicos. Nesse período, a macroporosidade ainda não foi alterada pelo impacto das chuvas e trânsito de máquinas. Assim, a grande disponibilidade de nutrientes, a macroporosidade inalterada e as alternâncias de dessecação-umidificação do solo induzem a um enraizamento rápido e eficaz, produzindo um perfil cultural de até 130 cm na floração. Ao contrário, quanto maior o atraso no plantio, menor a disponibilidade de nutrientes, devida às perdas por lixiviação, e maior a perda de macroporosidade, resultando em enraizamento lento e pouco desenvolvido e perfil cultural na floração de 60 a 70 cm de profundidade (Séguy & Bouzinac, 1993).

Além disso, os plantios precoces permitem conduzir uma cultura em sucessão (safreinha de sorgo ou de milho), que terá o papel de reciclar os nutrientes lixiviados a partir da maturação do arroz e, assim, fazer mais uma palhada para a soja do próximo ano agrícola (Séguy et al., 1992, 1993; Séguy & Bouzinac, 1993).

**.. Correção do Solo:** além da calagem, muito recomendada nos Cerrados, a correção fosfatada é efetuada com base do termofosfato em pó (Yoorin), que mostrou ser o melhor corretivo. Além de fornecer o mineral na forma muito fina, capaz de ser liberado lentamente pela via biológica, fornece também cálcio, magnésio, sílica e micronutrientes essenciais. Em ensaios conduzidos no CNPAF, Séguy et al. (1989b) observaram que a correção fosfatada, associada a um bom manejo de solo, permite diminuir a incidência da brusone na folha e na panícula (*Pyricularia oryzae*). Essa pesada correção do solo, entre 1.500 e 2.000 kg/ha, será amortizada em três anos, não sendo mais aplicado fósforo nas cinco culturas previstas para esse período. Além disso, são aplicados 600 kg de gesso/ha, para correção do cálcio em profundidade e, sobretudo, para fornecer o enxofre necessário no período.

A adubação nitrogenada e potássica, utilizada quando da correção com Yoorin, foi a seguinte: 150 kg de KC/ha + 50 kg de uréia/ha, no plantio; 100 kg de uréia/ha, aos 30 dias; e 100 kg de 20-00-20/ha, aos 60 dias.

Essa correção foi sempre comparada à adubação convencional NPK da região, considerada como testemunha, qual seja: 250 kg de 04-20-20/ha + micronutrientes, no plantio; e 100 kg de 20-00-20/ha, aos 40-50 dias.

**.. Cultivares:** nesse novo sistema de manejo, as cultivares tradicionais, adaptadas aos solos de menor fertilidade, geralmente acamam ao atingir produtividades de 3.000 a 4.000 kg/ha, sendo necessário selecionar novas cultivares com as seguintes características: resistentes à brusone e mancha-dos-grãos; porte baixo, resistentes ao acamamento; produtivas, com grãos do tipo agulhinha; e não senescentes ("stay-green").

A partir desses trabalhos, duas novas cultivares foram lançadas no Mato Grosso: IRAT 216, lançada como "Rio Verde", e CT 6196-33-11-1-B (conhecida regionalmente como CIAT 20), lançada como "Progresso".

Atualmente, o trabalho de seleção persegue esses mesmos objetivos, enfatizando a qualidade (grão longo, fino, aromático). Conforme Séguy et al. (1993, 1994), várias cultivares promissoras estão disponíveis para o Cerrado e para a Pré-Amazônia (CIRAD-CA 141, CIRAD-CA 285, BSL, MN<sub>1</sub>).

## **.. Resultados Agroeconômicos**

**... Após desmatamento do Cerrado:** nesse caso, o preparo só pode ser efetuado com grade aradora, devido às raízes e aos tocos que impedem qualquer preparo profundo. Os resultados obtidos pelos produtores de Nova Mutum, Lucas do Rio Verde, Sorriso e Sinop, MT, confirmam o resultado da pesquisa na unidade de criação-difusão.

Em 1993/94, foram aplicadas, na Fazenda Progresso, as tecnologias de correção pesada (2.000 kg de Yoorin/ha + 600 kg de gesso/ha) e de plantio precoce (final de setembro a final de outubro). O produtor Munefumi Matsubara obteve, segundo Séguy et al. (1994), uma produtividade média de 4.680 kg/ha em 240 ha com a cultivar Progresso, com um máximo de 6.000 kg/ha em 20 ha.

Nas Fazendas de Referência espalhadas na região até a floresta pré-amazônica foram alcançadas produtividades superiores a 5.300 kg/ha utilizando as linhagens CIRAD-CA 141 e MN<sub>1</sub>, em Sorriso, e 7.010 kg/ha com a cultivar BSL, em Sinop (Séguy & Bouzinac, 1993; Séguy et al., 1993).

... **Após pasto degradado:** em 1992, foi montada, na área experimental da COOPERLUCAS, uma unidade de criação-difusão (370 ha) sobre pastagem degradada com mais de dez anos de exploração extensiva. Aplicaram-se as mesmas tecnologias descritas anteriormente, sendo realizado também preparo profundo do solo com escarificador. Os dados expostos nas Tabelas 2 e 3 confirmam os resultados das tecnologias preconizadas em dois anos consecutivos, demonstrados através da produtividade da cultivar Progresso.

**TABELA 2. Produtividade da cultivar de arroz de sequeiro Progresso, em área de pastagem degradada, sob níveis diferenciados de correção do solo, COOPERLUCAS, MT, 1992/94.**

Nível de Correção	Produtividade (kg/ha)*	
	1992/93	1993/94
04-20-20 de NPK (250 kg/ha)	3.110	3.120
2.000 kg de Yoorin/ha + 600 kg de gesso/ha	5.093	4.973

\* Resultados repetidos por dois anos consecutivos, em áreas de 120 ha.

As produtividades e as margens líquidas alcançadas tornam o sistema altamente competitivo, mesmo em comparação com o sistema sob irrigação suplementar. Isto confirma a necessidade de investir em pesquisa e produção de arroz em áreas de adequada pluviosidade. Nessa situação, cultivares de arroz de sequeiro com grão de alta qualidade serão competitivas com o arroz irrigado, devido ao menor custo da exploração. No Rio Grande do Sul, os custos de produção ultrapassam US\$ 1 mil/ha.

**TABELA 3. Desempenho agroecômico da cultivar de arroz de sequeiro Progresso em área de pastagem degradada, sob níveis diferenciados de correção do solo, COOPERLUCAS, MT, 1993.**

Nível de Correção	Produtividade (kg/ha)	Custo de Produção* (US\$/ha)	Margem Líquida** (US\$/ha)
04-20-20 de NPK (250 kg/ha)	3.110	364	+87
2.000 kg de Yoorin/ha + 600 kg de gesso/ha amortizados em três anos	5.093	578	+155

\* Preço do arroz (longo fino) na COOPERLUCAS = US\$ 10/saco de 60 kg.

\*\* Margem líquida = receita - custo de produção + 20 % de encargos fixos.

#### **. ARROZ EM ÁREAS COM MAIS DE DEZ ANOS DE CULTIVO**

O arroz de sequeiro não pode permanecer na atual situação marginal, sendo considerado apenas como cultura de abertura de áreas de Cerrado. Os trabalhos têm demonstrado que a cultura é um componente nos sistemas de produção fixados, revelando-se um parceiro à altura da soja. Todavia, os produtores devem respeitar as recomendações já citadas, tais como: plantio precoce, cultivares de grão longo fino e correção do solo, quando necessária. Além dessas recomendações, é necessário seguir as regras fundamentais do manejo do solo: bom preparo do solo e rotações de culturas.

**.. Preparo do Solo:** desde 1984, Séguy et al. (1989a, 1990) têm recomendado o uso da aração profunda precedida da pré-incorporação das restevras. Em várias regiões do Cerrado alcançaram-se resultados significativos, verificando-se aumento de mais de 100 % da produtividade do arroz de sequeiro. No Mato Grosso, nos primeiros cinco anos do estudo, foram obtidos resultados similares, como mostra a Tabela 4.

**TABELA 4. Médias de cinco anos de produtividade do arroz de sequeiro, com diferentes modos de preparo do solo, na rotação arroz/soja, Fazenda Progresso, Sorriso, MT, 1986/90.**

Preparo do Solo	Produtividade* (kg/ha)
Gradagem	1.835
Plantio Direto	1.655
Aração	3.093

\* Com os mesmos insumos (adubos, pesticidas).

O preparo profundo do solo favorece a infiltração e o armazenamento da água e, sobretudo, estimula o enraizamento profundo, resultando em um perfil cultural sem descontinuidade.

O preparo profundo (aração ou escarificação) é iniciado no final do ciclo chuvoso (mês de abril) com a pré-incorporação dos restos culturais com grade, o que permite conservar a água por um tempo maior no perfil do solo e facilita a aração e escarificação durante os meses de maio e junho. Essa técnica possibilita o aumento da capacidade de trabalho do maquinário e deixa o solo preparado no início das chuvas para efetuar o plantio precoce em outubro.

**.. Manejo do Solo e das Culturas:** o manejo consiste na combinação do preparo de solo com as rotações de cultura. Conforme dados da Tabela 5, somente um ano de cultivo de soja (cultura única) não induz a produtividades de arroz muito elevadas. Assim, foi estabelecido um sistema de rotação, introduzindo o arroz a cada três anos, após dois anos de soja. Os dados resultantes de um ensaio de fertilidade na Fazenda Progresso, Sorriso, MT, demonstram a validade dessa recomendação. Nesse caso, por ocasião do perfilhamento do arroz, foram aplicados os herbicidas Fenoxaprop-ethyl e 2-4D para o controle das invasoras, que são fator limitante em áreas há muito tempo sob cultivo.

**TABELA 5. Desempenho agroecômico da cultivar de arroz de sequeiro Progresso conforme dois níveis de correção e dois tipos de manejo, em área com 16 anos de cultivo contínuo, Fazenda Progresso, Sorriso, MT, 1992/93.**

Nível de Correção	1. Produtividade (kg/ha)			
	Cultivo Precedente			
	Arroz + sorgo (1990/91)		Soja + sorgo (1990/91)	
	Soja + sorgo (1991/92)		Soja (1991/92)	
04-20-20 de NPK (250 kg/ha)	2.416		5.255	
1.500 kg de Yoorin/ha (dois anos) + 600 kg de gesso/ha	3.489		6.622	
Nível de Correção	2. Rentabilidade (US\$/ha)			
	Arroz + sorgo (1990/91)		Soja + sorgo (1990/91)	
	Soja + sorgo (1991/92)		Soja (1991/92)	
	Custo de Produção*	Margem Líquida**	Custo de Produção*	Margem Líquida**
04-20-20 de NPK (250 kg/ha)	397	-73	454	+332
1.500 kg de Yoorin/ha (dois anos) + 600 kg de gesso/ha	548	-76	611	+371

\* Preço do arroz (longo fino) na COOPERLUCAS = US\$ 10/saco de 60kg

\*\* Margem líquida = receita - custo de produção + 20% de encargos fixos.

Esses resultados, também obtidos em outras lavouras, demonstram a importância fundamental do manejo do solo e das culturas. Nessa região, a cultura do arroz, que produziu 6.000 kg/ha em áreas há muito tempo sob cultivo, é o parceiro ideal para rotações com soja pois, além dos benefícios agrônômicos (palhada), propicia lucros superiores a US\$ 300/ha (Séguy et al., 1992).

#### . SOJA

A soja foi, e ainda é, a cultura de maior importância econômica para o desenvolvimento do Cerrado brasileiro. Apesar das várias tecnologias disponíveis envolvendo cultivares, controle biológico, herbicidas e correção, o manejo do solo e da cultura na região era bastante precário. Adotava-se a monocultura contínua (mais de seis a sete anos) associada ao preparo "predatório" com grades, o que proporcionava produtividades inferiores a 2.000 kg/ha, enquanto as tecnologias disponíveis melhoravam a cada ano.

.. **Efeito do Manejo do Solo e das Culturas:** na unidade de criação-difusão, na Fazenda Progresso, MT, foram avaliadas diversas rotações de cultura combinadas com vários tipos de preparo de solo, cujos resultados são apresentados na Tabela 6.

**TABELA 6. Influência do manejo do solo e das culturas no desempenho agroeconômico da cultura da soja (um cultivo anual), Fazenda Progresso, Sorriso, MT, 1986/91. Médias de cinco anos.**

Manejo da Cultura	Preparo do Solo com Gradagem*		Plantio Direto*	
	Produtividade (kg/ha)	Margem Líquida** (US\$/ha)	Produtividade (kg/ha)	Margem Líquida** (US\$/ha)
Monocultura de soja	1.635	-55	1.923	-26
Soja após arroz	2.627	+88	3.153	+121

\* Com os mesmos insumos (adubos, pesticidas, sementes, etc.).

\*\* Margem líquida = receita - custo de produção + 20 % de encargos fixos.

O melhor preparo foi o plantio direto, em que as invasoras nascidas nas primeiras chuvas foram dessecadas com herbicidas de manejo (1,5 l de glyphosate/ha + 1,5 l de 2-4D/ha). Neste preparo foram obtidas produtividades 20% maiores que aquelas resultantes do preparo com gradagem (preparo testemunha). Contudo, o efeito do cultivo precedente de arroz foi muito maior, pois o rendimento aumentou 63% em relação à monocultura, tanto no preparo com grade quanto no plantio direto. A combinação do bom preparo do solo com o cultivo precedente de arroz quase duplicou as produtividades médias (+93%), possibilitando uma margem líquida média de US\$ 121/ha.

O plantio precoce da soja, em outubro/novembro, assim como o de arroz, induz o aprofundamento do sistema radicular e, na maioria das cultivares, a uma maior produtividade.

As melhores cultivares de soja foram Cristalina e Seriema. A adubação foi de 100 kg de KCl/ha/ano, mas a cultura amortizou, a cada ano, um terço da correção fosfatada.

## . AS SAFRINHAS

Em sistemas com duas culturas anuais, utiliza-se, após o cultivo do arroz, uma cultura em sucessão, o sorgo, para aumentar a palhada e, assim, permitir que a soja expresse o seu maior potencial no plantio direto. Nessas condições, a média de três anos foi de 4.124 kg/ha, com margem líquida média de US\$ 148/ha. Séguy et al. (1993) verificaram que em lavoura comercial, numa área de 170 ha, na Fazenda Progresso, MT, em 1993, após incorporação de várias palhadas (arroz-sorgo-milheto) e em plantio direto, obteve-se uma média de 4.320 kg/ha com a cultivar EMGOPA 306.

As safrinhas de milho ou sorgo são implantadas após a dessecação da resteva, em plantio direto sem insumos, exceto fungicida no tratamento de sementes. O custo de produção é mínimo (US\$ 50/ha, aproximadamente). Para cobri-lo basta produzir 600 kg de milho ou sorgo/ha. A safrinha deve ser implantada dois meses antes do fim da estação chuvosa, ou até o final de fevereiro, para o sorgo, e até o final de março, para o milho. Cabe ressaltar que, dessa forma, foi possível produzir de 2.000 a 3.000 kg/ha em ensaios pequenos, conforme Séguy & Bouzinac (1990) e Séguy et al. (1991).

Todavia, o mais importante da safrinha associada ao plantio direto reside nas vantagens agrônômicas relacionadas a seguir:

- . cobertura do solo;
- . reciclagem dos nutrientes (N, K, S, Ca, Mg) lixiviados fora do alcance das raízes da soja (abaixo de 50 cm);
- . formação de matéria orgânica (raízes e palha) que vai ser decomposta no próximo ano e alimentar "biologicamente" a próxima cultura de soja.

Todo esses fatores convergem para uma melhor correção do solo e recomposição da vida microbológica, pois microrganismos e mesofauna multiplicam-se naturalmente com o plantio direto. Esses sistemas reduzem drasticamente as perdas de fertilidade por lixiviação, e sua continuidade deve levar a uma redução do nível de insumos.

Com a safrinha, tais sistemas de plantio direto assemelham-se ao ecossistema equilibrado da floresta Amazônica, que está em perpétua reciclagem.

## RECOMENDAÇÕES PARA A REGIÃO

### . TIPOS DE MANEJO

.. **Correção para três anos (cinco culturas):** 2.000 kg de termofosfato Yoorin/ha + 600 kg de gesso/ha + 150 kg de KCl/ha (para a primeira cultura), incorporados com preparo profundo (exceto no desmatamento).

**1º Ano:** na aração, arroz, em plantio precoce (outubro), + sorgo ou milheto, em plantio direto (fevereiro-março);

**2º Ano:** soja, em plantio direto e precoce (outubro), + sorgo ou milheto, em plantio direto (fevereiro-março); e

**3º Ano:** soja, em plantio direto e precoce (outubro).

Preparo profundo para uma nova seqüência, em abril, ou plantio direto de pasto, de fevereiro até início de março (Séguy & Bouzinac, 1993).

### CONCLUSÃO

Uma agricultura sustentável deve valorizar ao máximo os recursos naturais disponíveis e canalizá-los em benefício da exploração agrícola, para diminuir o emprego de insumos químicos (adubos, pesticidas). Para tanto, deve-se valer de práticas conservacionistas adequadas, dentre as quais as mais eficientes são as técnicas de fertilização organo-biológicas, que favorecem os ciclos biológicos.

As tecnologias de plantio direto estão muito bem adaptadas às culturas de soja e milho e às safrinhas de milheto e sorgo. O plantio direto do arroz de sequeiro começa a ser viabilizado na região graças ao uso de adubos verdes (crotalarias ou sesbanias) como precedentes "perfuradores" que permitem uma aração biológica. Todavia, o caminho real passa obrigatoriamente pela integração da agricultura com a pecuária, que permitirá uma melhor exploração dos recursos naturais, diminuindo o uso dos pesticidas. De fato, o pasto aproveita-se das correções químicas do solo efetuadas para as culturas de arroz e soja, e as culturas em rotação com o pasto (anual ou plurianualmente) se beneficiarão da reestruturação e do saneamento do solo (fungos, invasoras, nematóides, etc.) propiciado pelo pasto.

Em um trabalho conjunto com o Dr. Nelson de Angelis Cortês, veterinário da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Mato Grosso (EMPAER-MT), foram desenvolvidas tecnologias que permitem passar da cultura para o pasto em plantio direto após a colheita da soja ou do arroz.

Os resultados obtidos na Fazenda Progresso, MT, onde já foram implantados mais de 400 ha de pasto de *Panicum maximum* (cv. Tanzânia), evidenciaram a superioridade deste sistema sobre o "Sistema Barreirão", nas regiões de alta pluviometria e em áreas há muito tempo sob cultivo.

Como o arroz pode ser a salvação da soja na agricultura dos Cerrados úmidos, a integração pecuária/agricultura será o caminho da estabilização, tanto agrônômica quanto econômica, nas regiões tropicais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KLUTHCOUSKI, J.; PINHEIRO, B. da S.; YOKOYAMA, L.P. O arroz nos sistemas de cultivo do Cerrado. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).
- MICHELLON, R. **Gestion des sols et des cultures avec couverture végétale.** Montpellier: CIRAD, 1992. (Doc. Interno CIRAD-CA, BP 8035, 34032)
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **A pesquisa aplicada ao serviço do desenvolvimento agrícola regional do Brasil: gestão dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados do centro oeste brasileiro; síntese atualizada 1986/1990 e destaques 1990.** Montpellier: IRAT/CIRAD/Rhodia/Fundação Rubem Berta/Sulamerica Agropecuária, 1990. 224p. (Doc. Interno CIRAD/IRAT).
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. **Os sistemas de culturas para a região do Médio Norte do Mato Grosso: recomendações técnicas.** Montpellier: CIRAD-CA/COOPERLUCAS/RHODIA AGRO, 1993. 58p.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; BARON, C.; OLIVEIRA, E.T. de; TEIXEIRA, S.M.; YOKOYAMA, L.P.; PACHECO, A.R.; SILVA, I. **Première évolution de l'adoption par les agriculteurs du centre-ouest brésilien, des technologies mises au point par la recherche franco-brésilienne.** Montpellier: CIRAD-CA, 1989a. 41p. (Doc. Interno IRAT/MAE, CIRAD-CA, BP 8035, 34032)

- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; CHARPENTIER, M.; MICHELLON, R. **Contribuição ao estudo e ao aperfeiçoamento dos sistemas de cultura, em meio real:** pequeno guia de iniciação ao enfoque "criação-difusão" de tecnologias no meio real e formação; resumos de alguns exemplos de aplicação significativos. Brasília: IICA/PROCITROPICOS, 1995. 231p.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; GIARETTA, V.; TRENTINI, A. **Gestão dos solos e das culturas nas áreas de fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do centro-oeste brasileiro:** ano agrícola 1992/93. Montpellier: CIRAD-CA, 1993. 79p.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; GIARETTA, V.; TRENTINI, A.; CORTÊS, N. de A. **Gestão dos solos e das culturas nas áreas de fronteiras agrícolas dos Cerrados úmidos e das florestas do Centro-Oeste brasileiro:** Região Centro-Norte do Mato Grosso; Campanha Agrícola 1993/94. Montpellier: CIRAD-CA, 1994. 259p.
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MATSUBARA, M. **Gestão e manejos dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do centro-oeste brasileiro:** destaques 1991 e síntese atualizada 1986/1991. Montpellier: CIRAD-CA, 1991. 111p. (Doc. Interno CIRAD/IRAT).
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; MATSUBARA, M. **Gestão dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do centro-oeste.** 1. Destaques 1992 e síntese atualizada 1986/1992. 2. Gestão ecológica dos solos. Montpellier: CIRAD-CA, 1992. 107p. (Doc. Interno CIRAD-CA).
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; PACHECO, A. **Les principaux facteurs qui conditionnent la productivité du riz pluvial et sa sensibilité à la pyriculariose sur sols rouges ferrallitiques d'altitude, Goiânia, Centre Ouest brésilien.** Montpellier: CIRAD-CA, 1989b. 41p. (Doc. Interno CIRAD/IRAT, BP 8035, 34032).
- SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; PACHECO, A.; KLUTHCOUSKI, J. **Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct, sans travail du sol, appliquées aux cerrados du centre-ouest brésilien.** Montpellier: IRAT/EMBRAPA, 1989c. 156p.

**SÉGUY, L.; BOUZINAC, S.; YOKOYAMA, L. Évaluation de l'adoption par les agriculteurs du centre-ouest brésilien des technologies mises au point par la recherche franco-brésilienne: seconde phase 1989-1990. Montpellier: CIRAD-CA, 1990. (Doc. Interno CIRAD/IRAT/ MAE, CIRAD-CA, BP 8035, 32034).**



# SISTEMAS DE PRODUÇÃO NOS CERRADOS BRASILEIROS

Carlos Roberto Spehar<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

A exploração dos Cerrados esteve baseada inicialmente no aproveitamento dos recursos naturais, com pecuária extensiva e agricultura de subsistência. Opções de cultivo nos Cerrados têm se desenvolvido com extraordinária rapidez graças às conquistas tecnológicas (EMBRAPA, 1980, 1981, 1982, 1991).

A grande interferência humana com práticas deficientes de manejo do solo e da planta tem resultado em profunda alteração da oferta ambiental e constitui ameaça ao desenvolvimento sustentável na região.

Este comentário concentra-se na análise dos sistemas de produção nos Cerrados e suas implicações ambientais até a presente data, tendo como ponto de partida a conferência de Kluthcouski et al. (1995). Será enfatizado o emprego de enfoque sistêmico para o planejamento da pesquisa e do desenvolvimento, baseados na conservação da oferta ambiental.

## EVOLUÇÃO E IMPACTO AMBIENTAL DA PRODUÇÃO

O primeiro sistema de produção nos Cerrados foi a pecuária com pastagem nativa em grandes propriedades. A agricultura era praticada em áreas naturalmente férteis, ao longo dos rios ou em áreas de origem basáltica. Nessa fase, a interferência ambiental constituiu-se na destruição de matas ciliares com certo comprometimento dos mananciais.

O desenvolvimento de pastagem cultivada, com maior capacidade de suporte, iniciou na década de 60 em áreas próximas dos centros de consumo. Essa mudança esteve associada ao fluxo migratório de agricultores de outras partes do País. Os pioneiros, provenientes principalmente das Regiões Sul e Sudeste, foram atraídos pelos baixos preços da terra e realizaram baixos investimentos de infra-estrutura e maquinaria.

Crédito subsidiado e preços compensadores levaram a abertura de áreas extensas para cultivo sem considerar o uso de práticas conservacionistas do solo, então o componente de menor valor no custo de

---

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08.223, 73301-970 Planaltina, DF, Brasil.

produção. O sistema de produção estava limitado, inicialmente, ao cultivo associado de arroz e pastagem, em áreas extensas, e soja, na região mais ao sul dos Cerrados (Spehar et al., 1993).

Nesse período, o cultivo da soja, devido a limitações tecnológicas, apresentava baixos rendimentos que, gradativamente, foram elevados com os avanços na pesquisa em melhoramento e manejo integrado da cultura (Spehar et al., 1993; Urban Filho & Souza, 1993). A expansão do cultivo da soja deu-se em detrimento ao do arroz, o qual ainda ocupa destaque nos solos de cerrados de influência amazônica ou com maior disponibilidade de água (EMBRAPA, 1992).

A informação sobre o emprego de corretivos e fertilizantes foi gerada concomitantemente à expansão agrícola para atender à demanda dos novos cultivos. Tem-se verificado, porém, muita distorção entre o recomendado e o praticado pelos agricultores (EMBRAPA, 1991).

As diferenças locais de topografia, solo, vegetação e mananciais foram pouco consideradas no início da exploração e contribuíram para avolumar-se à deterioração ambiental. A virtual ausência de enfoque sistêmico impediu que se prevenisse a ocorrência de problemas e ficava comprometida a sustentabilidade da exploração.

O conjunto das más práticas associado à distância dos centros de comercialização e consumo e à reduzida infra-estrutura de armazenamento e de escoamento causaram grandes perdas econômicas de nutrientes e de solo, devidas às falhas nas práticas de preparo e conservação, causadas principalmente pelas deficiências de maquinaria (Folle et al., 1992; Pereira et al., 1992). A baixa capitalização do agricultor resulta em sacrifício de práticas como terraceamento e alternância de preparo de solo, com perdas ainda maiores de rendimento e conseqüente descapitalização, em um ciclo vicioso e prejudicial ao ambiente.

Os cultivos anuais na região são parcial ou totalmente mecanizados. Contudo, a escassez de mão-de-obra tem sido um componente adicional ao agravamento do equilíbrio no sistema. Mesmo quando disponível, há o problema do seu baixo treinamento, o que causa atraso nas operações de preparo do solo e de semeadura e, conseqüentemente, produções reduzidas.

A tendência de queda e/ou flutuação dos preços de produtos agrícolas e do incentivo ao crédito tem contribuído para elevar a ameaça à oferta ambiental, por perda adicional de rendimento. A soja, excepcionalmente, tem mantido competitividade devido à demanda mundial por óleo e proteína. Dentre os cultivos anuais é o de menor susceptibilidade aos estresses hídricos, com custo de produção relativamente menor pela fixação simbiótica de nitrogênio. Todavia, o seu monocultivo é indesejável, como será visto a seguir.

A participação mais recente do milho deve-se ao avanço na obtenção de genótipos produtivos e tolerantes ao alumínio, como por exemplo o BR-201 (Lopes et al., 1987). Esse cultivo tem apresentado níveis de produtividade superiores aos da região tradicional e é empregado em rotação e/ou sucessão à soja.

Com o estabelecimento do programa de irrigação nos anos 80, surgiram novas perspectivas de exploração dos Cerrados, embora visasse estimular a auto-suficiência do País em trigo, mediante o cultivo na entressafra. Programas de melhoramento contribuíram para a seleção de genótipos mais produtivos e tolerantes ao alumínio (Camargo, 1981; EMBRAPA, 1991). O principal entrave desse cultivo está nos elevados custos de produção e nos baixos preços no mercado internacional. Contudo, o programa de irrigação tem sido empregado para a produção de sementes de soja em áreas problema, arroz, feijão, ervilha e outros produtos hortícolas. São produtos de maior valor e/ou maior produtividade, os quais contribuem para amortizar os custos adicionais da irrigação.

Associado a cultivos mais exigentes, está o estabelecimento de pastagens com maior qualidade para produção intensiva de carne e leite. Como exemplos de espécies empregadas nesses sistemas podem ser citados *Andropogom gayanus*, *Panicum maximum* e *Paspalum* spp.

A cafeicultura tem-se tornado um cultivo importante nos Cerrados, com produtividades comparáveis às das regiões tradicionais e com a vantagem da ausência de geadas. Investimentos adicionais no melhoramento e no manejo integrado da cultura tornam-se necessários para superar a flutuação produtiva. Outras espécies perenes, como citros, abacate, manga e acerola, têm potencial de expandir seu cultivo nos Cerrados.

Embora incluídas em sistema de baixo uso de insumos, as espécies florestais exóticas (*Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp.) têm contribuído para a diversidade da produção nos Cerrados, tanto de madeira para uso doméstico e comercial quanto de carvão.

Como consequência da produção de soja e de milho, a avicultura e a suinocultura tenderão a desenvolver e contribuir para a diversidade e agregação de valor.

A introdução desse elenco de possibilidades de cultivos abre perspectivas para a diversificação com uso estratégico de insumos e redução do impacto ambiental e elevação da sustentabilidade produtiva.

## SISTEMAS DE CULTIVO EM ROTAÇÃO

### . CULTIVOS ANUAIS

O monocultivo da soja tem intensificado os problemas com doenças (cancro da haste, nematóide formador de cisto, etc.), pragas e desequilíbrio nutricional, agravado com o mau manejo do solo. Também tem resultado em erosão e perda da fertilidade, com impacto negativo sobre o ambiente e sobre a viabilidade econômica da exploração. Os resultados de pesquisa mostram que o cultivo em rotação e/ou sucessão contribui para solucionar o problema.

Rendimentos 25% mais elevados foram obtidos com o milho, após o cultivo da soja, para os mesmos níveis de nitrogênio. Esses resultados foram atribuídos, em parte, ao nitrogênio residual. Por outro lado, a rotação milho-soja também foi mais produtiva que o monocultivo. Os efeitos positivos dessa rotação incluem a interrupção no ciclo das pragas e doenças, melhor controle de invasoras e manutenção da matéria orgânica pela diferença na composição da biomassa das espécies.

A taxa de produção de húmus está diretamente relacionada à perda por atividade microbiológica e depende dos restos de cultivo. A relação Carbono/Nitrogênio igual a 10 deve ser suficiente para manter o equilíbrio, porque, na falta do nitrogênio, o excesso de carbono será perdido por respiração na forma de CO<sub>2</sub> (Resck, 1991).

O emprego de leguminosas (adubo verde) no plantio único ou associado com milho contribuiu para elevar a sua produtividade e resultou em um acréscimo de 100 kg de nitrogênio/ha. Contudo, as máximas produtividades com o milho foram obtidas em rotação com a soja, ainda que as leguminosas propiciassem reciclagem de nutrientes e controle de nematóides (Vasconcelos et al., 1989).

### . CULTIVOS ANUAIS E ADUBOS VERDES

O emprego de leguminosas (adubo verde) para manter e/ou repor a matéria orgânica do solo tem produzido resultados na associação e/ou sucessão com cultivos anuais. O cultivo de milho após a incorporação de adubos verdes, comparado com o monocultivo, apresentou rendimentos superiores em até 46,6%. Sob condições climáticas desfavoráveis, essas diferenças foram ainda mais acentuadas (Pereira et al., 1992). Resultados semelhantes foram obtidos com a soja em monocultivo e em associação. As seguintes espécies destacam-se como as mais promissoras: *S. atterimum*, *C. spectabilis*, *I. tinctoria*, *S. deeringianum*, *S. niveum*, *C. psoraloides*, *C. juncea* e *C. paulinea* (Resck & Pereira, 1979).

Pereira et al. (1992) descrevem o emprego de adubos verdes e as formas para manejá-los em rotações com diferentes cultivos para os sistemas agrícolas dos Cerrados.

#### **. CULTIVOS ANUAIS E PASTAGEM**

A conferência de Kluthcouski et al. (1995) ressaltou este sistema, que é recente e, conforme mostram os resultados, tem possibilidade de sucesso nos Cerrados.

A substituição de cultivo anual por forrageiras é um sistema eficiente na reciclagem de nutrientes e contribui para melhorar a estrutura do solo (Kluthcouski et al., 1991; Ayarza et al., 1993). A quantidade e a qualidade da forragem resultante depende do resíduo de fertilizante, que no sistema tradicional arroz-pastagem é muito baixo. Isso leva à compactação do solo, redução da cobertura vegetal e, por consequência, à produção e margem de lucro limitadas.

De acordo com J. M. Spain<sup>2</sup> (comunicação pessoal), a associação de gramíneas e leguminosas forrageiras em rotação com cultivos anuais oferece as seguintes vantagens: elevação da fertilidade do solo pela incorporação de N, P, S e outros nutrientes provenientes dos restos de cultivo, e da atividade biológica no subsolo devida ao crescimento radicular profundo das espécies perenes tolerantes a acidez; melhoria das condições físicas do solo pelo manejo da matéria orgânica e reduzida erosão; aumento da atividade microbiológica do solo (cultivo biológico); redução dos problemas com plantas daninhas, pragas e doenças; e eliminação de plantas nocivas em pastagens pelo cultivo com espécies anuais.

Foi observado que a rotação cultivo anual-pastagem apresentou maiores rendimentos de grãos e duplicação da taxa animal/área na pastagem (Ayarza et al., 1993). Estudos adicionais sobre cultivos anuais e pastagem, complementares aos apresentados por Kluthcouski et al. (1995) e pelos demais comentaristas, devem ser conduzidos para elevar a oferta de informação.

Espera-se que com a diversificação de cultivos e, consequentemente, dos modos de preparo do solo, recuperar-se-ão as imensas áreas improdutivas para mitigar os efeitos negativos sobre o ambiente e a estabilidade produtiva dos Cerrados.

---

<sup>2</sup> EMBRAPA - CPAC, Planaltina, DF, Brasil.

## PERSPECTIVA FUTURA

Na Figura 1 encontram-se, de uma forma sumarizada, os fatores de sucesso no estabelecimento da atividade agrícola sustentável nos Cerrados. Isso será atingido com uma análise sistemática dos fatores de produção. De um lado, há a necessidade de se identificar a oferta ambiental e de outro, os impactos provocados pela atividade humana.

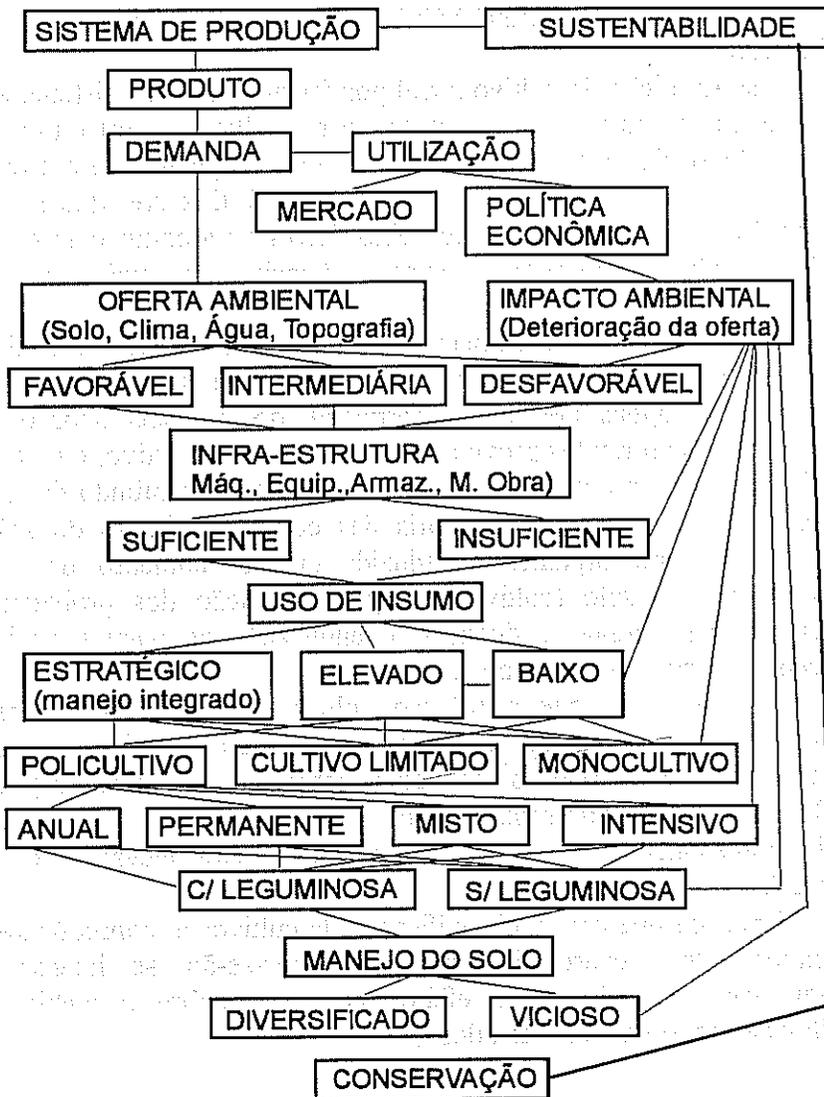


FIG. 1. Fatores de sucesso no estabelecimento da atividade agrícola sustentável.

A quantificação dos componentes ambientais em relação ao produto permite uma definição das exigências em infra-estrutura, a qual determina o nível de uso de insumos. A participação do produto nos sistemas de produção com manejo diversificado do solo reduz o impacto negativo e leva à sustentabilidade do sistema de produção. É possível uma aferição do efeito das práticas agrícolas e definir a importância relativa dos fatores de produção.

Os pré-requisitos intrínsecos ao produto são apresentados na Figura 2. Quando se contrasta a oferta ambiental com as suas características, chega-se aos sistemas prováveis de produção ou de menor impacto, que nortearão o planejamento da pesquisa, a qual deve influenciar a definição da política econômica. O desenvolvimento da tecnologia deverá chegar ao produtor, para que ele decida o que plantar em função da demanda e do custo de produção.



**FIG. 2.** O papel do arroz nos sistemas de produção.

Os Cerrados contribuem expressivamente para a produção de grãos, carne e madeira. Se toda a área passível de exploração fosse ocupada com a tecnologia disponível, aumentaria consideravelmente a oferta mundial desses produtos.

A informação tem sido gerada com a pesquisa por produto/problema, com reduzido enfoque sistêmico. Isso explica a tendência à deterioração do ambiente, ao tempo que reduz a perspectiva futura. Para contornar tal problema, recomendam-se:

- . investimentos adicionais e direcionamento na pesquisa em genética, melhoramento, fisiologia, proteção das plantas e animais, fertilidade e conservação do solo, uso da água e preservação dos recursos naturais;
- . maior integração entre os pesquisadores na formação de equipes multidisciplinares para implementar a abordagem sistêmica dos problemas que afetam a exploração sustentável dos Cerrados. Como exemplos de linhas de pesquisa, citam-se: seleção de cultivares tolerantes a estresses (água, nutrientes, elementos tóxicos); manejo eficiente de nutrientes; balanceamento nutricional das culturas; rotação de culturas e reciclagem de nutrientes; resistência genética; e controle integrado de doenças e pragas;
- . hierarquização dos problemas para prevenir a ocorrência de impactos desfavoráveis ao ambiente;
- . interação com os extensionistas para obter demandas e fornecer as soluções. É fundamental para a continuidade da exploração dos Cerrados que a produção máxima econômica por unidade de investimentos seja atingida em nível de produtor;
- . abordagem holística com a integração de pesquisadores e extensionistas aos demais setores envolvidos com a agricultura e o meio ambiente, de tal forma que o planejamento conjunto possa influenciar a definição de políticas realistas;
- . planejamento da exploração agropecuária que leve em conta a oferta ambiental em microbacias. Nesse sistema, desenvolve-se um conceito comunitário de como explorar os recursos naturais, o qual se estende à toda a bacia hidrográfica onde a oferta potencial do meio ambiente é identificada conforme o clima, solo, relevo, vegetação natural, hidrologia e geologia. Estes estudos permitem determinar os prováveis sistemas de exploração que conduzam a uma base permanente de ocupação (Resck et al., 1991); e
- . análise dos projetos-pilotos em microbacias para ampliarem-se os estudos em nível regional, e influenciar a elaboração de políticas governamentais de crédito em que o planejamento integrado receberá alta prioridade.

## CONCLUSÕES

A expansão agrícola dos Cerrados tornou-se possível pelas condições ambientais favoráveis de precipitação pluviométrica, áreas extensas e mecanizáveis, temperatura, solos facilmente mecanizáveis, baixo preço da terra e desenvolvimento de tecnologias, como foi mostrado, em parte, por Kluthcouski et al. (1995). Essas características compensaram a baixa fertilidade e a reduzida capacidade de retenção de água dos solos e as grandes distâncias dos centros de consumo e portos.

A manutenção e/ou a elevação do teor de matéria orgânica nos solos de cerrados é de importância fundamental para se atingir estabilidade produtiva. Sistemas apropriados de rotação de cultura e de preparo do solo contribuirão positivamente para se atingir essa meta.

A abordagem mais avançada para a exploração equilibrada dos Cerrados é a dos estudos integrados com enfoque sistêmico, dos quais participarão todos os envolvidos na cadeia produtiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYARZA, M.; VILELA, L.; RAUSCHER, F. Rotação de culturas e pastagens em um solo de cerrado: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos**. Goiânia: SBCS, 1993. v.3. p.121-122.
- CAMARGO, C.E.O. Melhoramento do trigo. I. Herança da tolerância ao alumínio em cultivares de trigo. **Bragantia**, Campinas, v.40, p.35-45, 1981.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório da X Reunião da Comissão Técnica de Arroz: Região II**. Brasília, 1992. 140p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual**. Brasília, 1980-1982. 170p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual 1985/87**. Brasília, 1991. 339p.

- FOLLE, S.M.; FRANZ, C.A.B.; TANIWAKI, K.; INAMASUA, R. Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para máquinas agrícolas. In: SEMINÁRIO SOBRE OS PROGRESSOS DA PESQUISA AGRONÔMICA NA REGIÃO DOS CERRADOS, 1991, Cuiabá. **Anais**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC/EMPA-MT/JICA, 1992. p.91-95.
- KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz**. I. Sistema Barreirão. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991. 20p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 33).
- KLUTHCOUSKI, J.; PINHEIRO, B. da S.; YOKOYAMA, L.P. O arroz nos sistemas de cultivo do Cerrado. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).
- LOPES, M.A.; MAGNAVACA, R.; BAHIA FILHO, A.F.C.; GAMA, E.E.G. Evaluation of maize populations and their crosses for tolerance of aluminum toxicity in nutrient solution. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, p.257-263, 1987.
- PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização nos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.140-154.
- RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J. Efeito da incorporação de restos culturais e adubo verde nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Amarelo, fase Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., 1979, Manaus. **Resumo**. Rio de Janeiro: SBCS, 1979. p.1.
- RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. **Dinâmica da matéria orgânica na Região dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).

- SPEHAR, C.R.; MONTEIRO, P.M.F.O.; ZUFFO, N.L. Melhoramento genético da soja na Região Centro-Oeste. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, 1992, Uberaba. **Anais**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO/CPAC, 1993. p.229-257.
- URBEN FILHO, G.; SOUZA, P.I.M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, 1992, Uberaba. **Anais**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO/CPAC, 1993. p.299-332.
- VASCONCELOS, C.A.; MARRIEL, I.E.; PINTO, N.F.J.A. **Rotação de culturas e produtividade de milho em solo sob vegetação de cerrado**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1989. 5p. (EMBRAPA-CNPMS. Comunicado Técnico, 5).



# SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL

Rogério O. de Sousa<sup>1</sup>

Eloy A. Pauletto<sup>1</sup>

Algenor da S. Gomes<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais cultivados no mundo, constituindo alimento básico para mais de dois terços da população mundial. Poucas culturas têm distribuição geográfica comparável a do arroz, estendendo-se desde o nordeste da China (53° N) até o sul da Austrália (35° S).

A produção mundial de arroz em 1992/93 foi de 518,9 milhões de toneladas, 55% das quais foram produzidas na China e na Índia, os maiores produtores. No Brasil, nessa mesma safra, a produção atingiu 10,1 milhões de toneladas, o que correspondeu a 1,9% da produção mundial e garantiu a posição de nono colocado entre os países produtores de arroz (Tabela 1).

TABELA 1. Produção mundial de arroz, 1992/93.

Posição	País	Produção (1.000.000 t)	Porcentagem do Total
1	China	186,2	35,9
2	Índia	108,8	21,0
3	Indonésia	47,3	9,1
4	Bangladesh	27,0	5,2
5	Vietnã	21,5	4,1
6	Tailândia	19,4	3,7
7	Birmânia	13,4	2,6
8	Japão	13,2	2,5
9	Brasil	10,1	1,9
10	Filipinas	9,5	1,8
	Outros	62,5	12,2
	Total	518,9	100,0

Fonte: USDA, citado em Mercado... (1993).

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, 96100-900 Pelotas, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador, EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), Caixa Postal 553, 96001-970 Pelotas, RS, Brasil.

A nível mundial, o sistema de cultivo de arroz irrigado predomina sobre o de sequeiro. Em contraste, no Brasil, o sistema de sequeiro ocupa mais de 70% da área total cultivada com arroz, participando com apenas 45% da produção total do País. Por outro lado, o sistema irrigado, que ocupa menos de 30% da área total de cultivo, responde por aproximadamente 55% da produção nacional.

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz no Brasil, contribuindo com quase 50% da produção total (Tabela 2). Nos últimos anos tem ocorrido um aumento da participação desse Estado na produção nacional de arroz. Esta maior participação, em termos percentuais, não é função apenas do crescimento da área plantada e da produtividade, mas também está relacionada à redução da área cultivada com arroz em outros Estados.

**TABELA 2. Área plantada e produção de arroz dos principais Estados produtores no Brasil, 1992/93.**

Estado	Área (1.000 ha)	Produção (1.000 t)	Produção (%)
Rio Grande do Sul	965	4.900	48,5
Minas Gerais	420	740	7,3
Mato Grosso	525	690	6,8
Maranhão	695	634	6,3
Santa Catarina	150	625	6,2
Goiás	325	425	4,2
Tocantins	170	310	3,1
São Paulo	167	289	2,8
Mato Grosso do Sul	116	233	2,3
Paraná	128	232	2,3
Outros	-	1.022	10,2
Total	-	10.100	100,0

Fonte: Brasil... (1993).

A produção de arroz no Rio Grande do Sul, baseada exclusivamente no sistema irrigado, foi beneficiada pela ação da pesquisa, responsável pelo lançamento de cultivares mais produtivas a partir do início da década de 80, e pelo aprimoramento de técnicas de cultivo.

O avanço da fronteira agrícola em direção ao oeste do Rio Grande do Sul e a conseqüente incorporação de solos mais férteis também foram fatores importantes para que se verificasse um aumento da área plantada no Estado, bem

como da produtividade do arroz. Assim, a área plantada passou de 590 mil hectares, no final da década de 70, para 965 mil hectares, na safra de 1992/93, e a produtividade média, de 3.804 kg/ha para 5.080 kg/ha, no mesmo período.

O aumento da produtividade e da área plantada, observado a partir dos anos 80, fez com que a produção total de arroz crescesse mais de 100% no Rio Grande do Sul. Com isso, os solos de várzea passaram a ser altamente valorizados.

## **CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS SOLOS DE VÁRZEA DO RIO GRANDE DO SUL**

Os solos de várzea do Rio Grande do Sul compreendem aqueles que, a despeito de grandes variações, apresentam uma característica comum, o hidromorfismo. Ocupam extensas áreas com relevo plano a suave-ondulado, e são encontrados, principalmente, nas regiões fisiográficas do Litoral, da Depressão Central e da Campanha, abrangendo cerca de 7 milhões de hectares.

A maioria dos solos hidromórficos desse Estado desenvolveu-se a partir de sedimentos depositados em planícies de rios e lagos. Alguns solos, desenvolvidos na região da Campanha a partir de rocha basáltica, embora não ocorram em situação de várzea, são utilizados na cultura do arroz irrigado e apresentam, no estágio atual de formação, processos variáveis ou constantes de hidromorfismo nos horizontes A e B.

A drenagem natural deficiente dos solos hidromórficos é normalmente motivada pelo relevo predominantemente plano, associado a um perfil cuja camada superficial é pouco profunda e a subsuperficial é praticamente impermeável, agravado, em alguns solos, pela elevada capacidade de retenção de água. Como o gradiente gravitacional exerce grande influência na drenagem do solo, observa-se que o hidromorfismo é menos acentuado nos solos situados em terraços ou níveis mais elevados.

Associado ao aspecto de má drenagem, os solos hidromórficos do Estado apresentam, em sua maioria, baixa capacidade de armazenamento de água, em virtude da pouca profundidade do horizonte A e da textura predominantemente franco-arenosa, da densidade naturalmente elevada, da relação micro/macroporos muito alta, da baixa porosidade total e da consistência desfavorável. O manejo inadequado ao longo dos anos agravou as características físicas desfavoráveis, fazendo com que se formassem regiões compactadas logo abaixo da camada arável.

O processo de compactação estabelecido pela ação antrópica afeta, inicialmente, os macroporos, estabelecendo-se no solo uma inadequada relação água/ar para a maior parte das culturas de sequeiro. A macroporosidade é responsável pela aeração do solo, e é ela que proporciona a existência de espaço

aéreo responsável pela difusividade dos gases no solo. Segundo a literatura especializada, esse espaço não deve ser inferior a 10% de um determinado volume de solo, o que provocaria uma drástica redução na difusão do oxigênio no solo. Todavia, os valores de macroporosidade mais comumente encontrados no horizonte A dos principais solos de várzeas situam-se na faixa de 2 e 10% (Tabela 3). Deste modo, a relação micro e macroporosidade torna-se, também, restritiva ao crescimento radicular de culturas de sequeiro, uma vez que atinge valores de até 18:1, enquanto a relação tida como a ideal para o bom desenvolvimento das raízes das plantas é de 2:1 (Tabela 3).

**TABELA 3. Densidade do solo, porosidade, macro e microporosidade, e respectiva relação, de quatro unidades de solos hidromórficos do Rio Grande do Sul. Média de três perfis.**

H	P(cm)	Ds(g/cm <sup>3</sup> )	Porosidade (%)			Relação Mic/Mac
			Micro	Macro	Total	
-----Brunizem Hidromórfico - unidade de mapeamento Formiga-----						
Ap	0-17	1,40	39,7	7,5	47,2	5:1
A <sub>12</sub>	17-34	1,67	34,1	3,1	37,2	11:1
B <sub>21</sub>	34-53	1,67	38,4	0,2	38,6	192:1
B <sub>22</sub>	53-78	1,64	41,0	0,3	41,3	137:1
-----Planossolo - unidade de mapeamento Vacacai-----						
Ap	0-26	1,50	38,2	8,8	47,1	4:1
A <sub>12</sub>	26-42	1,66	35,5	6,9	42,4	5:1
A <sub>2</sub>	42-47	1,50	36,8	7,1	43,9	5:1
B <sub>2</sub>	57-92	1,55	38,2	6,3	44,5	6:1
-----Planossolo - unidade de mapeamento Pelotas-----						
Ap	0-20	1,45	47,2	2,6	49,8	18:1
A <sub>2</sub>	20-29	1,65	30,2	5,2	35,4	6:1
B <sub>2</sub>	29-65	1,66	38,6	4,9	43,5	8:1
-----Planossolo - unidade de mapeamento Virgínia-----						
A <sub>1</sub>	0-23	1,18	39,8	10,4	50,2	4:1
B <sub>1</sub>	23-48	1,32	33,1	11,1	44,2	3:1
B <sub>21</sub>	48-78	1,33	41,9	8,1	50,2	5:1
B <sub>22</sub>	78-155	1,52	44,1	4,8	48,9	9:1

Sob o ponto de vista químico, os solos hidromórficos do Estado apresentam fertilidade natural de baixa a moderada, sendo comum a baixa disponibilidade de fósforo, níveis baixos de matéria orgânica, que se pressupõe estarem diretamente relacionados à disponibilidade de nitrogênio, e baixos valores de pH.

Os planossolos, pertencentes às unidades de mapeamento Pelotas e Vacacaí, abrangem a maior área e são, normalmente, os mais ácidos e pobres em nutrientes, apresentando, também, baixos conteúdos de matéria orgânica. Constituem-se, portanto, em solos com forte limitação quanto à fertilidade natural, especialmente para a produção de culturas de sequeiro. No entanto, existe uma área representativa de solos onde se enquadram aqueles das classes Brunizem Hidromórfico, Vertissolo e Litólico eutrófico, que apresentam menor limitação quanto à fertilidade, sendo, em geral, medianamente ácidos e mais ricos em matéria orgânica e nutrientes, embora com limitações no que refere à disponibilidade de fósforo.

Estas características normalmente são consideradas limitantes para a produção agrícola. Para o cultivo do arroz irrigado, entretanto, a maior parte das limitações não é considerada problema. A topografia plana e a presença de um horizonte impermeável são fatores importantes na economia da água e na preservação dos nutrientes. Por outro lado, o processo de submersão, que condiciona o solo a um estado de redução, promove um aumento do pH e da disponibilidade da maioria dos nutrientes e neutraliza os efeitos do alumínio tóxico.

Ante o exposto, verificou-se o estabelecimento de duas linhas principais de produção nos solos de várzeas do Rio Grande do Sul: o arroz irrigado e a pecuária extensiva em flora de sucessão. O sistema de exploração agrícola instituído está de acordo com muitos trabalhos de levantamento de solos para estabelecimento da capacidade de uso (Sambroek, 1969; Averbek et al., 1970; Cunha et al., 1975). Seus resultados confirmam a vocação natural dos solos de várzeas para a produção de arroz irrigado e pastagens, embora alguns destes autores admitam a utilização de outras culturas em algumas classes de solos.

## **CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA AGRÍCOLA PREDOMINANTE**

As primeiras referências do cultivo de arroz no Rio Grande do Sul indicam que o início desta atividade ocorreu na década de 20 do século passado, através de imigrantes alemães e espanhóis, que cultivavam arroz de sequeiro em suas colônias para subsistência. Todavia, a produção de arroz no Estado passou a apresentar expressão a partir do início deste século com a instalação da primeira lavoura irrigada no município de Pelotas, em 1903.

A cultura do arroz cresceu rapidamente, favorecida pelas condições físicas de solo e relevo, pela abundância de mananciais hídricos e por medidas alfandegárias que desencorajaram a exportação e importação e aumentaram a demanda interna a preços compensatórios.

O espírito empresarial empreendido desde as primeiras lavouras e o suporte dado pela pesquisa oficial - estadual e federal - possibilitaram a incorporação de técnicas que têm contribuído para o aprimoramento constante da cultura, de modo que sua evolução vem ocorrendo de forma contínua e crescente.

O sistema de cultivo tradicionalmente utilizado corresponde, em geral, ao preparo do solo e à semeadura do arroz, a lanço ou em linha, com semeadoras convencionais, e ao estabelecimento da lâmina de água sobre o solo de 20 a 40 dias após a emergência das plântulas. A semeadura convencional é precedida do preparo primário, que consiste em operações mais profundas e grosseiras, normalmente realizadas com arado, e do preparo secundário do solo, que consiste em operações superficiais realizadas após o preparo primário, normalmente através de grades e/ou plainas.

O preparo primário visa, além de adequar a camada superficial do solo, eliminar ou enterrar as plantas daninhas estabelecidas e/ou restos de cultura. Já o preparo secundário, além de promover um estado estrutural, inicialmente favorável à semeadura, visa a incorporação de adubos e herbicidas e a destruição de invasoras (EPAGRI, 1992b).

O sistema de utilização dos solos hidromórficos do Rio Grande do Sul compreende, além da cultura do arroz irrigado, a pecuária de corte. Deste modo, após a colheita, o gado aproveita a resteva (soca e palha) e a flora de sucessão, permanecendo na área até o preparo do solo para instalação da próxima lavoura de arroz, o que pode acontecer no ano seguinte ou dois ou três anos mais tarde.

O sistema tradicional, envolvendo o binômio arroz irrigado e pecuária de corte, que tem sido utilizado com sucesso por muitas décadas, apresenta, na atualidade, rentabilidade que não mais satisfaz os produtores. O arroz irrigado, apesar do bom rendimento, apresenta elevados custos de produção e, normalmente, é utilizado uma vez a cada três anos na mesma área. A pecuária de corte, por sua vez, apresenta baixos índices de produtividade, motivados principalmente pela alimentação deficiente em períodos críticos.

Por outro lado, o cultivo contínuo do arroz em uma determinada área leva à autolimitação da cultura, isto é, acaba impedindo a continuidade do cultivo, devido ao aumento da infestação de plantas daninhas, em especial do arroz-vermelho. A intensificação no uso de veículos e implementos agrícolas pesados, utilizados para o preparo convencional dos solos de várzeas, agrava ainda mais os problemas estruturais já existentes nestes tipos de solos. Ações sucessivas de preparo ao longo dos anos podem ainda trazer sérios problemas de drenagem, assim como promover a compactação subsuperficial, dificultando o movimento de água e a aeração nestes solos.

## SISTEMAS DE CULTIVO ALTERNATIVOS PARA SOLOS DE VÁRZEA

A partir da constatação, por parte dos produtores e técnicos, de que o atual sistema de produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, por suas características peculiares, tem contribuído para onerar os custos de produção, disseminar nas lavouras sementes de plantas daninhas e degradar, ainda mais, o já naturalmente precário estado físico dos solos de várzea, surgiu o interesse pela utilização de novas alternativas, que fossem ao mesmo tempo mais eficientes no controle do arroz-vermelho, economicamente mais viáveis e capazes de manter ou mesmo recuperar o estado físico do solo.

### . ROTAÇÃO DE CULTURAS

Define-se rotação de culturas como a alternância de diferentes culturas, num espaço de tempo, na mesma lavoura, obedecendo a finalidades definidas, em que uma espécie vegetal não é repetida no mesmo lugar, com intervalo menor do que dois ou, se possível, três ou mais anos (Derpsch 1985, citado por Santos et al., 1993).

Nos solos de várzea, as culturas de sequeiro mais utilizadas em rotação com o arroz irrigado são a soja, o milho e o sorgo, além de algumas espécies de pastagens cultivadas. A utilização destas culturas de sequeiro nos solos hidromórficos visa diminuir os níveis de infestação de plantas daninhas, principalmente do arroz-vermelho, e aproveitar a estrutura e a mão-de-obra existente para o arroz irrigado com outras culturas, diluindo, desta forma, os custos de produção e melhorando os atributos físicos e químicos do solo.

A diminuição dos níveis de infestação de arroz-vermelho ocorre pela mudança do sistema de cultivo, irrigado para sequeiro, que dificulta o desenvolvimento de espécies vegetais associadas à cultura do arroz e, portanto, adaptadas ao ambiente de solo inundado, e pelo uso de herbicidas específicos.

Trabalhos desenvolvidos por Xavier et al. (1993) demonstraram que a utilização das culturas de soja, milho e sorgo, associadas ao emprego de herbicidas adequados por um período de três anos consecutivos, foi suficiente para reduzir, a níveis insignificantes, a população inicial de 50 plantas de arroz-vermelho/m<sup>2</sup>, tornando possível a reutilização da área com a cultura do arroz irrigado.

Outro trabalho vem sendo desenvolvido, há nove anos, pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (EMBRAPA-CPACT), em convênio com a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), com o intuito de estudar o efeito de diferentes sistemas de cultivo e rotação de culturas na produtividade do arroz irrigado e nos atributos

físicos do solo. Esse trabalho foi iniciado na safra 1985/86, cultivando-se arroz em todos os tratamentos. Nos anos subsequentes, cada parcela foi utilizada com as culturas do respectivo tratamento e, de acordo com as rotações planejadas, na sétima safra todas as parcelas voltaram a ser cultivadas com arroz. Os dados da Tabela 4 mostram o efeito dos diferentes tratamentos no rendimento do arroz após sete anos de cultivo. A maior produtividade foi obtida no sistema de rotação (T5), não diferindo, entretanto, das obtidas no T1 e T3. Os demais tratamentos não mostraram diferenças estatísticas significativas entre si. Com relação à infestação de plantas daninhas, verifica-se que não houve aumento com o cultivo contínuo de arroz na mesma área, ao contrário do que vem sendo preconizado. Observa-se também que a utilização de culturas de sequeiro, em rotação com o arroz irrigado, contribui para menor infestação de invasoras (Pauletto et al., 1993).

**TABELA 4. Resultados de rendimento de grãos de arroz e infestação de invasoras obtidos em diferentes tratamentos após sete anos de cultivo.**

Tratamento	Rendimento* (kg/ha)	Colmos de inço/m <sup>2</sup>
T1 - Sistema tradicional (um ano arroz; dois anos pousio)	5.068 AB	12,1
T2 - Sistema contínuo (controle de invasoras com herbicida)	4.878 B	8,3
T3 - Sistema contínuo (controle total de invasoras)	5.460 AB	0,0
T4 - Sucessão arroz-soja	4.744 B	9,0
T5 - Rotação arroz-soja-milho	5.818 A	4,2
T6 - Arroz em plantio direto sobre azevém	4.920 B	4,1
T7 - Sucessão arroz em plantio direto (soja convencional)	4.852 B	7,0
T8 - Testemunha (solo mantido em condições naturais)	-	-

\* Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Fonte: Pauletto et al. (1993).

Quanto aos atributos físicos do solo (Tabela 5), praticamente não houve diferença entre os tratamentos; entretanto, os valores de densidade do solo são altos e os de porosidade total, baixos, sendo esta constituída, principalmente, por microporos, com a relação micro/macroporos variando de 6,1:1 a 9,4:1, o que não é considerado ideal para culturas de sequeiro.

**TABELA 5. Atributos físicos do solo após sete anos de uso sob diferentes sistemas de cultivo.**

Tratamento	Densidade do solo (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidade			Relação Mic/Mac
		Macro %	Micro %	Total %	
T <sub>1</sub>	1,51	3,86	33,92	37,79	8,8:1
T <sub>2</sub>	1,62	4,66	31,49	36,15	6,8:1
T <sub>3</sub>	1,62	5,04	30,56	35,60	6,1:1
T <sub>4</sub>	1,62	4,76	29,78	34,53	6,2:1
T <sub>5</sub>	1,62	3,31	31,25	34,56	9,4:1
T <sub>6</sub>	1,60	4,09	31,21	35,29	7,6:1
T <sub>7</sub>	1,63	3,57	31,12	34,67	8,7:1
T <sub>8</sub>	1,61	4,22	31,55	35,77	7,5:1

**Nota:** A determinação dos parâmetros físicos do solo foi feita antes do cultivo do arroz no sétimo ano.

**Fonte:** Pauledo et al. (1993).

Ainda que o sistema de rotação apresente grandes benefícios, principalmente em terras altas, a sua utilização em solos de várzea está limitada a poucas propriedades. Os problemas referentes à física e à química do solo, aliados, em alguns casos, à dificuldade de comercialização, têm impedido a expansão de culturas como a soja, o milho, o sorgo e o trigo nos solos hidromórficos.

Por outro lado, a pesquisa vem intensificando os trabalhos no sentido de selecionar genótipos mais adaptados a solos de várzea. O programa de melhoramento da EMBRAPA-CPACT já identificou genótipos de soja com rendimentos em torno de 3.000 kg/ha. Em experimentos com sorgo já foram obtidos rendimentos superiores a 7.000 kg/ha. A cultura do milho, por sua vez, apresenta híbridos capazes de produzir 6.000 kg/ha, enquanto genótipos de trigo apresentam rendimentos superiores a 3.000 kg/ha (Gastal, 1992).

O sucesso dos cultivos de sequeiro em solos de várzea vai depender ainda da adoção de práticas que visem minimizar os efeitos limitantes de alguns atributos físicos e químicos desfavoráveis. Deste modo, aconselha-se a utilização das culturas de sequeiro em áreas sistematizadas e/ou aplainadas, com a finalidade de estabelecer um eficiente sistema de irrigação e drenagem, visto que é comum a existência de períodos de estresse hídrico, tanto por excesso como por falta de água.

O uso adequado de máquinas e implementos agrícolas também pode favorecer o desempenho de culturas de sequeiro em solos de várzea, uma vez que a existência de camadas compactadas pode estar relacionada ao preparo intensivo do solo, realizado muitas vezes com umidade e equipamentos inadequados. A utilização de subsoladores e escarificadores é recomendada para romper camadas compactadas, o que contribui para o restabelecimento da profundidade efetiva natural do solo.

O sucesso das culturas alternativas em solos de várzea vai depender ainda da elevação dos níveis de fertilidade através da adubação e calagem adequadas.

## **. PLANTIO DIRETO**

A utilização do sistema de plantio direto na cultura do arroz irrigado passou a apresentar expressão a partir do início da década de 80, principalmente após a criação do "Clube do Plantio Direto com Cultivo Mínimo de Arroz Irrigado", entidade que congrega centenas de produtores interessados em trocar idéias a respeito de plantio direto e de outros aspectos ligados à orizicultura.

### **.. Descrição dos Sistemas**

Os sistemas de plantio direto mais utilizados na cultura do arroz apresentam as seguintes variantes: plantio direto, plantio direto com preparo de verão e cultivo mínimo. O plantio direto corresponde à semeadura do arroz sobre a resteva de uma cultura anterior, pastagem ou flora de sucessão, dessecada com herbicida de ação total, sem nenhum revolvimento do solo. É especialmente indicado para áreas sistematizadas e que não apresentam problemas quanto à irrigação e drenagem.

No plantio direto com preparo de verão, as operações de lavração, gradagem e aplainamento são realizadas nos meses de janeiro, fevereiro e/ou março. Após o preparo do solo é normalmente realizada a semeadura de uma pastagem de inverno, que constitui alimento de melhor qualidade para o gado durante o inverno, o qual poderá permanecer sobre a pastagem até pouco antes da semeadura do arroz, que é realizada entre os meses de setembro e novembro, sobre a cobertura dessecada com um herbicida de ação total.

O cultivo mínimo, por sua vez, compreende o preparo reduzido do solo, resumindo-se a duas gradagens leves e aplainamento. As operações são executadas no final do inverno e/ou primavera, com o objetivo principal de forçar a emergência das plantas daninhas, especialmente o arroz-vermelho, que serão controladas pelo uso do herbicida dessecante antes do plantio direto do arroz, que normalmente é realizado de 30 a 45 dias após o preparo do solo.

## .. Vantagens e Limitações do Sistema

O sistema de plantio direto sempre foi destacado por suas vantagens na conservação e recuperação dos solos. Na lavoura orizícola gaúcha, no entanto, a adoção do sistema foi tida como a solução potencialmente capaz de minimizar as crescentes infestações do arroz-vermelho.

O arroz-vermelho é considerado o principal problema da cultura no Estado, onde cerca de 30% da área cultivada com o arroz irrigado passou a ser abandonada em virtude dos altos índices de infestação (Plantio..., 1989). Com a utilização do sistema de plantio direto, parte desta área está sendo recuperada e incorporada ao sistema produtivo. Resultados de trabalhos de pesquisa (Pedroso & Mariot, 1986; Abud, 1987; Menezes, 1991) e observações em campo permitem concluir que a redução dos níveis de infestação de arroz-vermelho, no referido sistema de cultivo, pode chegar a 85%.

Além do arroz-vermelho, outras invasoras, como a *Echinochloa* spp., têm o seu estabelecimento dificultado no sistema de plantio direto (Tabela 6). A redução na incidência de plantas daninhas ocorre em virtude do não-revolvimento do solo por ocasião da semeadura e, possivelmente, por efeito alelopático da cobertura vegetal.

**TABELA 6. Ocorrência de plantas daninhas antes da submersão do solo em relação a diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado, em três anos de condução do experimento.**

Ano	Sistema Convencional	Plantio direto sobre				Cultivo Mínimo
		Azevém	Leguminosa	Aveia	Consociação	
Plantas daninhas/m <sup>2</sup>						
1990/91	579	47	32	37	45	26
1991/92	23	2	0	1	1	0
1992/93	42	17	11	16	16	10

Fonte: Gomes et al. (1993).

A redução nos custos de produção é outro aspecto positivo obtido com a utilização do sistema de plantio direto. Isso ocorre, principalmente, pela diluição da parcela fixa, em virtude da utilização da mesma estrutura física, que engloba maquinário e mão-de-obra para o plantio de uma área, que pode ser até 100% superior à utilizada com o sistema convencional.

Segundo trabalhos de análises econômicas realizados por Rigatto (1993), a integração do sistema de plantio direto com preparo de verão e o sistema convencional de semeadura, pode significar aumento de 77% na receita líquida da propriedade, quando comparado com o sistema tradicional, que prevê o cultivo de arroz e o pousio de dois a três anos.

Vantagens econômicas podem também ser conseguidas através de uma melhor integração entre agricultura e pecuária, uma vez que esta pode ser desenvolvida sobre pastagem de melhor qualidade. As receitas obtidas com a pecuária utilizando o *Lillium multiflorum* podem ser três vezes superiores às obtidas em flora de sucessão (Plantio..., 1989).

Além destas vantagens obtidas a curto prazo, existem outras que serão percebidas após alguns anos de utilização do sistema de plantio direto, e dizem respeito a melhorias dos atributos físicos e químicos do solo. A redução do trânsito de máquinas, a menor mobilização do solo e o uso de culturas de cobertura com vistas à adubação verde foram fatores que atuaram diretamente na conservação, ou mesmo na melhoria da estrutura e da fertilidade do solo de terras altas.

Não obstante a constatação, em campo, destas melhorias também nos solos hidromórficos, existem poucas informações da pesquisa quanto à ação dos sistemas de plantio direto e de cultivo mínimo sobre o estado físico e químico do solo. Entre estas, destacam-se alguns resultados preliminares obtidos por Peña et al. (1993), que demonstram melhorias quanto à macroporosidade e à relação micro/macroporos, mesmo com apenas um ano de utilização do sistema de plantio direto, quando comparado com o sistema convencional (Tabela 7).

**TABELA 7.** Valores de porosidade, relação micro/macroporos e densidade do solo, determinados em dois períodos de amostragens, à profundidade de 15 cm, para o solo Pelotas, submetido a diferentes sistemas de cultivo.

Tratamento*	Porosidade (%)			Relação Micro/Macro	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
	Macro	Micro	Total		
-----1 <sup>o</sup> Período-----					
T <sub>1</sub>	13	34	47	3:1	1,33
T <sub>2</sub>	8	34	42	4:1	1,39
T <sub>3</sub>	6	31	37	5:1	1,48
T <sub>4</sub>	10	33	43	3:1	1,40
-----2 <sup>o</sup> Período-----					
T <sub>1</sub>	5	33	38	7:1	1,52
T <sub>2</sub>	7	30	37	4:1	1,55
T <sub>3</sub>	8	29	38	4:1	1,50
T <sub>4</sub>	7	32	39	4:1	1,51

\* T<sub>1</sub> = sistema convencional; T<sub>2</sub> = plantio direto sobre gramínea; T<sub>3</sub> = plantio direto sobre leguminosa; T<sub>4</sub> = cultivo mínimo.

Fonte: Peña et al. (1993).

Além das vantagens obtidas com a utilização do sistema de plantio direto, verifica-se que o rendimento de grãos do arroz é semelhante ou, em algumas situações, até superior ao obtido no sistema convencional de semeadura (Tabela 8).

**TABELA 8. Rendimento de grãos com casca (kg/ha) da cultivar de arroz irrigado BR-IRGA 414, semeada sob diferentes sistemas de cultivo, em três anos de condução do experimento.**

Ano	Sistema	Plantio Direto sobre			Cultivo Mínimo	
	Convencional	Azevém	Leguminosa	Aveia		Consociação
1990/91	5283 b*	5314 b	5891 ab	5560 ab	5475 ab	6415 a
1991/92	5552 a	5170 a	5892 a	5561 a	5643 a	5852 a
1992/93	2349 c	5338 ab	4886 ab	4670 b	5802 a	5186 ab

\* Médias seguidas de letras iguais, no mesmo ano, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Fonte: Gomes et al. (1993).

Os bons resultados obtidos com a utilização do plantio direto de arroz fizeram com que a área utilizada com o referido sistema sofresse um incremento, conforme pode ser observado na Tabela 9, correspondendo, na atualidade, a mais de 25% da área total plantada com a cultura no Estado.

**TABELA 9. Evolução da área plantada com o sistema de plantio direto de arroz irrigado.**

Ano	Área em 1.000 ha*
1983/84	2
1984/85	4
1985/86	7
1986/87	14
1987/88	35
1988/89	60
1989/90	110
1990/91	180
1991/92	220
1992/93	220
1993/94	250

\* Valores estimados a partir do volume de venda de herbicidas dessecantes.

Todavia, como a utilização deste sistema para a cultura do arroz irrigado é relativamente recente, muitos problemas ainda precisam ser resolvidos. Os principais problemas estão relacionados à adequação das práticas culturais e ao estabelecimento de um bom sistema de rotação de culturas, no qual a cultura do arroz interaja com outras espécies produtoras de grãos e pastagem.

Outro problema que tem limitado a expansão do sistema de plantio direto é o predomínio das lavouras de arroz em áreas arrendadas. O atual sistema de arrendamento desestimula o produtor a fazer os investimentos necessários à implantação do plantio direto.

### **. ARROZ PRÉ-GERMINADO**

O sistema de cultivo de arroz pré-germinado é um dos mais utilizados nos Estados Unidos e na Europa. No Brasil, este sistema vem sendo adotado desde meados deste século, em pequenas propriedades, principalmente pelos agricultores da região do Médio e Baixo Vale do Itajaí, que o utilizam em, aproximadamente, 85% da área cultivada com arroz irrigado no Estado de Santa Catarina, e pelos agricultores da região serrana de Tapes e litoral norte do Rio Grande do Sul.

Mais recentemente, este sistema vem sendo introduzido na zona sul do Rio Grande do Sul, visando a sua utilização em lavoura mais extensiva. Somente na Granja 4 Irmãos, do Grupo Joaquim Oliveira, foram plantados 132 ha, na safra 1991/92, com uma produção média de 130 sacos de arroz seco/ha. Já na safra 1993/94 foram implantados 1.703 ha. Observa-se a nítida evolução deste sistema em condições de lavoura extensiva.

### **.. Descrição do Sistema**

Segundo recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil (EPAGRI, 1992a), o preparo do solo para o plantio com sementes pré-germinadas caracteriza-se pela execução parcial ou total, sob condições de inundação, e envolve basicamente duas fases. A primeira fase visa trabalhar a camada superficial para formação de lama, podendo ser efetuada em solo seco com posterior inundação, ou em solo já inundado. As principais técnicas utilizadas nesta fase são: (a) aração em solo úmido, seguindo-se o destorroamento, sob inundação, com enxada rotativa; (b) aração, seguindo-se o destorroamento, com grade de disco ou enxada rotativa, em solo seco; e (c) uso de enxada rotativa, sem aração, preferencialmente em solo inundado, repetindo-se a operação, para permitir a formação de lama sem deixar restos de plantas

daninhas. A segunda fase compreende o nivelamento e o alisamento, que podem ser feitos com pranchões de madeira ou microtratores, com o intuito de tornar a superfície nivelada e lisa, própria para receber a semente pré-germinada.

No Rio Grande do Sul, devido as áreas mais extensas, vem-se buscando um sistema próprio de preparo do solo que compreende, fundamentalmente, as seguintes operações: (a) uma ou duas arações; (b) uma gradagem para destorroar o solo (convém não pulverizar o solo, pois pequenos torrões impedirão o arraste das sementes); (c) aplainamento e entaipamento; (d) inundação da área com uma lâmina de, no máximo, 10 cm; e (e) semeadura das sementes pré-germinadas (Arrozeiros..., 1993).

A pré-germinação das sementes consiste no aceleração do processo natural de germinação, através de sua hidratação pela imersão em água durante 24 a 36 horas, acondicionadas em sacos ou tanques (EPAGRI, 1992b). Após este período, retiram-se as sementes da água, deixando-as em lugar quente e sombreado para que germinem. Quando o coleóptilo alcançar dois ou três milímetros, fase que caracteriza o processo de pré-germinação, as sementes estarão em condições de semeadura. O tempo necessário para a incubação depende, além da cultivar, das condições de temperatura. Em condições normais, 24 a 36 horas são suficientes; em temperaturas baixas, este tempo é mais prolongado.

Geralmente, a semeadura em áreas pequenas é feita a lanço, em tableiros inundados, com uma lâmina de água em torno de 10 cm, à razão de 150 kg de sementes/ha. Em áreas maiores, a semeadura pode ser feita por avião.

## **.. Vantagens e Limitações do Sistema**

O sistema de plantio pré-germinado, comparativamente ao sistema de semeadura convencional, apresenta vantagens e limitações. Entre as principais vantagens, citam-se: (a) o preparo do solo e a semeadura são efetuados em épocas mais adequadas, uma vez que sua efetivação independe de condições climáticas; (b) a sistematização e o nivelamento do solo permitem um melhor manejo d'água; (c) a inundação do solo já na fase de preparo concorre para a antecipação na disponibilidade de alguns nutrientes; (d) redução do ciclo da cultura em 20 a 30 dias; (e) melhor controle das invasoras, principalmente do arroz daninho (vermelho e preto), e conseqüentemente, menores gastos com herbicidas; e (f) redução dos custos de mão-de-obra, menores gastos com sementes e maquinário de plantio.

Entre as principais limitações ou problemas, relacionam-se: (a) ataque predatório de pássaros, principalmente de marreco, maçarico e pássaro-preto; (b) ocorrência de ventos fortes, principalmente na zona sul do Rio Grande do

Sul, fazendo com que as sementes se concentrem em determinados locais nos tabuleiros; (c) necessidade de tabuleiros bem nivelados e de área menor; (d) período curto entre o preparo do solo e a entrada de água na lavoura, para garantir que as invasoras não germinem; (e) manejo d'água: deverá haver, sempre que possível, uma entrada e uma saída de água em cada quadro, para facilitar a irrigação e drenagem; e (f) necessidade de mão-de-obra especializada (Noldin, 1988; Arrozeiros..., 1993). É importante salientar que este sistema de cultivo é tido como degradante do estado físico do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, J.K. Avaliação do sistema de semeadura direta no controle do arroz vermelho em arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.40, n.371, p.8-15, 1987.
- ARROZEIROS e arrozais. **ICI-Agrícola**, São Paulo, v.1, n.2, 1993.
- AVERBECK, H.; MANDLER, E.N.; CUNHA, N.G. da; GONÇALVES, A.R. **Estudos de solos na área sedimentar entre o rio Jaguarão e o arroio Bretanha: levantamento semidetalhado**. Porto Alegre: SUDESUL, 1970.
- BRASIL pode reduzir produção de arroz. **Safras e Mercado: Arroz**, Porto Alegre, v.164, n.8, p.193, 1993.
- CUNHA, N.G. da; AVERBECK, H.; GONÇALVES, A.R. **Bacia hidráulica, levantamento detalhado de solos: Projeto Chasqueiro**. Pelotas: SUDESUL, 1975. 161p.
- EPAGRI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Florianópolis, 1992a. 79p.
- EPAGRI. **Sistema de produção para arroz irrigado em Santa Catarina: revisão**. Florianópolis, 1992b. 65p. (EPAGRI. Sistema de Produção, 21).
- GASTAL, M.F.C. Solos de várzea, uso atual e perspectivas. In: MARCANTONIO, G. (Ed). **Solo e irrigação**. Porto Alegre: UFRGS/ SEDERACIT, 1992. p.87-91.

- GOMES, A. da S.; SOUSA, R.O.; LERÍPIO, A.A. Produtividade do arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. *Anais*. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p.135-137.
- MENEZES, V.G. Avaliação do sistema de cultivo mínimo em arroz irrigado no controle do arroz vermelho. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú. *Anais*. Florianópolis: EMPASC, 1991. p.276-279.
- MERCADO mundial. *Safras e Mercado: Arroz*, Porto Alegre, v.165, n.8, 1993.
- NOLDIN, J.A. Controle de arroz vermelho no sistema de semeadura em solo inundado. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.41, n.377, p.11-13, 1988.
- PAULETTO, E.A.; VAHL, L.C.; TURATTI, A.L.; GOMES, A. da S. Produtividade do arroz irrigado num planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo durante sete anos. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. *Anais*. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p.132-135.
- PEDROSO, B.A.; MARIOT, C. Controle do arroz-vermelho através de sistemas de semadura. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.39, n.368, p.28-29, 1986.
- PEÑA, Y.A.; GOMES, A. da S.; SOUSA, R.O. Estudos preliminares do efeito de diferentes sistemas de cultivo sobre atributos físicos do solo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. *Anais*. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p.142-145.
- PLANTIO direto: arroz sem vermelho. *A Granja*, Porto Alegre, n.497, p.56-66, 1989.
- RIGATTO, P. Viabilidade econômica de sistemas de produção para regiões de várzeas. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. *Anais*. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p.297-299.
- SAMBROEK, W.G. *Soil studies in the Mirim Lagoa Basin: Projeto da Lagoa Mirim*. Treinta y Tres: CLM/PNUDI/FAU, 1969. 1v.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Trigo (Passo Fundo, RS). FUNDACEP-FECOTRIGO. FUNDAÇÃO ABC. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.85-103.

XAVIER, F.E.; PINTO, J.J.O.; SILVA, O.S.; HASSMANN, J.S. Controle de arroz-vermelho com a utilização da rotação de culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Anais**. Londrina: SBHED, 1993. p.158-159.

## COMENTÁRIOS À CONFERÊNCIA “SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL”

Roberto Cabello Martínez<sup>1</sup>

A conferência de Sousa et al. (1995) apresenta uma visão global dos sistemas de cultivo de arroz no Rio Grande do Sul, Brasil. A clareza e qualidade do trabalho bem como a importância dos problemas levantados fazem-no um verdadeiro aporte ao melhoramento da produção de arroz na América Latina e Caribe. Os pontos abordados servirão, sem dúvida, de elementos de discussão e reflexão na elaboração de estratégias futuras para a comunidade científica relacionada com o melhoramento e a conservação de solos.

É oportuno assinalar alguns pontos relevantes sobre o tema e apresentar algumas sugestões sobre o mesmo.

Na América Latina e no Caribe, o cultivo do arroz se desenvolve em dois ecossistemas de produção, irrigado e sequeiro. As principais práticas que estão limitando a produtividade do arroz irrigado nesta área geográfica estão estreitamente relacionadas com: (a) controle de plantas daninhas, incluindo a expansão do arroz vermelho; (b) nivelamento do solo, manejo da água e densidade de semeadura; (c) uso inadequado de maquinário e implementos no preparo do solo; (d) proteção fitossanitária da cultura; e (e) estabelecimento de sistemas de rotação de culturas relacionados com a eficiência na fertilização mineral e a conservação da fertilidade dos solos.

Os países de maior desenvolvimento na produção arroseira têm demonstrado que a aplicação de uma correta política de alternância de culturas com o arroz tem diminuído os custos de produção, aumentando o rendimento agrícola e, também, melhorando a fertilidade dos solos (Flores, 1984; International Rice Research Institute, 1988; Castillo et al., 1989).

Sousa et al. (1995), em sua conferência, mostram as vantagens e os benefícios resultantes do estabelecimento de culturas em alternância, como a soja e o milho, com bons resultados no rendimento do arroz, decorridos sete anos do estabelecimento de cada tratamento.

Seria importante determinar o efeito econômico ao comparar os tratamentos nos quais foi feito controle de plantas daninhas com aqueles nos quais foi estabelecido a rotação de culturas. Igualmente é necessário conhecer os rendimentos alcançados pelas culturas, o que seria útil para a análise da viabilidade e na estimativa dos custos de produção do arroz.

---

<sup>1</sup> Pesquisador, Instituto de Pesquisas do Arroz (IIA), Apartado nº 1, Bauta, Havana, Cuba.

Com relação às propriedades físicas, destacadas por Sousa et al. (1995) na Tabela 5, deve-se apontar que, apesar de não haver variação entre os parâmetros de porosidade do solo devido aos tratamentos, a rotação das culturas de soja e milho contribuiu marcadamente para a produtividade do arroz.

A densidade e a composição granulométrica dos solos influem diretamente no crescimento e na produtividade das culturas (Beloblov, 1983); por isso, podem ser considerados elementos da fertilidade dos solos, e sua ação depende, dentre outros fatores, do tipo de planta (Diaz, 1986).

Por outro lado, é válido comentar que os valores de densidade do solo, apresentados por Sousa et al. (1995), encontram-se dentro de um intervalo ótimo, baseado em referências disponíveis na literatura mundial. Diferentes autores têm concordado ao assinalar que os valores da densidade do solo para a cultura do arroz encontram-se ao redor de  $1,6 \text{ mg/m}^3$  (Sharma & Katoch, 1986; Iglesias & Bertoli, 1989).

Entretanto, os resultados referentes a porcentagem de porosidade do solo estão muito baixos segundo os valores referidos pela literatura especializada. Brady (1985) relatou que os solos argilo-arenosos com boa estrutura possuem valores na porosidade total de 40 a 60%, com valores nos parâmetros de micro e macroporos de 20 e 30%, respectivamente. Por conseguinte, é evidente que o solo onde se desenvolveu o trabalho, tendo em conta os resultados da composição da porosidade mostrados pelos autores, foi alterado pela ineficiência do preparo do solo ao longo dos anos. Quando os solos são trabalhados indiscriminadamente durante muitos anos, ocorre uma variação na sua composição granulométrica aumentando o número de microporos e diminuindo a quantidade de macroporos. Estas características implicam em limitações para a produção agrícola, fundamentalmente para as culturas de sequeiro, pois, como predominam os microporos, a capacidade de aeração para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas é reduzida, uma vez que importante ação da atividade biológica do solo é limitada (Alvarez & Ferrera, 1993; Urrea et al., 1993).

Em minha experiência pessoal, na área de melhoramento e conservação dos solos com aplicação de adubos orgânicos e verdes, tenho observado que o conteúdo de matéria orgânica desempenha um papel primordial no melhoramento das propriedades físicas e químicas do solo, aumentando significativamente a granulometria e, desta maneira, favorecendo a porosidade total com o aumento no número de macroporos. Igualmente foi possível aumentar a disponibilidade do fósforo, assim como incrementar a capacidade de troca catiônica, entre outras características químicas do solo.

É sabido que a "camada vegetal" do solo, onde ocorrem variados fenômenos químicos, físicos e biológicos, representa o substrato ideal através do qual a planta absorve os componentes que não é capaz de sintetizar para o seu

crescimento e desenvolvimento. Para a formação desta camada, a matéria orgânica desempenha um papel importante, uma vez que de forma direta ou indireta afeta quase todas as propriedades e a cinética deste substrato.

A presença da matéria orgânica no solo é, portanto, um objetivo permanente que os produtores de arroz devem ter para garantir um cultivo sustentável e de alto rendimento. Assim, a rotação de culturas apresenta-se como forma segura e econômica para manter a fertilidade do solo.

Na conferência, Sousa et al. (1995) abordaram as vantagens das culturas em alternância, com altos potenciais de rendimentos e adaptação às condições de solos hidromórficos, caracterizados por baixa a moderada fertilidade, baixa disponibilidade de fósforo, baixo conteúdo de matéria orgânica e, em geral, baixos valores de pH. Considera-se então, como principal questão a ser resolvida, o estabelecimento ou a determinação da tecnologia adequada para a semeadura destas culturas em solos hidromórficos sob condições que permitam a manifestação de seus altos potenciais de rendimento.

Em Cuba, por exemplo, está sendo desenvolvida uma tecnologia nesse sentido, cujo princípio básico é o emprego do mesmo maquinário e implementos utilizados no cultivo do arroz. Esta técnica consiste em levantar camalhões, sobre os quais são semeadas as culturas, que se desenvolvem eficientemente, duplicando seus rendimentos em relação à semeadura realizada diretamente sobre a superfície do solo (Tabela 1).

**TABELA 1. Efeito do método de semeadura sobre o rendimento de culturas em alternância com o arroz.**

Cultura	Rendimento (t/ha)	
	Semeadura sobre camalhões	Semeadura sobre a superfície do solo
Soja V-9	2,2	1,1
Soja IGH-24	2,4	1,3
Feijão Comum	1,4	0,7
<i>Vigna radiata</i>	1,5	1,0

Fonte: Cabello et al. (1993).

Por outro lado, os resultados obtidos com o sistema de plantio direto, que permite reduzir os níveis de infestação de arroz-vermelho em 85%, poderiam ser considerados como uma alternativa nos países da América Latina e Caribe, devido à expansão desta planta daninha.

Igualmente, considera-se de extrema importância o sistema de cultivo com arroz pré-germinado, o qual poderia ter maior expansão em todos países da região que contam com suficiente disponibilidade de água. Estes resultados podem servir de elementos de discussão e reflexão na elaboração de estratégias futuras para a produção de arroz na América Latina e Caribe.

Para concluir, cabe assinalar outras experiências tecnológicas que se desenvolvem atualmente em Cuba. O efeito combinado de *Sesbania rostrata*, como adubo verde sem inoculação e o plantio da soja para grão, como cultivos precedentes sem aplicação de fertilizantes minerais, provocou aumentos no rendimento do arroz entre 1 e 2 t/ha, com redução de 50% da fertilização nitrogenada. A capacidade de troca catiônica e a disponibilidade do fósforo assimilável do solo foram aumentadas e ocorreu um ligeiro aumento no pH e no conteúdo de matéria orgânica do solo (Cabello et al., 1992, 1993).

Por outro lado, a utilização adequada de maquinário e implementos no preparo do solo em "fangueo" diminuiu o consumo de combustíveis entre 25 e 30% (Gutiérrez et al., 1993), proporcionando rendimentos superiores a 6 t de arroz em casca/ha com diminuição dos custos de produção.

Deve-se também assinalar que se encontra em fase avançada de pesquisa uma linha de trabalho relacionada com a germinação do arroz sob lâmina de água permanente, que contribui para a diminuição dos custos com água e herbicidas, permitindo adequado controle de plantas daninhas (Cruz & Galano, 1993).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, J.D.; FERRERA, R. Actividade microbiana en suelos erosionados con incorporación de diferentes insumos orgánicos en Tlaxcala, Méjico. In: ENCUESTRO NACIONAL DE AGRICULTURA ORGÁNICA - ISCAH, 1., 1993, Cuba. **Trabalho apresentado.**
- BELOBROV, V. Las propiedades físicas de los suelos y su importancia en la ciencia agrícola y la fitotecnia. In: SEMINARIO CIENTÍFICO INCA, 4., 1983. **Trabalho apresentado.**
- BRADY, N.C. *The nature and properties of soils.* 9.ed. New York: Macmillan, 1985. p.48-59.

- CABELLO, R.; RIVERO, L.; CASTILLO, D.; SANCHEZ, S.; HERNANDEZ, A.A. Efecto de la *Sesbania* ssp. como abono verde en su influencia sobre el rendimiento agrícola del arroz. *Arroz en el Caribe*, v.6, n.1, p.10-11, 1992.
- CABELLO, R.; RIVERO, L.; CASTILLO, D.; SANCHEZ, S.; HERNANDEZ, A.A. Efecto de la *Sesbania rostrata* y *Sesbania emerus* como abono verde en la reducción del nitrógeno en el arroz. In: ENCUENTRO NACIONAL DE AGRICULTURA ORGÁNICA - ISCAH, 1., 1993, Cuba. **Trabalho apresentado.**
- CASTILLO, D.; CABELLO, R.; PEÑA, J.L.; RIVERO, L. **Some preliminary data on organic manure and green manure incorporated to rice in an irrigated wetland rice-cropping system: INSURF trials crown at 1988-1989.** Havana, 1989.
- CRUZ, F.; GALANO, R. Tecnología de arroz sin aplicación de herbicidas. In: ENCUENTRO NACIONAL DE AGRICULTURA ORGÁNICA - ISCAH, 1., 1993, Cuba. **Trabalho apresentado.**
- DIAZ, G. **Valoración de los cambios que se producen en la densidad aparente, densidad real e porosidad del suelo debido al uso de cultivos alternantes con el arroz.** Cuba: INCA, 1986.
- FLORES, T. **Evaluación técnico-económica de la tecnología de aprovechamiento del suelo con dos siembras anuales del arroz o una con distintos procedentes culturales.** Cuba, 1984. Tese Graduação.
- GUTIÉRREZ, A.; SANCHEZ, S.; GONZALEZ, F. Reducción de los consumos de combustible en la preparación de tierra para el cultivo del arroz. In: FORUM DE CIENCIA Y TÉCNICA PROVINCIAL, 8., 1993, Havana, Cuba. **Trabalho apresentado.**
- IGLESIAS, L.; BERTOLI, M. **Las propiedades físicas del suelo e su influencia en los rendimientos de algunos cultivos económicos.** Havana: INCA, 1989. (Boletín, 1).
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Sustainable agriculture: green manure in rice farming.** Los Baños, 1988. 379p. (Proceedings of the Symposium on Sustainable Agriculture, Los Baños, 1987).

SHARMA, B.R.; KATOCH, K.K. Response of rainfed rice to post-planting soil management practices. **Abstracts on Tropical Agriculture**, Amsterdam, v.11, n.11, p.73, 1986.

SOUSA, R.O. de; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).

URRA, I.; FABREGAT, M.; CEA, M.E. Influencia de la rotación con terciopelo sobre la dinámica de la *Meloidogyne incognita*, la economía del nitrógeno y el rendimiento del frijol común. In: ENCUENTRO NACIONAL DE AGRICULTURA ORGÁNICA - ISCAH, 1., 1993, Cuba. **Trabalho apresentado.**

# INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO

Gustavo G. Arguissain<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Quando se busca intensificar um sistema de cultivo, o objetivo deve estar orientado a melhorar as causas que limitam a produção. Para isto é necessário analisar a situação atual em que se encontra o sistema, as alternativas de intensificação e a relação entre elas e o problema.

## SITUAÇÃO ATUAL

A conferência de Sousa et al. (1995) abordou as características gerais dos sistemas de cultivo de arroz na Região Sul do Brasil, cultivo este desenvolvido principalmente em solos hidromórficos. Uma drenagem natural deficiente, somada a uma baixa porosidade, fazem com que esses solos apresentem uma grande dificuldade de manejo, limitando sua produtividade.

O sistema de produção predominante é o agropastoril, no qual a pecuária é instalada depois do arroz e este último retorna a cada dois ou três anos. As operações de preparo indiscriminado expõem esses solos a deterioração de sua estrutura, agravando ainda mais o problema. A oferta forrageira do sistema pecuário baseia-se fundamentalmente no aproveitamento dos restos da cultura do arroz e da vegetação nativa produzida a partir deste cultivo, gerando baixos níveis de produtividade de carne.

Nesta zona de produção foram estabelecidas três alternativas de sistema de cultivo de arroz: rotação de culturas, plantio direto e semeadura de arroz pré-germinado.

### ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de cultivos de sequeiro e irrigado, somada à possibilidade de utilizar diferentes herbicidas, permitem reduzir o nível de infestação de plantas daninhas. Por outro lado, as informações produzidas por trabalhos realizados

<sup>1</sup> Pesquisador, Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA), Casilla de Correos nº 6, Concepción del Uruguay, Argentina.

pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (EMBRAPA-CPACT) demonstram que, através desta técnica, é possível obter rendimentos similares ao sistema tradicional ou com controle total de plantas daninhas.

#### . PLANTIO DIRETO

Este sistema, que apresenta as variantes de plantio direto, plantio direto com preparo de verão e cultivo mínimo, oferece as vantagens de controle do arroz vermelho e *Echinochloa* spp., permite redução de custos, pode ser utilizado em sistemas de rotação agropastoril e oferece uma melhor conservação do recurso solo. As desvantagens deste sistema se fundamentam na alta frequência de arrendamento, que limita a disponibilidade da área com maior antecipação para sua preparação.

#### . ARROZ PRÉ-GERMINADO

As vantagens deste sistema concentram-se principalmente na possibilidade do plantio de forma independente das condições climáticas, na diminuição do ciclo da cultura e no eficiente controle do arroz vermelho, requerendo uma sistematização que favorece um melhor manejo da irrigação.

#### A INTENSIFICAÇÃO

Conceitualmente, pode-se intensificar um sistema de produção orientando os esforços para (a) geração e adoção de nova tecnologia e (b) difusão e adoção de tecnologia existente. Por outro lado, a geração e adoção de tecnologia pode ter como finalidades: (1) elevar o nível de rendimento e (2) estabilizar os rendimentos em um nível aceitável de rentabilidade.

Com o objetivo de realizar uma análise, é apresentada como exemplo a Tabela 1, contendo a evolução da produção de arroz na Argentina. Da comparação entre os períodos, pode-se observar uma evolução de ambos os componentes da produção, estabelecendo-se 26% de aumento no rendimento e 30% na área cultivada. O incremento na área, assim como no rendimento, sugere a incorporação de tecnologia ao sistema de produção. A partir da década de 80 começa-se a utilizar, com maior frequência, fertilizantes e herbicidas e a dispor de métodos de nivelamento mais avançados, melhorando significativamente a sistematização. A incorporação de cultivares de maior potencial de rendimento também contribuiu para esta mudança nos últimos seis anos.

**TABELA 1. Rendimento e área cultivada com arroz na Argentina, apresentados em períodos quinquenais, entre os anos de 1974 e 1993.**

Período	Rendimento (kg/ha)	Área (1.000 ha)
1974/79	3.435	93,6
1979/84	3.537	97,6
1984/89	4.024	100,0
1989/93	4.341	121,6

Fonte: Bolsa de Cereales (1993).

Se, por outro lado, concentra-se a análise nos últimos quatro anos, os rendimentos foram de 3.782, 4.031, 5.208 e 4.346 kg/ha. A variabilidade existente supera marcadamente o incremento dos últimos 20 anos. A safra 1991/92 caracterizou-se por ser um ótimo ano para o arroz, mas indica também a sensibilidade do sistema a alterações climáticas.

Neste ano agrícola, a potencialidade de muitas fazendas superou 10 t/ha, podendo-se também afirmar que existe disponibilidade de tecnologia para atingir médias de rendimento nacional superiores às alcançadas. As condições climáticas que condicionam a irregularidade de rendimentos na Argentina, não afetam, necessariamente, na mesma forma, a produção na Região Sul do Brasil (Instituto Riograndense do Arroz, 1993). Não obstante a falta de estabilidade, esta zona pode ficar comprometida pela deterioração dos solos e pela baixa probabilidade de anexar novas áreas produtivas para substituir as anteriores.

Quanto à difusão de tecnologia, isto compreende não somente levar ao conhecimento do produtor aquela tecnologia que pode minimizar seus problemas, como também conseguir que a mesma seja adotada e aplicada corretamente. O assessoramento técnico é um insumo de intensificação, uma vez que sua ação permite maximizar a eficiência de outros insumos de produção, tais como herbicidas, fertilizantes, cultivares, etc. Kochhann & Denardin (1992) mencionam que uma das causas dos fracassos na implementação de práticas conservacionistas tem sido a falta de uma adequada difusão de tecnologia.

Por outro lado, apresentam-se situações onde a resolução de algum dos problemas gera uma nova limitante, para a qual não existe uma solução imediata. A geração de nova tecnologia cumpre aqui um papel fundamental, e a difusão do manejo adequado permite diminuir a lacuna entre o rendimento experimental e o rendimento de lavoura, o que constitui uma verdadeira intensificação do sistema.

Com referência à geração de tecnologia, o melhoramento genético tem sido uma ferramenta fundamental e de alto impacto para produzir mudanças significativas no sistema produtivo. É realmente desejável contar com uma

cultivar de arroz que reúna as condições de alto rendimento, excelente qualidade, rusticidade e resistência a doenças. Todavia, nem todas estas características correlacionam-se positivamente e, em geral, os materiais que apresentam um potencial de rendimento muito alto, não possuem qualidade ou são extremamente exigentes quanto às condições de cultivo. Por isso, acredita-se ser mais conveniente, de acordo com o postulado anteriormente, que a busca deve estar orientada à estabilidade de rendimento e qualidade.

O conceito de estabilidade foi considerado para um sistema estritamente arroteiro; entretanto, ao analisar sistemas mistos, como os estabelecidos para a Região Sul do Brasil, onde participam o arroz e a pecuária, ou um sistema agrícola em que o arroz não é o único produto, o conceito de estabilidade se amplia à complementação da atividade arroteira com outras atividades que permitam que o sistema, em seu conjunto, seja rentável.

O sistema de produção de arroz na província de Entre Rios, na Argentina, é eminentemente agropastoril; no entanto, a alta porcentagem de terras em arrendamento não permite estabelecer um sistema de rotação estável. O plantio de pastagens com avião (Bonilla & Grierson, 1982) sobre lotes destinados ao arroz permitiu ganhar um período em que a terra era subutilizada e somente existia um aproveitamento mínimo da comunidade seral, com características de baixo volume de forragem e pobre qualidade.

A incorporação do sistema de plantio direto do arroz favoreceu também a complementação com o sistema pecuário. A possibilidade de um período maior de utilização da área, previamente ao estabelecimento do cultivo de arroz, e a implantação de pastagens com este sistema permitem compor um modelo de rotação agropastoril mais estável que o anterior. A utilização do sistema de plantio direto permite implantar pastos a menor custo do que o sistema convencional, modificando, assim, o sistema de produção de carne. A diferença no ganho de carne ultrapassa 75 kg/ha, manejado sobre comunidade seral, e 224 kg/ha sobre sistema de pastagens (Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, 1993). A produção de arroz é favorecida pela melhor oportunidade de semeadura oferecida pelo sistema de plantio direto e pela complementação na utilização de fertilidade residual da rotação arroz-pastagem.

A complementaridade também pode ser encontrada no sistema agrícola, como, por exemplo, na rotação arroz-soja. A utilização de herbicidas gramínicos nesta última cultura permitiria reduzir substancialmente os custos deste insumo para o cultivo do arroz.

Em conclusão, é possível intensificar o sistema de produção de arroz irrigado através da difusão e adoção de tecnologia existente, o que permite obter uma maior eficiência dos insumos utilizados. A estabilidade do rendimento é uma condição necessária, contando-se, para isso, com novas técnicas já desenvolvidas e com a responsabilidade e o trabalho proporcionados pelos organismos de pesquisa.

## O PROBLEMA E AS ALTERNATIVAS

Tal como destacado na conferência de Sousa et al. (1995) e citado no início deste comentário, as condições de solo na Região Sul do Brasil são facilmente deterioradas pelas práticas inadequadas. Por outro lado, a busca da estabilidade de produção e a adequada difusão de tecnologia são colocadas como ferramentas úteis para intensificar o sistema.

As alternativas de sistemas de cultivo apresentadas oferecem alguns paliativos para que o processo de degradação não se torne tão severo; todavia, é necessário realizar a seguinte análise: o sistema de rotação estabelecido, da mesma forma que o sistema de plantio direto, também conta com a limitação de não poder ser aplicado em áreas arrendadas, pela dificuldade de sua implementação. É neste ponto que a difusão de tecnologia se faz necessária, para fazer chegar aos proprietários destas terras arrendadas a compreensão das vantagens que as mesmas apresentam para a conservação do solo, que é o componente principal de seu negócio. Por outro lado, o preparo do solo apresenta inconvenientes por gerar perda de estrutura física, reduzindo sua permeabilidade e favorecendo sua compactação, o que é negativo para o desenvolvimento de cultivos como a soja, o milho, etc. O sistema de plantio direto favorece a permeabilidade, melhorando condições de estrutura e fertilidade, tal como tem sido mostrado para muitos outros cultivos (Crovetto, 1992; Orellana, 1992; Sierra, 1992).

Seria conveniente implementar o sistema de plantio direto com rotação de culturas, para estabilizar a capacidade produtiva com a conseqüente manutenção da estrutura do solo, da fertilidade e controle de plantas daninhas. A diversificação permitiria adaptar às distintas condições de demanda do mercado. Uma nova questão surge sobre a adaptabilidade de genótipos de soja, sorgo, milho, etc. às condições de plantio direto nesses solos. Para tanto, a participação dos organismos de pesquisa é fundamental. O sistema de arroz pré-germinado permite anexar áreas com problemas de drenagem, tornando-as produtivas. O intenso preparo utilizado atua sobre o fator mais sensível do sistema: o solo (De Datta, 1981). A implementação do plantio de arroz pré-germinado sobre solos não trabalhados ("con-till"), conforme Evans (1993), pode resultar em uma alternativa para adaptar convenientemente este sistema às condições do Sul do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLSA DE CEREALES: Arroz. Número estadístico 1992/93. Buenos Aires, n.55, p.143-151, 1993.

- BONILLA, O.R.; GRIERSON, J.A. **Un sistema de producción de carne en rotación con arroz.** [s.l.]: Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger"/Estación Experimental del Este R.O.U., 1982. (Miscelanea, 48).
- CROVETTO, C. Doce años cero labranza: producción de maíz en rotación y análisis de algunos parámetros químicos, físicos e biológicos en suelos (alfisole) de la cordillera de la costa de Chile central. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA, 1., 1992, Córdoba, Argentina. **Trabalho apresentado.** [s.l.: s.n.]. p.180-192.
- DE DATTA, S.K. **Principles of rice production.** New York: John Wiley & Sons, 1981. p.259-296.
- EVANS, M. Con-till, farmers tell about their experiences. **Rice Journal**, Raleigh, v.15, p.11-13, 1993.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA. Programa Federal de Reconversión Productiva de la Mediana y Pequeña Empresa Rural. **Modelos mejorados de producción.** [s.l.]: INTA - C. del Uruguay, 1993. (Informe Interno).
- INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. Produção do arroz irrigado no Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.46, n.407, p.15-17, 1993.
- KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. Sistema de plantio direto no Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA, 1., 1992, Córdoba, Argentina. **Trabalho apresentado.** [s.l.: s.n.]. p.277-315.
- ORELLANA, J.A. de. Cambios edáficos inducidos por labranzas convencionales y en siembra directa. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA, 1., 1992, Córdoba, Argentina. **Trabalho apresentado.** [s.l.: s.n.]. p.252-276.
- SIERRA, C. Fertilidad de los suelos en cero labranza. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA, 1., 1992, Córdoba, Argentina. **Trabalho apresentado.** [s.l.: s.n.]. p.34-50.
- SOUSA, R.O. de; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).

# SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE ARROZ NO BAIXO SÃO FRANCISCO

Luiz C. G. Barros<sup>1</sup>  
Fernando G. da Silva<sup>1</sup>  
Antonio L. Castro<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A cultura do arroz no Nordeste do Brasil cobre 1.786 mil hectares, em sua grande maioria sob regime de sequeiro. Nos Estados onde predomina este sistema de cultivo, como o Maranhão e o Piauí, a produtividade situa-se em torno de 1.300 kg/ha (Anuário Estatístico do Brasil, 1992). Existe, entretanto, um potencial de solos de várzea ainda inexplorado, que permite a ampliação da área de arroz irrigado e a elevação da produtividade regional. O Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE) identificou 440 mil hectares de terras irrigáveis na região, situadas em margens de rios e reservatórios (SUDENE, 1986).

Em Estados como Alagoas, Sergipe e Pernambuco, onde a produção de arroz está concentrada em várzeas sob irrigação controlada nas terras marginais do rio São Francisco, a produtividade é superior a 3.000 kg/ha (Anuário Estatístico do Brasil, 1992). Outros pólos de desenvolvimento de arroz irrigado no Nordeste são: Baixo Jaguaribe, no Ceará, com 20.526 ha (Santos et al., 1993); Baixo Parnaíba, no Maranhão e Piauí, com 3.426 ha (Maffei & Souza, 1988); e Baixada Ocidental Maranhense que inicia o incentivo a essa cultura em 1.570 ha (Santos & Yokokura, 1993). A produção de arroz irrigado na Paraíba concentra-se nos perímetros irrigados do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), e no Rio Grande do Norte, na microrregião Açu-Apodi, que tem um potencial de 22 mil hectares de solos aluviais (Holanda et al., 1984).

A região do Baixo São Francisco, nos Estados de Alagoas e Sergipe, com uma área potencial de mais de 60 mil hectares para a rizicultura, destaca-se como área produtora de arroz irrigado no Nordeste pelos altos investimentos feitos pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF). Foram implantados cinco projetos públicos de irrigação que totalizam 9 mil hectares destinados ao plantio do arroz

---

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA/Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Alagoas S.A. (EPEAL), Caixa Postal 68, 57200-000 Penedo, AL, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador, EPEAL.

irrigado. Esses projetos preconizam a redistribuição e o uso intensivo da terra e da mão-de-obra, visando a geração de empregos e a elevação da renda líquida familiar para US\$ 1.930/ano. Essas condições permitiram o desenvolvimento na região de sistemas intensivos de produção de arroz em monocultivo e em consórcio com suínos e peixes, visando maximizar a renda líquida por unidade de área.

## CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO E DO SISTEMA PRODUTIVO

A região do Baixo São Francisco situa-se entre os paralelos 8 e 11° de latitude sul e os meridianos 36 e 38° de longitude, a Oeste do Meridiano de Greenwich. Sua altitude varia de 15 a 30 m acima do nível do mar e seu clima, segundo Köppen, é do tipo AS, tropical chuvoso com verão seco. As maiores precipitações ocorrem durante o mês de maio, estendendo-se o período chuvoso até julho, com uma precipitação anual de 900 a 1.200 mm. O período seco ocorre de setembro a fevereiro quando a precipitação média mensal é inferior a 30 mm.

A temperatura média anual varia de 22 a 28°C. Durante os meses mais quentes do período seco, a temperatura varia de 24 a 28°C e no período chuvoso, de 20 a 22°C, com mínima absoluta atingindo 10°C. A evaporação média anual oscila entre 1.000 e 1.200 mm, a umidade relativa média é 76% e a insolação, 2.700 h/ano.

A região é caracterizada principalmente pela extensão de vales úmidos inundáveis, de formação tipicamente aluvial e solos hidromórficos. Estes solos são moderadamente ácidos, apresentando pH em torno de 5,3 a 5,8 com soma de bases (S) normalmente elevada, acima de 9 meq/100 g nos horizontes superficiais, predominando o Ca<sup>++</sup> trocável. A capacidade de troca de cátions (T) varia entre 27 e 60 meq/100 g de solo. Os teores de P disponível são geralmente baixos, menores do que 5 ppm. A matéria orgânica do horizonte superficial varia de 2,5 a 5%, o N total, de 0,10-0,20, e a relação C/N em torno de 10 a 12. A salinidade e a condutividade hidráulica são baixas (0,50 cm/h), o que possibilita o cultivo do arroz (Fonseca et al., 1988). A má drenagem é associada ao alto conteúdo de argila e silte do solo, o qual apresenta textura argilosa na superfície e argilo-siltosa em profundidade.

A rizicultura no Baixo São Francisco sofreu grandes modificações no período de 1975/89. O cultivo tradicional do arroz, com base nas enchentes e vazantes do rio São Francisco, foi substituído gradativamente pelo sistema de produção com irrigação controlada, implantado pela CODEVASF na região. No período de 1975/84, a área colhida decresceu de 21.411 ha para

15.485 ha em decorrência do processo de desapropriação de terras e do funcionamento da barragem de Sobradinho. Ao regularizar a vazão do rio São Francisco à jusante, a barragem diminuiu a vazão do pique das enchentes, reduzindo, assim, a área inundada e plantada com arroz na região. Apesar disso, a produção de arroz manteve-se praticamente estável, devido ao aumento da produtividade na mesma proporção que o decréscimo da área.

No período de 1984/88, a área plantada, a produção e a produtividade do arroz apresentaram tendência de crescimento, refletindo a incorporação de novas áreas sob condições de irrigação e a melhoria do nível tecnológico na região (Figura 1). Nos últimos cinco anos (1989/93) houve uma tendência de decréscimo de área plantada e produtividade, devido às altas taxas de correção do capital, que provocaram inadimplências junto aos bancos oficiais, e à diminuição do uso da tecnologia disponível.

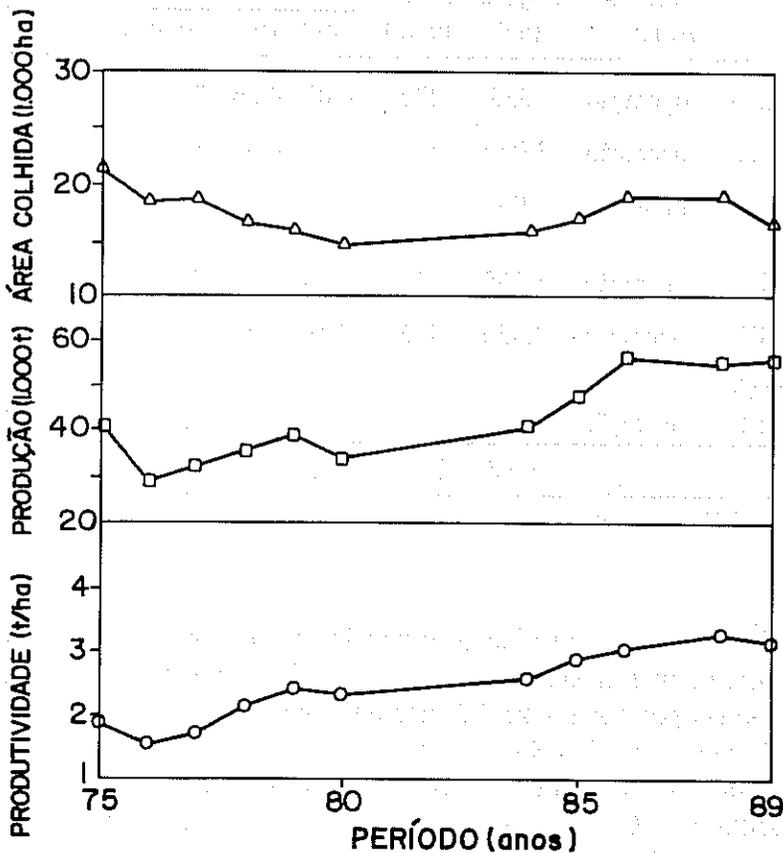


FIG. 1. Área colhida, produção e produtividade de arroz nos Estados de Alagoas e Sergipe no período de 1975/89.

A CODEVASF iniciou a implantação de projetos públicos de irrigação na região em 1972. Atualmente administra a operação de cinco projetos, que abrangem um total de 9 mil hectares distribuídos entre 2.251 famílias irrigantes, e está implantando o projeto Marituba, em Alagoas (Tabela 1). Todos os projetos em operação são divididos em lotes ou parcelas com área média de 4,0 ha ocupados por colonos da própria região, que utilizam mão-de-obra familiar na exploração da área.

**TABELA 1. Local de implantação, situação atual, área irrigável, número de lotes e produtividade dos projetos de irrigação de arroz da CODEVASF no Baixo São Francisco.**

Local do Projeto	Situação Atual	Área Irrigável (ha)	Nº de Lotes (unid.)	Produtividade (t/ha)					
				1987	1988	1989	1990	1991	1992
Itiuba, AL	operação	833	220	4,02	4,56	3,57	4,14	3,86	3,80
Boacica, AL	operação	3.049	675	4,21	4,32	3,36	3,75	2,66	4,24
Marituba, AL	implant.	(3.000)	-	-	-	-	-	-	-
Propriá, SE	operação	1.105	311	3,15	3,25	2,98	3,44	3,62	1,49
Betume, SE	operação	2.850	753	3,19	3,65	3,42	3,85	3,97	3,99
Cotinguiba/ Pindoba, SE	operação	1.163	292	2,35	2,13	2,49	3,05	3,21	2,85
Total	-	9.000	2.251						

Fonte: CODEVASF (1978).

O sistema de produção utilizado nesses projetos é baseado no transplantio ou na semeadura direta à lanço. No primeiro usa-se o transplante de três mudas por cova, com 30 dias de idade, em espaçamento irregular e densidade em torno de 480 mil plantas por hectare. No segundo utiliza-se uma densidade de semeadura de 100 a 150 kg de sementes/ha. As cultivares mais usadas são CICA 8, Metica 1 e Diamante, atualmente em fase de lançamento (Fonseca et al., 1988).

Após o transplantio ou a semeadura, o solo é inundado com uma lâmina contínua de 5 cm, aumentada até 15 cm com o crescimento do arroz. A fertilização é feita com fósforo no plantio (30-60 kg/ha) e nitrogênio (60-

90 kg/ha) dividido em duas aplicações. A colheita ocorre de 125 a 135 dias após a semeadura, sendo realizada manual ou mecanicamente com colhedora. A produtividade de grãos nas áreas irrigadas situa-se entre 2.500 e 4.500 kg/ha.

Esse sistema contrasta com os sistemas de produção descritos na conferência de Sousa et al. (1995) e, por conseguinte, apresenta alternativas também distintas para intensificação e solução dos problemas encontrados.

## SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO

### . CULTIVO DUPLO

O alto conteúdo de argila e a má drenagem dos solos de várzea da região dificultam sua utilização para o cultivo de sequeiro e a rotação com arroz. O fator solo, aliado às condições favoráveis de clima, disponibilidade hídrica, possibilidade de emprego da mão-de-obra regional e melhoria do nível de rendimento do pequeno rizicultor, propiciaram o cultivo de duas safras anuais de arroz na região.

Considerando todos os fatores como favoráveis, as principais dificuldades à implantação do cultivo duplo foram: selecionar cultivares de arroz de ciclo curto ou médio e estabelecer um calendário compatível com o preparo do solo e a colheita das duas safras em época seca, facilitando essas operações e evitando perdas na produção ou qualidade dos grãos. A introdução das cultivares CICA 8, EPEAL-101 e EPEAL-102, de ciclo mais curto que a tradicional SUVALE-1-70, viabilizou o cultivo duplo na região (Soares et al., 1982).

Foi estabelecido, assim, que a sementeira para a safra de inverno (primeira) deve ser iniciada em março/abril e, para a safra de verão (segunda), em setembro/outubro. Para realização de apenas uma safra anual, a sementeira deve ser iniciada em maio/junho (Figura 2).

O uso do cultivo duplo no Baixo São Francisco cresceu gradativamente com o amadurecimento físico de cada projeto. O projeto Propriá atingiu um coeficiente de utilização do solo de 1,67 em 1985, porque foi o primeiro a ser implantado na região. Por sua vez, o projeto Itiúba atingiu 1,9 em 1989, significando que 90% da área do projeto foi cultivada duas vezes nesse ano. Os projetos localizados em áreas mais baixas, como o Boacica, têm dificuldade de realizar duas safras em toda a área, devido ao risco de ocorrência de enchentes localizadas durante o inverno. Daí, seus baixos valores de coeficientes de utilização do solo (Tabela 2). Para o Boacica é recomendado apenas um cultivo anual de arroz, com exploração da soca nas áreas mais baixas (CODEVASF, 1978).

**TABELA 2. Coeficientes de utilização de solo dos projetos de irrigação de arroz do Baixo São Francisco, no período de 1987/92.**

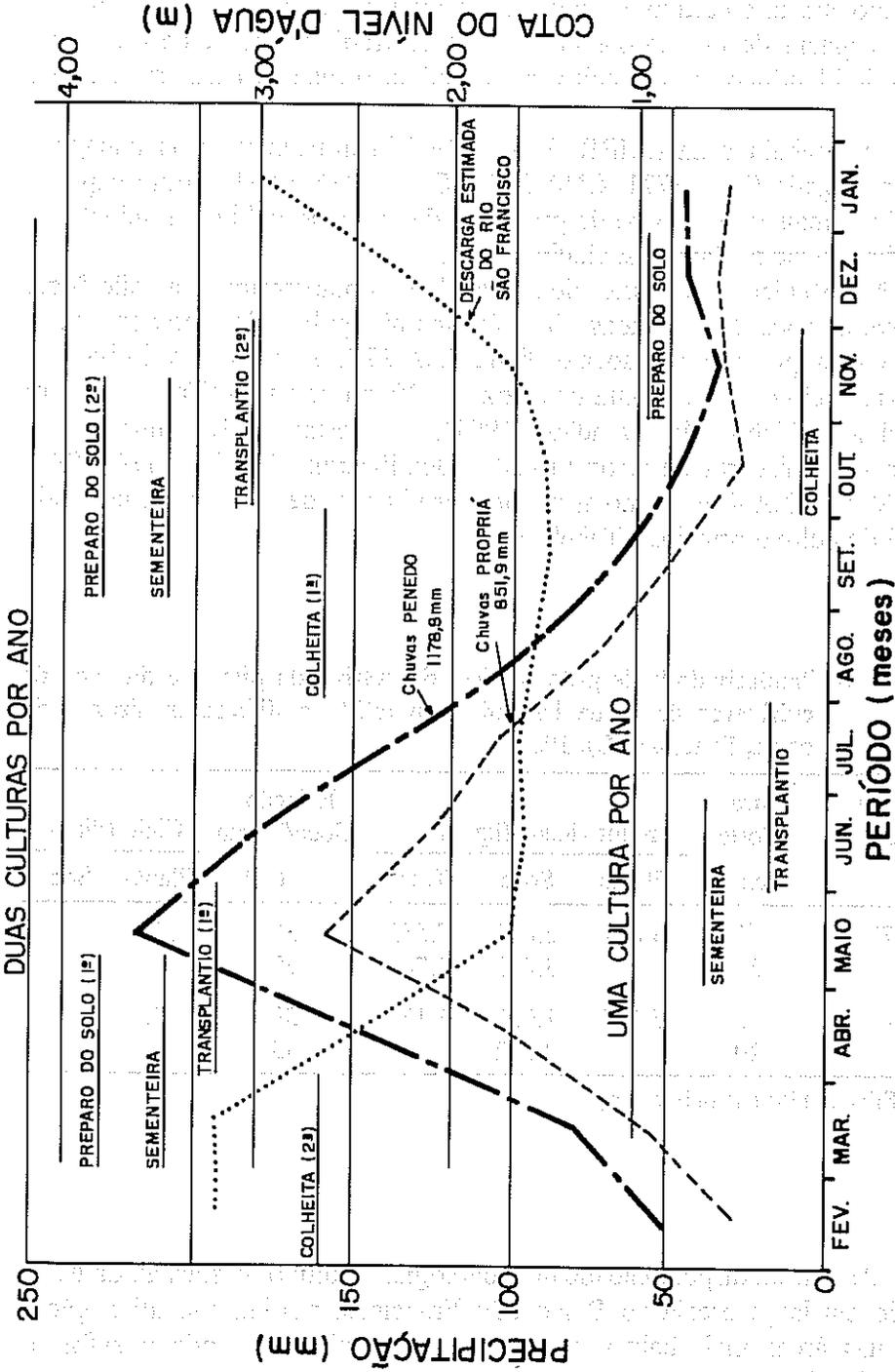
Local do Projeto	Área Irrigável (ha)	Nº de Lotes (unid.)	Coeficiente de Utilização de Solo					
			1987	1988	1989	1990	1991	1992
Itiúba, AL	833	220	1,23	1,48	1,90	1,39	2,23	0,95
Boacica, AL	3.049	675	0,79	1,35	0,30	0,80	0,44	0,74
Propriá, SE	1.105	311	0,78	1,20	0,77	0,76	0,76	1,17
Betume, SE	2.850	753	0,75	0,81	0,67	0,51	0,54	0,35
Cotinguiba/Pindoba, SE	1.163	292	0,44	0,68	0,43	0,39	0,48	0,78
Total	9.000	2.251	-	-	-	-	-	-

Fonte: CODEVASF (1978).

O cultivo duplo na região consiste de duas safras consecutivas de arroz no mesmo ano agrícola e varia conforme o sistema de plantio utilizado. No transplântio, o preparo de solo é normal e o manejo similar nos dois cultivos. Na semeadura direta, entretanto, o preparo do solo é normal apenas no primeiro cultivo e pode ser mínimo ou sem preparo no segundo. Atualmente, devido a restrições financeiras, os colonos que usam semeadura direta estão reduzindo o preparo de solo do primeiro cultivo a uma passagem da grade aradora e simplesmente inundam o solo para a o segundo cultivo, à semelhança do que se faz no Mato Grosso do Sul sob o nome de "Tigüera" (Darós, 1989). Esse manejo tem reduzido a produtividade nos projetos de irrigação da região.

#### . CULTIVO DA SOCA

O cultivo da soca surge como uma opção para intensificar o cultivo do arroz no Baixo São Francisco. Deve-se considerar, entretanto, que o sucesso dessa exploração depende, entre outros fatores, da capacidade de rebrote da cultivar, da altura de corte da planta, do manejo da água após o corte e da fertilização nitrogenada.



**FIG. 2. Práticas de cultivo do arroz, precipitação e cota do rio no Baixo São Francisco.**

No Brasil, o cultivo da soca foi abandonado em alguns locais, devido à baixa capacidade de rebrote das cultivares tradicionais. A pesquisa, no entanto, já identificou novas cultivares e definiu o manejo para este tipo de cultivo.

Em trabalhos da EMBRAPA-CNPAP identificaram-se as linhagens de arroz irrigado CNA 3771, CNA 3922, CNA 3946 e RJ10 como capazes de produzir mais do que 60% da produção de grãos do cultivo principal, em 83-87 dias de ciclo (Santos & Gadini, 1986).

Na Região Nordeste, dois trabalhos comprovaram a eficiência produtiva da soca. Em Alagoas, Silva (dados não publicados) comprovou o bom potencial produtivo de soca da linha CNA 3771 e a maior produtividade promovida pelo corte da planta de arroz aos 20 cm de altura (Tabela 3). Em Pernambuco, Uchoa & Brandão (1991), ao testarem 16 linhagens e cultivares promissoras de arroz irrigado, identificaram P 1377, CNA 3897, CNA 4897 e CNA 4899 como as maiores produtoras de soca, atingindo mais de 45% do cultivo principal (Tabela 4).

**TABELA 3. Produtividade de grãos e ciclo do cultivo da planta e da soca de cultivares de arroz irrigado submetido a diferentes alturas de corte, Penedo (AL), 1987.**

Cultivar ou Linhagem	Altura de Corte (cm)	Produtividade (kg/ha)			Relação Soca/Planta (%)	Ciclo (dias)	
		Planta	Soca	Total		Planta	Soca
CNA 3771	5	4.871	2.681	7.552	55	131	62
	20		3.833	8.704	78		
CICA 8	5	5.145	1.992	7.137	39	135	72
	20		2.232	7.466	43		

Fonte: Silva (dados não publicados).

Apesar da disponibilidade de tecnologia, o cultivo da soca ainda não é adotado em larga escala no Baixo São Francisco; porém, sua utilização é viável nas áreas mais baixas dos projetos de irrigação, onde a safra de inverno é arriscada.

**TABELA 4. Produtividade de grãos e ciclo do cultivo da planta e da soca de 16 cultivares de arroz irrigado no Submédio São Francisco, Belém do São Francisco (PE), 1987/88.**

Cultivar ou Linhagem	Produtividade (kg/ha)			Relação Soca/Planta (%)	Ciclo (dias)	
	Planta	Soca	Total		Planta	Soca
Metica 1	11.055	4.212	15.267	38,1	134	91
CNA 4897	10.629	4.894	15.523	46,0	135	76
CNA 4893	10.503	3.312	13.815	31,5	143	84
CNA 3870	10.300	4.700	15.000	45,6	144	84
CNA 4212	10.120	4.978	15.098	49,2	141	76
IR 8	10.012	4.678	14.690	46,7	145	76
CICA 8	9.989	4.644	14.633	46,5	148	69
P 1342	9.883	4.250	14.133	43,0	145	63
CNA 3916	9.859	2.650	12.509	26,9	139	91
05 SUDAP	9.828	3.928	13.756	40,0	146	69
CNA 4899	9.636	4.800	14.436	49,8	144	69
CNA 3897	9.558	4.816	14.374	50,4	144	63
CNA 3776	9.489	1.819	11.308	19,2	150	91
CNA 3814	9.348	4.506	13.854	48,2	137	84
CNA 3753	8.917	3.747	12.664	42,0	143	69
P 1377	8.768	4.719	13.487	53,8	137	76
Média	9.868	4.166	14.034	42,2	142	77
C.V. (%)	7,32	22,9	-	-	-	-

Fonte: Uchoa & Brandão (1991).

Um exemplo de exploração intensiva da soca do arroz verifica-se no Texas, Estados Unidos, onde esse sistema é utilizado em 50% da área cultivada com arroz. Vale destacar, contudo, que uma boa produção de soca depende de um bom desenvolvimento vegetativo radicular do cultivo principal, pois o desenvolvimento dos perfilhos da soca depende do sistema radicular da planta-mãe e dos colmos para fornecimento de nutrientes durante os 21 dias após a colheita (Chauhan et al., 1985).

## . CONSÓRCIO COM PEIXE E SUÍNO

O estudo do consórcio do arroz com peixes e suínos na região do Baixo São Francisco surgiu com a necessidade de aumento da renda do pequeno rizicultor, reduzida nos últimos anos pelo descompasso entre o aumento dos custos e do preço do produto.

Um trabalho inicial foi conduzido na região para testar o sistema de rizipiscicultura (Barros et al., 1982). Nesse sistema, 4% da área foi reservada para escavação de um refúgio para peixes, colocados na área de arroz para se alimentarem e crescerem junto com a cultura. Foi usada uma taxa de lotação de 2 mil alevinos (5g) de carpa (*Ciprinus carpio*) por hectare. A rizipiscicultura, entretanto, apresentou menor margem bruta que a rizicultura devido à baixa taxa de sobrevivência dos alevinos (40%), do curto período de tempo dos peixes na lavoura (82 dias) e da conseqüente baixa produtividade de peixes (Tabela 5). Pedroso & Silva (1980) também observaram baixa produtividade de peixes na rizipiscicultura no Rio Grande do Sul.

**TABELA 5. Produtividade, despesas, receitas e margem bruta dos sistemas de produção de arroz irrigado, Projeto Betume, Neópolis (SE), 1979.**

Sistema de Produção	Produtividade (kg/ha)		Despesas* (Cr\$)	Receitas* (Cr\$)	Margem Bruta* (Cr\$)
	Arroz	Peixe			
Rizicultura	4.950	-	258.056	524.660	266.604
Rizipiscicultura	4.400	49	267.733	492.957	225.224

Fonte: Barros et al. (1982).

\* Cotação do dólar em 24/02/94: US\$ 1 = Cr\$ 605,53.

O suíno foi introduzido no sistema de produção de arroz como fonte de alimentação para os peixes. Seus dejetos têm sido referidos como causa do aumento da produção de arroz (Castagnolli & Cirino, 1986) e de peixe (Silva & Albuquerque, 1988). O sistema de suinorizipiscicultura foi testado pela pesquisa em 1988 (Castro et al., 1995). Nesse sistema, 5.000 m<sup>2</sup> foram explorados com arroz, 4.900 m<sup>2</sup> com peixes, em um viveiro com 0,75 m de profundidade média, e 100 m<sup>2</sup> com suínos. As taxas de lotação utilizadas foram de 100 suínos e 10 mil alevinos de curimatã pacu (*Prochilodus marginatus* L.) por hectare de viveiro.

Os suínos foram alimentados à base de farelo de soja, milho e arroz e núcleo vitamínico-mineral com 16 e 13% de proteína bruta, nas fases de crescimento e terminação, respectivamente. Os peixes receberam somente dejetos de suínos, e o arroz foi fertilizado apenas com descargas quinzenais da água do viveiro.

Os resultados evidenciaram que o consórcio apresentou uma rentabilidade menor (Cr\$ 0,30) do que a do arroz isolado, que foi de Cr\$ 0,63 por unidade de capital do custo operacional. Devido à maior produtividade obtida pelo consórcio, a margem bruta, no entanto, foi 9,7 vezes maior que a do arroz isolado (Tabela 6), evidenciando que, para pequenos produtores, o consórcio promove significativo aumento de renda por unidade de área.

**TABELA 6. Análise financeira\* dos sistemas de produção de arroz isolado e do consórcio arroz, peixe e suínos, Penedo (AL), 1988/90.**

Sistema de Produção	Custo Operacional (Cr\$ 1,00)	Receita (Cr\$ 1,00)	Margem Bruta (Cr\$ 1,00)	Rentabilidade
Arroz Isolado	258.056	422.282	164.226	0,63
<b>Consórcio</b>	<b>5.263.612</b>	<b>6.858.722</b>	<b>1.595.111</b>	<b>0,30</b>
. Arroz	104.582	209.937	105.355	1,00
. Peixe	164.717	1.010.555	845.836	5,13
. Suínos	4.994.313	5.486.752	492.439	0,09

Fonte: Castro et al. (1995).

\* Os custos e receitas foram atualizados e convertidos em dólar: US\$ 1 = Cr\$ 605,53 (fev. 94).

## . ANÁLISE ECONÔMICA DOS SISTEMAS

A análise econômica dos sistemas de produção de arroz evidenciam que os sistemas de cultivo intensivo apresentam uma rentabilidade maior que a do primeiro cultivo. Ramos (1982), em boas condições de manejo do solo e da cultura, identificou o cultivo da soca e o segundo cultivo sem preparo de solo como aqueles que apresentaram maior taxa de retorno (195% e 160%, respectivamente). Darós (1989) testou, no Mato Grosso do Sul, alguns sistemas intensivos de produção de arroz, mas, devido a problemas de preparo de solo do segundo plantio, as produtividades obtidas foram baixas.

Nessas condições, o cultivo único com a CICA 8, na época recomendada, propiciou a maior receita líquida em 1985/86; contudo, não diferiu estatisticamente de um segundo cultivo com soca ou com segundo cultivo sem preparo do solo ("Tiguera") em 1986/87.

Utilizando os dados dos trabalhos de Ramos (1982) e Castro et al. (1995), observa-se, ao comparar a margem bruta e rentabilidade dos sistemas testados atualizados, que os sistemas de cultivo intensivo com soca e um segundo cultivo sem preparo de solo apresentaram melhor rentabilidade (Tabela 7). Contudo, a margem bruta da suinorizipiscicultura foi três vezes maior que a destes sistemas.

**TABELA 7. Análise financeira\* dos sistemas de produção de arroz em cultivo único, intensivo e suinorizipiscicultura, 1994.**

Sistema de Produção	Custo Operacional (Cr\$ 1,00)	Receita (Cr\$ 1,00)	Margem Bruta (Cr\$ 1,00)	Rentabilidade
Cultivo único	248.090	543.688	295.598	1,19
Suinorizipiscicultura	5.263.612	6.858.722	1.595.111	0,30
<b>Cultivos intensivos**</b>				
Cultivo duplo c/PN	485.624	992.362	506.738	1,04
Cultivo duplo c/PN + PM	464.510	965.970	501.460	1,08
Cultivo duplo c/PN + NP	422.282	950.134	527.852	1,25
Cultivo duplo c/PN + Soca	369.496	907.906	538.410	1,45

Fonte: Ramos (1982) e Castro et al. (1995).

\* Os custos e receitas foram atualizados e convertidos em dólar: US\$ 1 = Cr\$ 605,53 (fev. 94).

\*\* PN = Preparo normal, PM = preparo mínimo, NP = nenhum preparo.

## CONCLUSÕES

Sempre que as condições de solo e clima sejam favoráveis, o cultivo intensivo de arroz irrigado deve ser preferido ao cultivo único, como meio de aumentar a rentabilidade da rizicultura.

Entre os sistemas intensivos de cultivo, o primeiro cultivo, com preparo normal seguido de soca, ou segundo, sem preparo de solo, são os sistemas que propiciam melhor rentabilidade e uma margem bruta em média duas vezes maior que a do cultivo único.

A suinorizipiscicultura, apesar de apresentar a pior rentabilidade, gera uma margem bruta três vezes maior que a dos cultivos intensivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.52, 1992.
- BARROS, L.C.G.; PORTO, E.R.; SOARES, S.F.; SIQUEIRA FILHO, P.R. Arroz irrigado no Baixo São Francisco. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v.35, n.335, p.56-57, 1982.
- CASTAGNOLLI, N.; CIRINO, J.E.P. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Monde, 1986. p.1, 131-132.
- CASTRO, A.L.; RAMOS, N.G.; ALBUQUERQUE, S.D.; BARBOSA, J.H. **Sistema de produção para consorciação de suínos com peixe e arroz**. Maceió: EPEAL, 1995. 12p. (EPEAL. Boletim de Pesquisa, 5).
- CHAUHAN, J.S.; VERGARA, B.S.; LOPEZ, F.S.S. Rice ratoon crop roots systems. *International Rice Research Newsletter*, Manila, v.10, n.2, p.24-25, 1985.
- CODEVASF. **Projeto de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. II**. Resumo e conclusões. Brasília, 1978. 100p.
- DARÓS, R. **A viabilidade econômica do duplo cultivo do arroz irrigado no Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMPAER, 1989. 26p. (EMPAER. Boletim de Pesquisa, 7).
- FONSECA, L.; BARBOSA, M.P.; ESPINOSA, W. **Arroz irrigado: sistema de produção para a região do Baixo São Francisco: recomendações técnicas**. Brasília: PROINE, 1988. 118p.
- HOLANDA, J.S. de; ALVES, M.C.S.; MEDEIROS, A.A. de; SANTOS, M. da G.F.M. **Recomendação de cultivares de arroz para cultivo irrigado no Vale do Baixo Açu**. Natal: EMPARN, 1984. 10p.
- 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.

- PEDROSO, B.A.; SILVA, J.C. da. Comportamento de carpas (*Cyprinus carpio* L.) em lavoura de arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ, 10., 1980, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: IRGA, 1980. p.113-116.
- RAMOS, M. Cultivo intensivo de arroz irrigado em algumas regiões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.6, p.883-888, 1982.
- SANTOS, A.B. dos; GADINI, F. Exploração da soca do arroz irrigado. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.26, p.40, 1986.
- SANTOS, F.J. dos; 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 de arroz irrigado na Baixada Maranhense**. São Luís: EMAPA, 1993. 12p.
- SILVA, F.G. da. **Efeito da altura de corte e cultivares na produção da soca**. (Não publicado).
- SILVA, M.S.; ALBUQUERQUE, A.A.A. **Aspectos gerais para a prática da piscicultura em Alagoas**. Brasília: CODEVASF, 1988. p.19-20.
- SOUSA, R.O. de; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S. Sistemas de cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).
- SOARES, S.F.; BARROS, L.C.G.; LEMOS, J.W.V. **Competição de cultivares de arroz irrigado na região do Baixo São Francisco**. Maceió: EPEAL, 1982. 3p.
- SUDENE. **Programa de Irrigação do Nordeste: 1986/1990**. Recife, 1986. 300p.
- UCHOA, B.F.; BRANDÃO, R.C. **Estudo preliminar da soca em genótipos de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) nas condições do Submédio São Francisco**. Recife: IPA, 1991. 3p.

**TEMA: INTEGRAÇÃO DE MERCADOS E DIVERSIFICAÇÃO  
DO CONSUMO DE ARROZ**



# **PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA: ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O FUTURO**

Edgardo R. Moscardi<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

Este trabalho é resultado de algumas reflexões sobre o futuro da produção e do comércio de arroz na América Latina. Apresenta inicialmente uma breve análise do retorno econômico dos últimos anos e do impacto ocorrido na agricultura em geral. A seguir, destaca-se o aumento significativo da importância deste alimento básico para a região, bem como os avanços obtidos em produtividade, comparados aos dos países da Ásia.

Na caracterização da comercialização são ressaltadas duas características relevantes: a redução dos preços reais, como tendência de longo prazo, e a instabilidade nos preços mundiais.

São também abordados neste trabalho os parâmetros considerados fundamentais para que a América Latina possa responder aos desafios de aumento de produção para atendimento da demanda futura. Finalmente, é esboçado um perfil de organização de pesquisa que agrega pontos fortes em nível nacional e internacional, que pode contribuir mais efetivamente para o avanço tecnológico da cultura do arroz na América Latina.

## **TENDÊNCIAS ECONÔMICAS PARA A AMÉRICA LATINA E SEU IMPACTO SOBRE A AGRICULTURA**

Os programas de ajuste e os processos concomitantes de integração regional são, sem dúvida, os dois principais temas econômicos a serem analisados no que concerne ao impacto sobre a agricultura da América Latina. A análise destes programas para a região pode ser realizada em três etapas (Piñeiro, 1993).

Uma primeira etapa consistiu em atacar os sintomas da crise econômica da década de 80, também conhecida como “década perdida”. Do ponto de vista formal, a crise foi desencadeada por problemas derivados do endividamento externo e da incapacidade de alguns países em saldar os juros da dívida.

---

<sup>1</sup> Representante do Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas (IICA), Apartado Aereo 14592, Santafé de Bogotá, Colômbia.

Certamente, a inflação foi o sintoma fundamental que motivou as medidas de política econômica colocadas em andamento. Os instrumentos desta primeira etapa consistiram no manejo restritivo da política monetária e no esforço deliberado para controlar o déficit fiscal como determinante principal da inflação. As políticas foram essencialmente orientadas para controlar o gasto público, implicando, portanto, na intervenção do Estado.

Neste contexto, a primeira etapa do ajuste não acarretou consequências maiores sobre a agricultura na América Latina, que resistiu bastante bem às políticas recessivas.

A segunda etapa do ajuste consistiu em atacar as causas estruturais que haviam originado a crise da década de 80. Estas causas estavam embasadas em mercados fechados, responsáveis por muitas ineficiências nos setores produtivos, tanto agrícola como industrial, e na excessiva intervenção do Estado sobre a economia, não somente sob o ponto de vista normativo e de prestação de serviços, como também na estrutura produtiva. Nesta etapa, os instrumentos centrais foram a abertura comercial, a integração regional, o ordenamento fiscal e o começo das privatizações e da desregulamentação do Estado em geral. Este período teve um impacto extramamente negativo sobre a agricultura, porque significou a desproteção de alguns subsectores da produção e o enfraquecimento dos serviços públicos para a agricultura como assistência técnica, crédito e comercialização.

O desenvolvimento dos programas de liberação comercial e integração (Pacto Andino G-3, Mercosul e acordos bilaterais) teve ritmos distintos em cada país. A redução de tarifas oficiais se estendeu ao setor agropecuário e alguns países adotaram o mecanismo de faixas de preços como instrumento de estabilização e proteção próprio do setor agropecuário. A execução destes programas coincidiu também, em alguns casos, com um fortalecimento da balança de pagamentos e conseqüente acumulação de reservas internacionais, gerando processos de revalorização das moedas locais.

O impacto desta série de medidas sobre o setor agropecuário foi bastante evidente. Ao iniciar-se a abertura, as maiores distorções de preços encontravam-se nos produtos agrícolas, especialmente oleaginosas, cereais e leite, como conseqüência dos altos subsídios concedidos pelos países desenvolvidos. Neste panorama de distorções e competência desleal, a reduzida margem de proteção outorgada pelas bandas de preços não foi suficiente para beneficiar o setor. Simultaneamente, os setores de exportação (principalmente café e algodão) viram-se prejudicados, em primeiro lugar pela deterioração nos preços internacionais e em segundo, pela valorização real.

Os diferentes países da América Latina tiveram experiências e preocupações distintas quanto ao impacto e à gravidade das conseqüências desta segunda etapa do ajuste sobre a agricultura. As questões relacionadas ao

aumento da pobreza rural, à deterioração dos recursos naturais e ao desenvolvimento de produções competitivas provocaram diferentes tipos de medidas de política agrícola nos países da região. México e Colômbia parecem dirigir-se a uma política setorial integral para a agricultura. Sem dúvida, trata-se de dois países onde tradicionalmente o setor agropecuário tem tido grande transcendência social, e onde esta política setorial é requerida como condição necessária à sustentabilidade dos modelos político e econômico de abertura. Em outros países, como Chile e Argentina, a resposta é diferente, e fala-se mais de investimentos em infra-estrutura, irrigação por exemplo, e de alguns programas de caráter social para a agricultura, que não garantem necessariamente a rentabilidade básica requerida por processo de crescimento sustentável e equitativo.

A terceira etapa do ajuste, também chamada etapa do “pós-ajuste”, tem como objetivo principal a busca da competitividade a longo prazo, ou da competitividade estrutural. Este processo implica fundamentalmente em dois instrumentos principais: a reestruturação econômica setorial, como continuação da global, e a configuração final do papel do Estado. O objetivo da competitividade estrutural relaciona-se com os investimentos nas áreas de educação universitária e de pós-graduação, nos sistemas de comunicação e transporte e no desenvolvimento da infra-estrutura tecnológica, entre outros.

Nesta etapa apresentam-se oportunidades e desafios à agricultura para ingressar nos mercados regionais e internacionais e converter-se novamente em importante setor de crescimento e rentabilidade econômica. As perguntas fundamentais desta etapa concentram-se em torno dos seguintes temas: quais são os setores da agricultura e do sistema agroalimentício mais competitivos a longo prazo; que programas de transição são necessários para os setores e/ou regiões que têm tido ou terão dificuldades; como melhorar os processos políticos e sociais para dar segurança aos investimentos relativos ao campo, entre outros.

A abertura econômica e a integração têm trazido novos desafios para a agricultura dos países da região. Muitos setores descobriram que sendo “eficientes”, não eram competitivos internacionalmente, e viram-se afetados pela entrada de produtos estrangeiros. A competitividade agropecuária tem três componentes fundamentais:

- (1) Custos comparativos ou eficiência relativa, o que, em Economia, denomina-se de “vantagem comparativa”.  
Custos de produção, fortemente influenciados pelas tecnologias de redução de custos.  
Custos de mercado e transporte, fortemente influenciados pela infra-estrutura de estradas, portuária e de comunicações.
- (2) Taxas de câmbio, aspecto fundamental da política macroeconômica.
- (3) Políticas agrícolas e comerciais, tanto nacionais como estrangeiras.

## CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ARROZ

A Ásia produz e consome mais de 90% do arroz do mundo, com oito países gerando cerca de 80% do produto nessa região.

O aumento total da produção de arroz na América Latina, estimado para o ano 2030, é menor que a metade da produção atual de arroz da Indonésia. Em uma escala global, o arroz é um fenômeno eminentemente asiático, continente em que está concentrado o maior número de pobres do mundo (Tabela 1), e onde o arroz fornece mais de 60% do total de calorias na dieta de alguns países. No Panamá, país da América Latina em que o arroz constitui o alimento mais importante no que refere a calorias, esta contribuição é de 33%.

**TABELA 1. Distribuição atual e projetada da população pobre, em escala mundial.**

Região	População pobre* (x 1000)		% População pobre em relação ao total de cada região		% População pobre em relação ao total mundial	
	1985	2000	1985	2000	1985	2000
África subsahariana	184	304	48	50	13	27
Oeste Ásia/Norte África	60	89	31	31	6	8
Sul da Ásia	532	511	52	37	51	46
Sudeste e leste da Ásia	182	73	13	4	17	7
América Latina	87	126	22	25	8	11
Europa	5	4	7	6	1	0
Total	1051	1107	31	24	100	100

\*Assumindo como linha de pobreza renda anual inferior a US\$ 350, em 1985.

Fonte: World Bank (1992).

Na América Latina, o consumo de arroz - produto relativamente novo na dieta - tem tido um aumento notável, passando de 14 kg "per capita", no período 1924/28, para 45 kg, em 1988/90. O consumo "per capita" mundial é de 97 kg/ano. Embora o arroz seja, proporcionalmente, mais importante na dieta dos segmentos mais pobres, seu consumo, em geral, tem aumentado com a renda "per capita", indicando que ainda existe uma elasticidade-renda positiva na região. O fato de que a elasticidade-renda para arroz e outros alimentos básicos tende a declinar à medida que aumenta a renda "per capita" é bastante conhecido. É muito provável que em alguns países com alta renda "per capita" e rápido desenvolvimento, tais como Japão, Taiwan, Singapura e Malásia na Ásia, ocorram elasticidades-renda negativas para o arroz até finais deste século. Tal fenômeno deverá ocorrer também em alguns países da América Latina.

Comparando a produção média de arroz dos períodos 1966/68 e 1988/90, verifica-se um crescimento de 2,8% ao ano na América Latina, com um componente de aumento de rendimento de 1,7% e outro de expansão de área cultivada de 1,1%. Esse comportamento global é similar ao observado na Ásia, exceto no que refere ao componente de aumento no rendimento, que foi de 2,3% ao ano.

Com relação aos ecossistemas de produção de arroz na América Latina, encontram-se dois ambientes típicos: o favorável, ou irrigado, e o menos favorável, ou de sequeiro. Excluindo o Brasil, mais de dois terços da área com arroz, no período 1988/90, foram cultivados sob irrigação. Incluindo o Brasil, somente um terço da área encontra-se sob irrigação. Quanto à produção, as cifras são as seguintes: excluindo o Brasil, 78% da produção vem de áreas irrigadas; incluindo o Brasil, esta contribuição é de 60%.

A Tabela 2 ilustra a variabilidade dos rendimentos, tanto entre quanto dentre os ecossistemas, nos países da região que cultivam mais de 150 mil hectares de arroz. Sob sequeiro, existem ambientes sem restrições de água e bons solos, em que germoplasma de arroz desenvolvido para condições irrigadas comporta-se bastante bem - este é o caso da Colômbia. Já o sequeiro do Brasil tem outras condições e problemas que se refletem através dos baixos rendimentos relativos obtidos.

**TABELA 2. Área e rendimento da cultura do arroz em países da América Latina com mais de 150 mil hectares de área cultivada.**

País	Área Total (ha x 1.000)	Ecossistema (ha x 1000)		Rendimento (t/ha)	
		Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
Brasil	5.052	960	4.090	4,80	1,34
Colômbia	462	308	154	4,90	3,15
Cuba	166	166	-	3,06	-
Equador	275	147	128	3,65	2,00
Peru	206	166	40	5,64	3,12
Total	6.161	1.747	4.414	4,41	2,40

Fonte: Centro Internacional de Agricultura Tropical (1992).

## CARACTERIZAÇÃO DO COMÉRCIO DE ARROZ

Quase todo o arroz é consumido nos países em que é produzido. Com isso, menos de 5% do total da produção mundial ingressa no comércio internacional. O comércio global de produtos agrícolas gira ao redor de 11%, em média, chegando a 25% para o trigo. Entre todos os cereais, o arroz possui a mais baixa relação comércio internacional/produção.

Duas características relacionadas com as tendências nos preços mundiais costumam ser mencionadas para arroz. Uma delas é a redução no preço real, como tendência a longo prazo, e a outra é a instabilidade ou variação nos preços mundiais através do tempo (Figura 1). Com relação à primeira característica, apesar de ter sido revertida nos últimos anos e, mais recentemente, com a abertura do Japão, o arroz compartilha com o resto da produção agrícola este declínio nos preços. No período 1980/84, a taxa de redução nos preços reais dos produtos agrícolas primários foi de 0,5% a 0,7% ao ano. Uma parte importante dessa redução nos preços deve-se à geração e difusão das novas tecnologias de produção. A outra, ao "dumping" nas exportações por parte dos Estados Unidos e Europa, que constitui, seguramente, a causa mais relevante para a situação de preços nos mercados internacionais nos últimos anos. Não obstante, o argumento mais importante que explica o declínio real nos preços, a longo prazo, é a taxa de câmbio tecnológico global na agricultura (Schuh, 1993).

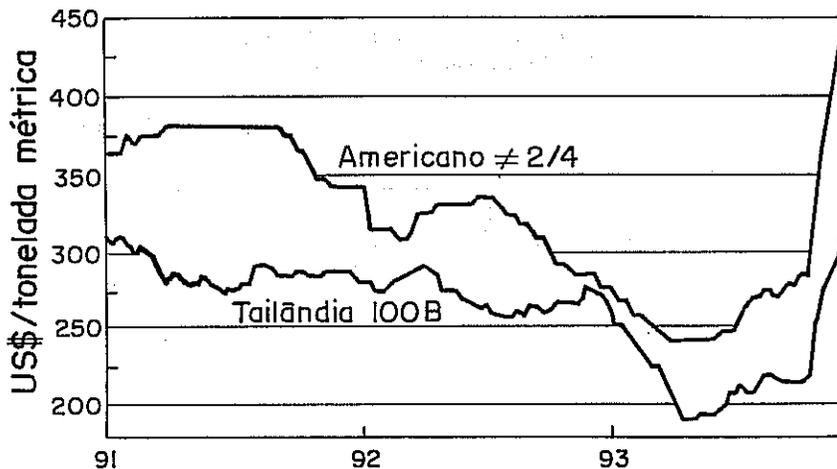


FIG. 1. Variação do preço do arroz (US\$/tonelada métrica), em nível mundial, tomando como referência os tipos Americanos  $\neq$  2/4 e o Tailandês 100B (agosto de 1991 a novembro de 1993).

Apesar das diferentes formas de intervenção governamental, resultando em economias mais abertas, a redução nos preços dos alimentos transmite-se quase completamente em nível dos países. Como os preços são determinados marginalmente, um comércio internacional de arroz de apenas 5% é suficiente para que os preços sejam transmitidos. Com os produtos não comercializados internacionalmente, o mecanismo de redução de preços dos produtos é o de “factor-price equalization” (Mundlak, 1993).

A segunda característica assinalada, qual seja, a baixa relação comércio/produção observada para o arroz, é incontestavelmente a causa principal da instabilidade nos preços mundiais. As importações de arroz por parte dos países explicam-se mais com base no déficit, ou escassez ocasional de produção, do que pela dificuldade de produzi-lo localmente ou de importá-lo. Conseqüentemente, o mercado internacional do arroz é um mercado residual, o que explica amplamente a instabilidade nos preços. Uma conduta similar é observada em alguns países exportadores, que o fazem quando apresentam superávits ou excedente de produção sobre o consumo doméstico, devendo exportar pequenas quantidades, muitas vezes com prejuízo, seja devido aos custos internos ou diferença entre os preços pagos aos produtores e aqueles do mercado internacional.

Na Tabela 3 estão expostos os dados relativos ao comércio internacional de arroz, no período 1990/94, nos países exportadores e importadores mais importantes no contexto de América Latina. Observa-se que, durante os últimos anos, a região tem mantido um déficit de produção próximo a 1 milhão de toneladas por ano.

## **DESAFIOS RELACIONADOS À PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA**

Os desafios para a região encontram-se tanto na produção quanto na comercialização de arroz. Com relação à produção, a questão fundamental é como atingir a demanda projetada para o futuro, o que requer a definição de estratégias de investimento, tanto em pesquisa como em infra-estrutura física para a produção. A demanda projetada para arroz na América Latina tem uma taxa de crescimento anual estimada em 2,4%, para o período 1987/2005, e de 1,3%, para 2006/30 (Consultative Group on International Agricultural Research, 1993).

**TABELA 3. Exportações e importações no período 1990/94 (t x 1000).**

Pais	1990	1991	1992	1993	1994
<b>Exportador</b>					
Tailândia	3.938	3.988	4.776	4.300	4.600
Estados Unidos	2.420	2.197	2.106	2.500	2.800
Vietnã	1.670	1.048	1.914	1.900	2.000
Argentina	53	75	250	175	170
Uruguai	288	260	300	350	400
Total Mundial	11.661	12.009	14.037	13.933	15.375
<b>Importador</b>					
Japão	11	34	17	220	1.800
Taiwan	850	585	950	1.050	750
Comunid. Europ.	500	481	463	575	625
Brasil	493	776	450	480	545
Cuba	238	264	136	200	250
Haiti	112	103	136	140	140
México	148	173	385	400	400
Peru	233	340	325	220	300
Jamaica	75	69	79	75	75

Fonte: World Grain Situation and Outlook (1993).

Tais valores pressupõem uma demanda projetada para 2030 próxima a 40 milhões de toneladas, o que comparado à produção atual de 18 milhões de toneladas implica em mais do que duplicação. Os aumentos em área cultivada e rendimento para alcançar essa produção têm sido estimados da seguinte maneira:

Ecossistema	Período 1986/88 (atual)	Ano 2030 (níveis indicativos)
Área (milhões de ha)	7, 9	9, 1
Rendimento (t/ha)	2, 3	4, 3
Produção (milhões de t)	18, 4	38, 8

Fonte: Consultative Group on International Agricultural Research (1993).

Por sua vez, os aumentos estimados no potencial de rendimento para alcançar a média de 4,3 t/ha, em nível de cada ecossistema para a América Latina, são os seguintes:

Ecossistema	Período 1986/88 (t/ha)		Ano 2030 (t/ha)	
	Rendimento atual	Potencial de rendimento	Potencial de rendimento	Rendimento projetado
Irrigado	4,0	9,5	13,0	8,5
Várzea úmida	2,5	7,0	8,0	3,4
Sequeiro	1,2	4,5	5,0	2,0

Fonte: Consultative Group on International Agricultural Research (1993).

A expansão em área cultivada (1,2 milhão de hectares) para alcançar a produção total projetada é estimada da seguinte forma: 200 mil hectares irrigados, 200 mil hectares sob várzea úmida e 800 mil hectares sob sequeiro desfavorecido.

Somente 11% do aumento projetado em produção são provenientes de aumento da área cultivada; assim, o maior esforço estaria concentrado no aumento do rendimento ou intensificação da produção nas áreas existentes.

Não obstante estas estimativas acerca da forma de obtenção dos aumentos projetados de produção, existe ainda espaço para discussão, especialmente sobre a área potencial sob irrigação. Embora para alguns autores seja bastante improvável a expansão da área irrigada para responder às demandas futuras por alimentos (Crosson & Anderson, 1992), o potencial para a expansão na América Latina é bastante significativo, como indicam as seguintes estimativas:

Região	Área atual sob irrigação (ha)	Área potencial sob irrigação (ha)	Incremento potencial (%)
México e América Central	7.035	2.865	41
América do Sul	9.200	20.000	217

Fonte: World Bank (1990).

Os investimentos necessários, tanto para desenvolver novas áreas irrigadas como para reabilitar e/ou manter eficientes as existentes, terão que ser analisados "vis-à-vis" com outras oportunidades sociais de investimento em nossos países. A intensificação da produção em ecossistemas frágeis ou ambientes marginais apresenta desafios importantes também no que diz respeito a custos da pesquisa e à sustentabilidade dos recursos naturais.

Os desafios para a comercialização são tanto nacionais quanto regionais ou internacionais. Em nível de cada país, são poucos os sistemas de comercialização modernos e eficientes, muitos dos quais se encontram em plena

transformação diante da retirada do Estado neste campo. O setor privado seguramente deverá cumprir um papel importante nesta matéria, em particular através das associações de produtores, que podem desempenhar funções diversas, como melhoria nas atividades de intercâmbio, nos serviços comerciais e de apoio à compra e venda. A Federação de Arrozeiros da Colômbia (FEDEARROZ) absorve atualmente 17% da produção colombiana através dos três engenhos de sua propriedade em diferentes pontos do país.

Com economias mais abertas, impõe-se uma maior especialização na produção entre países, sendo pouco provável que todos eles possam ser auto-suficientes na produção de alimentos. A América Latina, como região, tem atualmente um déficit de 1 milhão de toneladas anuais na produção de arroz. O critério de exportação de excedentes, ou compras devido a quedas eventuais na produção doméstica de arroz em alguns países, afeta a renda dos produtores e a estabilidade dos preços internacionais. Tem sido assinalado que estes problemas podem ser minimizados com o desenvolvimento de bolsas de produtos agropecuários em cada país, buscando assim uma organização de grau superior que permita operações comerciais entre bolsas em um sistema regional e/ou internacional (Lizarazu, 1993).

## **INVESTIMENTOS EM PESQUISA DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA**

O progresso tecnológico tem sido apontado como o tema de mais alta prioridade para futuros aumentos na produção de alimentos. O caso particular do arroz reveste-se de especial significado, por ser este o principal alimento dos segmentos mais pobres da população do mundo. O aumento estimado no potencial de rendimento e os esforços para cobrir a brecha entre os níveis atuais e potenciais de produtividade determinam a necessidade de uma inversão sustentada e eficiente na geração e uso de tecnologia para o arroz.

Na Caracterização do Comércio de Arroz foi feita referência aos termos de intercâmbio desfavoráveis que enfrentam os países da América Latina, como conseqüência da redução dos preços internacionais para os produtos do setor. Afirmou-se também que, a longo prazo, a causa mais importante que explica a redução nos preços reais dos alimentos é a taxa de câmbio tecnológico global na agricultura. Por que, então, estimular o progresso tecnológico, se este prejudica a agricultura através da redução de preços? Porque basicamente os retornos econômicos das inovações tecnológicas são positivos. Os produtores aumentam a produção agropecuária, apesar dos preços reais diminuírem, porque as novas tecnologias fazem com que essa produção adicional seja rentável. Se novas tecnologias não são geradas e incorporadas à produção, a competitividade diminui e o país perde. Dessa forma, os produtores e, finalmente, os países são forçados a modernizarem-se e a mudança tecnológica é transmitida. Se um

país, ou uma região, possui uma alta taxa de câmbio tecnológico (e, conseqüentemente, uma melhora constante na produtividade dos recursos empregados), superior à vigente na economia internacional, esse país ou essa região poderia beneficiar-se mesmo com termos de intercâmbio desfavoráveis.

Os processos de ajuste econômico que tiveram lugar têm afetado também as estruturas da pesquisa, estimulando a busca de esquemas mais eficientes com participação crescente do setor privado. A pesquisa para arroz na América Latina é uma combinação de esforços nacionais e internacionais. Cada um dos 25 países produtores de arroz possui uma certa capacidade de pesquisa para este cereal, organizada em algum tipo de Programa Nacional. Além disso, existem diferentes organizações de produtores, companhias privadas, universidades e organizações não governamentais que contribuem de alguma forma com a pesquisa em arroz (Zeigler & Cuevas-Perez, 1989; Cuevas-Perez et al., 1992). Finalmente, existe a pesquisa internacional que chega à região através do CIAT e do IRRI, e que tem tido o impacto em nível mundial conhecido por todos.

A questão fundamental proposta nos últimos anos refere-se a uma melhor organização para utilizar os escassos recursos e as capacidades nacionais e internacionais na pesquisa arrozeira, para obter um maior impacto na produção. O sistema internacional, patrocinado pelo Grupo Consultivo para a Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR), tem sofrido limitações orçamentárias significativas nos últimos anos, o que tem levado ao corte e/ou fechamento de algumas atividades e obrigado a repensar o esquema de pesquisa arrozeira na América Latina.

Como subsídio para esse "repensar" do esquema de pesquisa em arroz, apresentam-se, a seguir, algumas reflexões sobre os sistemas internacional e nacionais.

#### **. A PESQUISA PATROCINADA PELO CGIAR**

O sistema do CGIAR destina aproximadamente US\$ 39 milhões por ano para as pesquisas em arroz conduzidas no IRRI, WARDA, CIAT e IITA. Este montante representa cerca de 6% do total dos recursos que os países em desenvolvimento investem em pesquisa com arroz. Na Tabela 4 estão expostos os dados referentes à distribuição mundial da população total, população pobre, produção de arroz, inversões do CGIAR e intensidade de pesquisa para arroz, em cada uma das grandes regiões mundiais. Se as necessidades da China são incorporadas as do resto da Ásia, é claro que a atual dotação de fundos do CGIAR para essa região é apenas suficiente. O que mais chama a atenção é a dotação para a região do Subsaara Africano, tanto pela porcentagem de dotação dos fundos como pela intensidade de pesquisa, que supera significativamente o esperado, dadas as características dessa região.

**TABELA 4. Distribuição regional de algumas variáveis relevantes e dotação do CGIAR para 1991.**

Região	Distribuição da população (%)	Distribuição da população pobre (%)	Distribuição da produção de arroz (%)	Inversões do CGIAR em arroz (%)	Intensidade da pesquisa do CGIAR com arroz (US\$ 0,01/t)
Ásia (s/ China)	40	53	56	65,6	10,3
China	29	19	38	-	-
Subsahara Africano	12	16	2	29,4	104,6
América Latina e Caribe	11	6	4	10,7	22,2
Oeste da Ásia e norte da África	8	5	1	2,3	18,6

Fonte: Consultative Group on International Agricultural Research (1993).

No trabalho do Consultative Group on International Agricultural Research (1993) não se parte da premissa que a intensidade da pesquisa deva ser uniforme através das regiões. As diferenças podem vir de muitos fatores, tais como: heterogeneidade dos sistemas de produção, impactos ambientais, grau em que a pesquisa em uma região gera resultados úteis para outra, inversões anteriores e probabilidade de êxito. Contudo, diferenças tão acentuadas despertam a suspeita de uma dotação ineficiente, com uma perda líquida para a produção global de arroz, como concluído no trabalho mencionado. O Comitê de Assessoramento Técnico (TAC), grupo especializado de apoio ao CGIAR, recomendou um incremento moderado das prioridades para a Ásia e conseqüente redução para o Subsahara Africano. Neste esquema não é esperado um aumento relativo da dotação de fundos para a pesquisa com arroz na América Latina, mas sim o contrário, o que já vem sucedendo, dadas as restrições financeiras apontadas em nível do CGIAR.

Outro ponto interessante para ser analisado, além do balanço regional, é o balanço da dotação de fundos por ecossistema. De acordo com as projeções de demanda a nível mundial, cerca de 80% dos aumentos requeridos em produção de arroz devem vir de sistemas irrigados e 20% de sistemas de sequeiro. Entretanto, a nível global, o CGIAR destina mais de 50% dos recursos para pesquisa aos sistemas de produção de arroz sob sequeiro.

Na Tabela 5 são apresentados os valores referentes à dotação de fundos, a partir do orçamento central do CGIAR, por região, por ecossistema e por instituição, para 1991. Para a América Latina, pelo menos até 1991, quase 60% dos US\$ 4,2 milhões destinavam-se à pesquisa de arroz irrigado. Recentemente, com os cortes e realocações, houve uma redução relativa e absoluta dos recursos de pesquisa do CGIAR para arroz irrigado na América Latina.

**TABELA 5. Dotação orçamentária do CGIAR em pesquisa de arroz, por região, por ecossistema e por instituição (em milhões de dólares, em 1991).**

Região	Ecossistema	Instituição				Total
		IRRI	CIAT	IITA	WARDA	
Ásia	Irigado	10,30				10,30
	Várzea úmida	7,00				7,00
	Sequeiro	5,20				5,20
	Águas profundas	3,30				3,30
	<b>Subtotal</b>	<b>25,80</b>	-	-	-	<b>25,80</b>
Sub-sahara Africano	Irigado	0,75		-	2,35	3,10
	Várzea úmida	0,30		0,11	1,54	1,95
	Sequeiro	0,35		0,11	1,95	2,41
	Águas profundas	0,10		-	0,87	0,97
	<b>Subtotal</b>	<b>1,50</b>	-	<b>0,22</b>	<b>6,71</b>	<b>8,43</b>
América Latina e Caribe	Irigado	0,90	1,60			2,50
	Várzea úmida	0,30	0,55			0,85
	Sequeiro	0,30	0,55			0,85
	<b>Subtotal</b>	<b>1,50</b>	<b>2,70</b>		-	<b>4,20</b>
Oeste da Ásia e norte da África	Irigado	0,90	-	-	-	0,90
<b>TOTAL</b>		<b>29,70</b>	<b>2,70</b>	<b>0,22</b>	<b>6,71</b>	<b>39,33</b>

Fonte: Consultative Group on International Agricultural Research (1993).

Esta realocação dos fundos do CGIAR para ambientes menos favoráveis merece uma discussão adicional, dadas a estrutura da produção arrozeira na América Latina - excluindo o Brasil, quase 80% do produto vêm do arroz irrigado - e as perspectivas futuras de expandir a agricultura irrigada.

Quatro argumentos podem ser destacados em apoio à realocação de recursos de pesquisa dos ambientes mais favoráveis aos menos favoráveis (Byerlee & Bohn, s.d.):

- (1) Os retornos da pesquisa em ambientes marginais podem agora ser maiores que nos favoráveis, pois os incrementos de produtividade dos investimentos em ambientes favoráveis estão declinando.
- (2) Uma grande porcentagem da população depende de ambientes desfavoráveis para sua sobrevivência e a pressão devido ao aumento da população força a migração para essas áreas.

- (3) Os habitantes dos ambientes marginais muitas vezes pertencem aos grupos mais pobres da população; assim, um aumento dos recursos de pesquisa para essas áreas é justificado com base na equidade.
- (4) Muitos ambientes marginais caracterizam-se pela fragilidade de sua base de recursos, sendo necessários esforços especiais para desenvolver tecnologias de produção que sustentem ou melhorem essa base de recursos a longo prazo.

Este documento não tem por objetivo apresentar alguma conclusão acerca da racionalidade da alocação de recursos em nível de CGIAR. Neste tipo de pesquisa internacional, as prioridades de pesquisa e a conseqüente alocação de recursos estão fortemente influenciadas pela comunidade doadora, e os programas de pesquisas dos países em desenvolvimento não têm tido tradicionalmente muita força nessas decisões. Desde o ponto de vista do delineamento de políticas de pesquisa, em adição às considerações apontadas, deve-se levar em conta que, para cada região particular, o nível de investimento em pesquisa para ambientes marginais deve ser compatível com: (1) o valor da produção nesses ambientes; (2) o tamanho e nível relativo de pobreza da população que habita essas áreas; e (3) a probabilidade de êxito do progresso tecnológico para obter uma produção sustentada.

Certamente, os ambientes marginais merecem atenção. Mas, no que se refere à alocação de recursos de pesquisa, sua importância deve ser examinada em perspectiva, devido à maior importância dos ambientes favoráveis.

#### **. PESQUISA NOS PROGRAMAS NACIONAIS**

A discussão deste tópico gira em torno das possibilidades de se alcançar uma maior eficiência para a pesquisa de arroz na América Latina. Como citado anteriormente, cada um dos 25 países produtores de arroz na região possui uma certa capacidade de pesquisa em arroz, ainda que somente cinco deles cultivem mais de 150 mil hectares. Provavelmente, essas capacidades estão distribuídas entre melhoramento genético, proteção e manejo do cultivo do arroz. Sendo o arroz um cereal relativamente insensível, do ponto de vista agroclimático, tal como o trigo, a discussão que se segue estará concentrada no melhoramento genético.

As Figuras 2 e 3 mostram, para o período 1966/90, a porcentagem das cultivares melhoradas de trigo, arroz e milho, atualmente em cultivo nos países em desenvolvimento, que provêm de cruzamentos realizados nos centros internacionais do CGIAR ou de cruzamentos realizados pelos programas nacionais usando progenitores originados nos centros internacionais. Os padrões são distintos para cada cultura, mas o importante é comparar esses

comportamentos com o que se poderia esperar sob diferentes hipóteses. Por exemplo, sob a hipótese de que os programas nacionais pudessem chegar a substituir a pesquisa internacional em melhoramento genético de arroz, poder-se-ia esperar que, com o tempo, a porcentagem de cultivares originárias de cruzamentos realizados pelos centros internacionais se reduziria. Isto é o que efetivamente acontece com o arroz, uma vez que a porcentagem de 28%, no período 1966/70, foi reduzida para 11%, no período 1986/90. Sob a mesma hipótese, poder-se-ia esperar que a porcentagem de cultivares originárias de cruzamentos realizados pelos programas nacionais, mesmo com materiais ou germoplasma existentes nos centros internacionais, aumentaria com o tempo. Pela Figura 3 verifica-se que para arroz isto é verdadeiro para os períodos 1966/70 e 1976/80, após o que a porcentagem diminui, indicando um enfraquecimento dos programas nacionais, seja por redução no financiamento e/ou capital humano ou por ineficiências próprias do melhoramento genético.

Seria prematuro extrair qualquer conclusão definitiva desta discussão. Em primeiro lugar, porque seguramente existem diferenças regionais marcantes na maneira com que os programas nacionais fazem uso da tecnologia gerada nos centros internacionais e, em segundo lugar, porque há que categorizar as cultivares melhoradas por ecossistema. Não obstante, é possível esboçar algumas linhas de análise para o futuro.

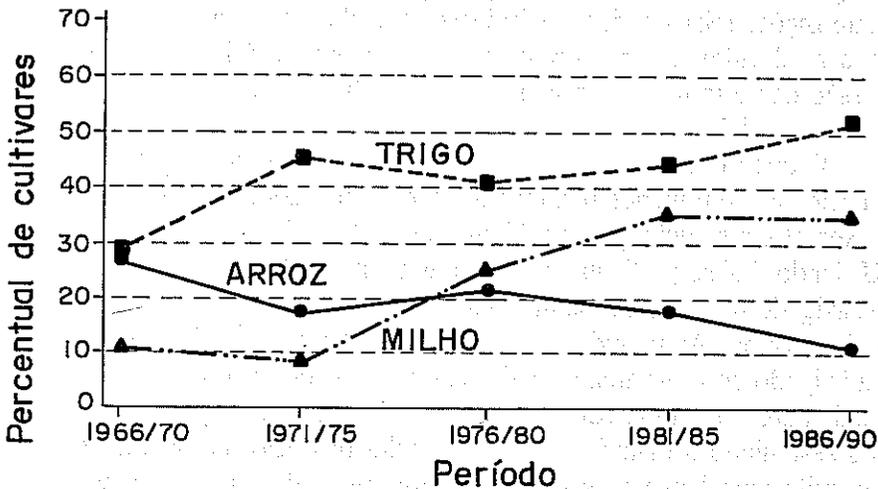
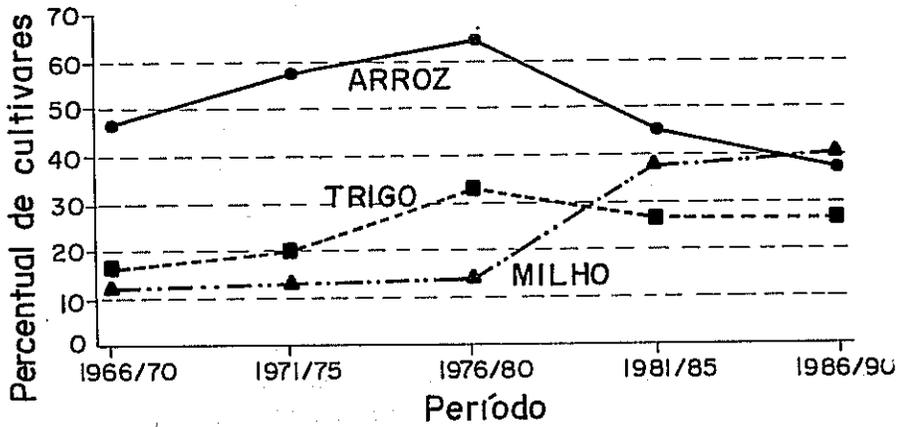


FIG. 2. Percentual das cultivares em países em desenvolvimento originadas de cruzamentos realizados em centros internacionais de pesquisa (1966/90).  
Fonte: Byerlee & Bohn (s.d.).



**FIG. 3.** Percentual das cultivares em países em desenvolvimento originadas de cruzamentos realizados por programas nacionais com progenitores originários de centros internacionais (1966/90). Fonte: Byerlee & Bohn (s.d.).

Na Figura 4 é apresentado um esquema que estabelece diferentes estratégias de organização de pesquisa para arroz, com dois cenários e duas pressuposições relacionados à existência de ganhos de eficiência com programas mais centralizados de melhoramento. O esquema é útil tão somente para a discussão das estratégias e suas implicações e não pretende ser um guia para a tomada de decisões.

O quadro mais realista parece ser um cenário com a presença de centros internacionais com menos recursos do que no passado, com o CIAT buscando, por exemplo, a solução para problemas específicos ("hoja blanca", brusone) e o IRRI dando ênfase particularmente ao aumento do potencial de rendimento de arroz irrigado na Ásia, mas com "spill overs" (disseminações) importantes para a América Latina. Assumindo a existência de alguns ganhos em eficiência para arroz irrigado com programas mais centralizados de melhoramento, a estratégia indicada parece ser uma consolidação de programas nacionais, com um ou dois países assumindo a maioria das responsabilidades pelo melhoramento genético, em estreita vinculação com o IRRI, e uma rede eficiente de provas regionais. Supondo que o maior número dos materiais produzidos para o ecossistema de arroz irrigado se comporte razoavelmente bem para condições de várzea úmida e de sequeiro favorecido, ficaria pendente a pesquisa para sequeiro desfavorecido. No Brasil, país em que este ecossistema é mais importante na América Latina, deveria concentrar-se a maior parte da pesquisa para arroz de sequeiro, com

algum apoio técnico e financeiro do CIAT e do IRRI, é uma rede de testes regionais para os países onde este ecossistema fosse relevante. Neste esquema, o setor privado desempenharia um papel importante, tanto no financiamento parcial da pesquisa como na montagem e execução de redes como a Rede Internacional de Avaliação Genética de Arroz (INGER).

Certamente, uma organização regional para a pesquisa com arroz como a sugerida necessita de uma maior discussão em relação a sua economia política. Apesar dos esforços de integração recentes, os limites políticos entre as nações seguem existindo, assim como as preocupações em torno da segurança alimentar e da dependência tecnológica. Não obstante, a globalização da economia e as pressões para melhorar a competitividade demandam a maior eficiência possível para o progresso tecnológico, com o objetivo de melhorar a taxa global de câmbio técnico e controlar os termos de intercâmbio desfavoráveis que enfrentam os setores agropecuários na América Latina.

<b>A. Cenário com Centros Internacionais</b>	<b>A.1</b>	Com ganhos em eficiência por programas centralizados de melhoramento. <b>Estratégia:</b> Melhoramento centralizado nos centros internacionais com locais-chave de testes nos países.
	<b>A.2</b>	Sem ganhos em eficiência. <b>Estratégia:</b> Conjunta entre centros internacionais e programas nacionais, com cultivares provenientes de cruzamentos realizados em ambos os tipos de instituição.
<b>B. Cenário sem Centros Internacionais</b>	<b>B.1</b>	Com ganhos em eficiência por programas centralizados de melhoramento. <b>Estratégia:</b> Consolidação e racionalização dos programas nacionais existentes em programas regionais centralizados e locais de testes.
	<b>B.2</b>	Sem ganhos em eficiência. <b>Estratégia:</b> Cada programa nacional tem seu próprio programa de cruzamento com intercâmbio entre os países através de redes.

**FIG. 4.** Esquema de organização regional de pesquisa em arroz com dois cenários e duas suposições.

Um esquema regional mais eficiente de melhoramento genético de arroz permitiria que os países liberassem mais recursos aos aspectos de controle e manejo. Para culturas como o arroz, em que já ocorreu um progresso técnico considerável, existem tecnologias de manejo para melhorar a produtividade, mas estas são muito mais exigentes em informação e adestramento e mais local-específicas do que as tecnologias originais do primeiro período da Revolução Verde. No período considerado "Post Green Revolution", o objetivo principal é promover uma maior eficiência técnica na produção, como, por exemplo, obter maiores rendimentos sem aumentar o uso de insumos, através de uma aplicação mais coordenada e oportuna dos mesmos, com o menor dano possível ao meio ambiente e à base de recursos naturais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BYERLEE, D.; BOHN, A. **Are there economies of scale in wheat breeding?** México: CIMMYT, [s.d.]. (Miscellaneous Paper).

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Trends in CIAT commodities 1992.** Cali, 1992. 272p. (CIAT. Working Document, 111).

CONSULTATIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH. Technical Advisory Committee. **Investment in rice research in the CGIAR: a global perspective.** Washington, 1993. 90p.

CROSSON, P.; ANDERSON, J.R. **Resources and global food prospects: supply and demand for cereals to 2030.** Washington: The World Bank, 1992. (Technical Paper, 184).

CUEVAS-PEREZ, F.; GUIMARÃES, E.; MARTINEZ, C. Status of rice improvement in Latin America and the Caribbean. In: **INTERNATIONAL RICE CONFERENCE FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 8., 1991, Tabasco. Proceedings.** Cali: CIAT, 1992. p.13-28.

LIZARAZU, L.J. **Establecimiento de una red de bolsas de productos y su integración para incrementar el comercio.** San José: IICA, 1993. (Publicación Miscelánea. Programa IV).

MUNDLAK, Y. **Reflections on the role and scope for agricultural research in Argentina today.** Prepared for "La Investigación Agrícola en la República Argentina: Impactos y Necesidades de Inversión". Buenos Aires, August 26-29, 1993.

PIÑEIRO, M. Tendencias tecnológicas, económicas y políticas para el próximo decenio y sus implicaciones para el sector agrícola de América Latina y El Caribe. In: CONFERENCIA PARA EL FORO VENEZUELA AGRÍCOLA SIGLO XXI, Mayo 1993, Caracas.

SCHUH, G. **The contributions of agricultural to economic growth in Argentina.** Prepared for "La Investigación Agrícola en la República Argentina: Impactos y Necesidades de Inversión". Buenos Aires, Agosto 26-29, 1993.

WORLD BANK. **Irrigation and drainage research: a proposal for an internationally - supported program to enhance research on irrigation and drainage technology in development countries.** Washington, 1990.

WORLD GRAIN SITUATION AND OUTLOOK. Foreign Agricultural Service. Washington: USDA, 1993.

ZEIGLER, R.S.; CUEVAS-PEREZ, F. La situación de la investigación en arroz en América Latina: observaciones preliminares. In: CONFERENCIA DEL IRTP PARA AMERICA LATINA, 7., 1988, Cali. **Informe.** Cali: CIAT, 1989. p.34-54.



# COMENTÁRIOS À CONFERÊNCIA “PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA: ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O FUTURO”

Eloí Flores da Silva<sup>1</sup>

## PROGRESSO ECONÔMICO

A América Latina, constituída de 25 países, com vasta gama de culturas políticas e estruturas socioeconômicas, área continental de 18 milhões de km<sup>2</sup> e mais de 400 milhões de habitantes, há muito luta pela estabilidade econômica e política. No período 1950/80, mostrou-se promissora, beneficiando-se das exportações de café, carne, soja, frutas e suco, madeira, minérios e petróleo. Ascendeu alavancada no capital internacional direcionado à agricultura, indústria, telecomunicações e infraestrutura.

O crescimento econômico foi realizado sob os auspícios de políticas financeiras pouco favoráveis e de uma crescente dependência de empréstimos estrangeiros. Ocorreram pesados investimentos em infra-estrutura, empresas estatais, grandes contingentes na burocracia e nas forças armadas - tudo isso financiado com emissões de dinheiro e com empréstimos externos. O resultado todos nós conhecemos: déficits públicos elevados, inflação alta, decréscimo da renda da massa assalariada, instabilidade política e uma agricultura dependente de capital de giro.

A consequência mais nefasta dessa corrida para o crescimento é uma dívida latino-americana de cerca de US\$ 1.000 por habitante, que incide de forma brutal também sobre os 180 milhões de homens, mulheres e crianças que estão na pobreza quase absoluta.

O quadro geral da situação econômica dos latino-americanos permitia, já no início da década de 80, prever que a América Latina seria pressionada - pelo Banco Mundial, pelo FMI, pelos banqueiros particulares e pelo governo americano - para controlar o gasto público, controlar a inflação e pagar a dívida que há muito já foi paga pela transferência de lucros e evasão de divisas.

Recém emergia a democracia no continente e os novos líderes tiveram de enfrentar dívidas externas enormes, sistemas salariais na máquina pública indexados e impraticáveis num esforço de recuperação, ressentimento

---

<sup>1</sup> Diretor Técnico, Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), Caixa Postal 1927, 90001-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

de proprietários de terras aos ataques das guerrilhas e dos movimentos dos trabalhadores sem-terra, o descontentamento de grandes contingentes urbanos sem-teto e sem-trabalho e a recessão econômica.

Enfim, a democracia triunfara e rapidamente seus líderes descobriram que - após os aplausos do mundo ocidental pela iniciativa - não mais havia simpatia por plano de soerguimento alicerçado em empréstimos, pois os países desenvolvidos agora se inclinavam cada vez mais ao protecionismo de seus negócios agrícolas, fechando-se em torno de blocos e mesas de negociações, sem resultados favoráveis ao livre mercado e à competição sem subterfúgios.

A década de 80, chamada "década perdida", causou forte impacto na agricultura, provocando estagnação, dívida e descapitalização. Há grande esperança de uma recuperação rápida apoiada nos regimes democráticos que saberão ajustar o processo político para alinhar soluções corretas para a dívida externa, o controle do déficit público e da inflação, o protecionismo estatal, a privatização, a recuperação do poder de compra dos trabalhadores e a reversão do processo recessivo.

A América Latina, de modo geral, iniciou a década de 90 numa corrida entre a deterioração econômica e o progresso político. Terá de recuperar-se em meio a enormes dificuldades econômicas, o que atribui imensa responsabilidade para a classe política.

O fortalecimento da agricultura neste momento torna-se crítico à medida que o setor urbano mostrou-se incapaz de absorver os excluídos da agricultura que sucumbiram aos ajustes econômicos. Neste sentido, talvez seja necessário grande esforço de investimento em educação e em tecnologia, além de privilegiar um modelo que estimule a exportação, subvencione o treinamento e permita uma revisão tarifária preventiva contra o protecionismo, até que a agricultura retome o dinamismo a partir de capital latino-americano.

Parece inoportuno, na década da modernidade, tratar-se de temas como estímulo e subvenções, mas o que fazer sobre a discriminação e o tratamento protecionista que os países desenvolvidos adotam para os seus mercados e produtos agrícolas? O "World Development Report" de 1991 prevê com otimismo "um progresso significativo por todo o mundo, desde que os países pobres adotem políticas favoráveis ao mercado e os países ricos abandonem o protecionismo". Retirar o protecionismo em troca de fluência dos mercados será, sem dúvida, um grande avanço no campo da política e do entendimento comercial. Os ajustes econômicos na América Latina não podem mais penalizar o setor agrícola em suas áreas essenciais, a dos preços reais pagos aos produtores e da geração e difusão de tecnologia, sob pena de ser inserida no bloco dos perdedores.

## PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ARROZ

A agricultura latino-americana tem sido penalizada de várias formas, sendo importante considerar a queda dos preços no mercado mundial provocada pelos subsídios e pelo protecionismo tarifário e fitossanitário.

A idéia de criar bolsas regionais de produtos agropecuários, como mecanismo para estimular o comércio e evitar certo grau de elevação e de queda nos preços internacionais, é boa no contexto latino-americano e, por isso, deve ser aprofundado o debate sobre os distintos interesses.

A formação do preço real pago ao agricultor, com base no custo de produção, afeta interesses diversos dos seguintes agentes:

- . países excedentários - buscam mercados a qualquer preço;
- . produtor de arroz - deseja preço estável que remunere a tecnologia empregada e garanta margem de remuneração ao capital investido;
- . consumidor - deseja um produto de qualidade a preços compatíveis com o ofertado no mercado internacional, não lhe importando se existe "dumping";
- . governo - preocupado com a inflação, adota controles de mercado, ora importando ora liberando estoques, mantém a política da dupla mão intervencionista. Em época de colheita, compra a preço baixo e prepara seus estoques; em época de recuperação de preços, libera seus estoques para manter preços compatíveis com o mercado internacional. Em suma, adota critérios distintos na formação dos preços de fatores e insumos para a lavoura e dos produtos agrícolas para o mercado.

Dentre os diversos interesses existentes, não está clara a posição do Estado na adoção de uma política agrícola que tenha por objetivo a busca da competitividade.

Os produtos agrícolas latino-americanos podem atingir índices físicos e econômicos de eficiência e competitividade semelhantes aos países desenvolvidos, mas não terão folego para competir em nível de preços por não terem uma política agrícola que sustente subvenções, subsídios e programas de exportação. A diferença estará, então, no tamanho do cofre do tesouro de cada país, ou na impossibilidade de competição por incapacidade do ecossistema de produzir o produto em questão.

A competição é desigual nas condições que ocorre atualmente, pois os países desenvolvidos parecem ter todos os trunfos nas mãos - capital, tecnologia, controle das comunicações, excedente de alimentos e poderosas companhias multinacionais. O que fazer mediante tal impasse?

## **DESAFIOS RELACIONADOS À PRODUÇÃO E À COMERCIALIZAÇÃO**

A viabilização técnica e econômica da propriedade rural dar-se-á pela modernização dos meios, através da maior eficiência produtiva, gerencial e organizacional.

A profissionalização dos agricultores é inevitável ante a redução das fontes de créditos subsidiados, que no passado compensaram ineficiências produtivas e gerenciais de um modelo baseado em:

- . crédito de custeio, de investimento e de comercialização;
- . tecnologias de ponta através de insumos de alto rendimento, de sementes de alto potencial genético e da mecanização sofisticada;
- . enormes inversões do Estado em infra-estrutura (irrigação, armazenagem, eletrificação);
- . políticas de garantia de preços e de formação de estoques estratégicos; e
- . subsídios e protecionismo.

O modelo esgotou-se por não ter conseguido atingir de forma eficiente e permanente a todas as categorias de produtores (pequenos, médios e grandes). O esforço do Estado foi enorme em alcançar vantagens à agricultura, mas exauriu-se porque, paralelamente, não houve eficiência na capacitação indutora da adoção de tecnologias.

Quem sabe o novo caminho a ser percorrido para um modelo de desenvolvimento de agricultura venha a se assentar em estratégias de autogerenciamento, baseado na capacidade gerencial do produtor rural e nos limites dos recursos que possua! Assim, é oportuno fazer, nesta conferência, algumas reflexões sobre o futuro.

### **. ESTRATÉGIAS DE INVESTIMENTOS**

- . Investigação e tecnologia.
- . Infra-estrutura e serviços (telecomunicações no meio rural e modernização do setor de comercialização - armazéns, silos, portos, rodovias e vias lacustres).
- . Treinamento e capacitação gerencial para trabalhadores, gerentes e proprietários rurais.

### . ESTRATÉGIAS DE CUSTOS DE PRODUÇÃO

. Nova concepção tributária para produtos agrícolas e fatores e insumos da produção.

. Racionalização dos dispêndios com tarifas de energia elétrica e com transporte em função do preço que o mercado se dispõe a pagar pelo produto agrícola.

. Novo contrato social que compatibilize preço de arrendamento e água com o custo de produção máximo suportado pelo mercado.

### . ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS

. Constituir uma “rede protetora latino-americana” com instrumentos legais “anti-dumping” para todos os cereais com subsídios na origem.

. Modernizar o comércio regional via bolsa de mercadorias.

. Enfrentar em todos os foros o comércio desleal praticado no mercado internacional.

. Investir em marketing de produtos, tecnologia de alimentos e em serviços de classificação e padronização de produtos.

Estímulos para a exportação, subvenções em treinamentos, proteção tarifária contra concorrentes estrangeiros podem constituir uma boa estratégia para programa destinado a empresas escolhidas para o crescimento. Entretanto, deve ser questionado se nos dias atuais a América Latina poderá alcançar os objetivos que se pretendem atingir: uma agricultura moderna, eficiente e competitiva.



# COMENTÁRIOS À CONFERÊNCIA “PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA: ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O FUTURO”

Norberto Quezada<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

Agradeço ao Comitê Organizador o convite para comentar a conferência de Moscardi (1995). Não tenho maiores desacordos com o autor, comento apenas pontos que merecem uma maior discussão.

O autor menciona duas características dos preços mundiais: (1) a tendência a longo prazo de redução do preço real e (2) a instabilidade. Ambas devem assimilar-se como um grão de sal.

## TENDÊNCIA DE PREÇOS REAIS

A implicação da tendência de redução do preço real foi grandemente exagerada. De 1900 a 1986, por exemplo, os termos da relação de intercâmbio (“preços reais”:  $P_x/P_m$ , onde  $P_x$  = preços das exportações e  $P_m$  = preço das importações) dos cereais foram reduzidos em 40%. O deflator foi o índice de preços de produtos manufaturados, cujo aumento no tempo não foi corrigido para conter o aumento na qualidade dos produtos que o compõem. Se isso fosse levado em conta, a queda do preço real seria menor (Apêndice 1).

É apropriado falar do poder de compra das vendas de arroz, isto é, os termos de ingresso de intercâmbio ( $Q_x.P_x/P_m$ ), que incluem a quantidade de exportações ( $Q_x$ ). Nos países em desenvolvimento, a  $Q_x$  tem aumentado, e a tendência real do poder de compra dessas exportações tem sido positiva (Grilli & Yang, 1988). O aumento nos rendimentos é, em parte, responsável pela queda no preço e pelo aumento da quantidade de oferta (Apêndice 1).

## INSTABILIDADE DOS PREÇOS MUNDIAIS

A instabilidade dos preços mundiais foi mencionada como uma razão para evitar uma conexão direta e aberta do mercado mundial com o nacional. As bandas de preços de importação são justificadas com esse argumento.

---

<sup>1</sup> Economista, Sigma One Corporation, P.O. Box 12836, Research Triangle Park, NC 27709, Estados Unidos.

Entretanto, pelo menos em um país, a instabilidade do preço mundial do arroz é menor do que a instabilidade dos preços domésticos em termos reais. Isto se deve ao controle de preços e de taxas de câmbio, comércio estatal e restrições quantitativas.

O mercado mundial do arroz em 1994, de 15,5 milhões de toneladas métricas (base casca), é pequeno em relação à produção mundial de 513 milhões de toneladas (USDA, 1994). Mas, mesmo assim, os preços desse mercado têm uma grande influência nos preços domésticos. Bem ou mal, os preços mundiais refletem as condições do mercado mundial no qual estamos inseridos. Uma má colheita mundial induz a uma alta do preço mundial, indicando que o produto está escasso. Até agora, grandes países têm se dado ao luxo de usar o mercado mundial como uma lixeira para seus excedentes, mas também como um banco para cobrir seus déficits, transportando, assim, sua instabilidade ao mercado mundial. Conforme diretrizes do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT) que entrarão em vigor em 1995, os países não poderão ter mercados fechados e deverão transmitir menos instabilidade ao mercado mundial (GATT, 1993). O acordo sobre a agricultura fará com que o mercado arrozeiro mundial seja um informante público mais eficaz para refletir a escassez mundial (Apêndice 2).

## **COMÉRCIO INTERNO**

Moscardi (1995), em sua conferência, apóia a idéia de criar bolsas regionais “buscando, assim, uma organização de nível superior, que permita operações comerciais entre bolsas em um sistema regional e/ou internacional”. O importante é a bolsa nacional. A internacional já existe em Chicago e em Buenos Aires, mas não é utilizada devido às políticas monetárias e restrições impositivas de cada país. Todos os países necessitam de um mecanismo para descobrir os preços domésticos de seus artigos, e as bolsas de produtos cumprem essa função. Mas, a conexão entre as bolsas (incluindo bolsa de futuro) de outros países deve ser possível, possuindo a transparência necessária para descobrir os preços mundiais e realizar operações de cobertura.

## **ARROZ IRRIGADO**

O arroz irrigado tem uma produção maior do que o de sequeiro, e o déficit projetado para a região requer incorporação de novas áreas irrigadas. Moscardi (1995) assinala que existe um grande potencial para o aumento das

áreas irrigadas, mas reconhece que esses investimentos devem competir com outros usos competitivos de capitais dos países. Em tese, o autor quer dizer que finalmente os produtores vão ter que pagar pela água de irrigação, ou pelo menos pelo custo variável da água. Ao pagarem, haverá mais recursos para financiar represas e canais de irrigação.

## **PESQUISA**

Moscardi (1995) assinala que o Grupo Consultivo para a Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR) gasta cerca de US\$ 39 milhões por ano na pesquisa com arroz, soma que representa aproximadamente 6% do que os países em desenvolvimento investem na mesma pesquisa. Também assinala que 11% das cultivares de arroz cultivadas em 1990 são provenientes dos centros internacionais, enquanto quase 40% provêm de cruzamentos nacionais utilizando progenitores dos centros internacionais.

A contribuição dos centros internacionais parece ser muito eficaz e benéfica para os países, apesar de que os programas nacionais “não têm tido muita influência” nas decisões daqueles centros. A saída da pesquisa de arroz irrigado do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) representa uma grande perda para a região, apesar de que o contato direto com o Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI) é possível e bem-vindo. Mas, esse contato seria mais eficaz se a região se organizasse de forma que tivesse acesso direto aos materiais do IRRI.

Um sistema nacional organizado é fundamental para que o esforço regional tenha êxito. Cada país deve ter um programa nacional merecedor desse nome. Com os problemas financeiros e administrativos da pesquisa pública, é necessário que o setor privado mobilize recursos para a pesquisa, extensão e desenvolvimento de mercados. Uma alternativa seria os produtores de arroz contribuírem, de forma obrigatória, com o programa nacional de pesquisa. O “check-off” dos Estados Unidos e a “cota de fomento arrozeiro” da Colômbia são exemplos que devemos estudar para aproveitar o melhor de cada sistema.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

GATT (General Agreement on Tariffs and Trade). **Acta Final con los Resultados de la Ronda Uruguay de Negociaciones Multilaterales de Comercio: acuerdo sobre la agricultura.** [s.l.: s.n.] 1993.

GRILLI, E.; YANG, M.C. Primary commodity prices, manufactured goods prices, and the terms of trade of developing countries: what the long run show. **The World Bank Economic Review**, Washington, v.2, n.1, p.1-49, 1988.

MOSCARDI, E.R. Produção e comercialização de arroz na América Latina: algumas reflexões sobre o futuro. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE**, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).

USDA (United States Department of Agriculture). **Rice Market News**, v.75, n.9, p.4.1, 1994.

## APÊNDICE 1

### TENDÊNCIA DE PREÇOS REAIS

. Termos da Relação de Intercâmbio	$P_x/P_m$	-0,5%/ano
. Termos do Ingresso de Intercâmbio	$(P_x \cdot Q_x)/P_m$	+3%/ano

### VARIABILIDADE DE PREÇOS

	Preços Mundiais		Preços Nacionais
. Coeficiente de Variação	$\frac{\sigma_L}{\bar{P}_L}$	> <	$\frac{\sigma_I}{\bar{P}_I}$
. Transmissão de Preços	$\Rightarrow$		$\Leftarrow$

## APÊNDICE 2

### GATT 1994 (RODADA URUGUAI)

Compromissos que serão introduzidos em seis anos (10 anos para países em vias de desenvolvimento).

#### ACESSO A MERCADOS

##### . TAXAÇÃO

- .. Eliminação de barreiras não-alfandegárias (restrições quantitativas, taxas variáveis, preços mínimos de importação, etc.).
- .. Redução de taxas sobre base 1986/88:
  - Arroz 15% (10% países em desenvolvimento).
  - Média 36% (24% países em desenvolvimento).

##### . ACESSO MÍNIMO

- .. 4% do consumo em 1995, 8% no ano 2000.
  - Japão: 379 mil toneladas métricas em 1995, 758 mil toneladas métricas no ano 2000.
  - Coréia: 50 mil toneladas métricas em 1995, 200 mil toneladas métricas em 2004.

#### SUBSÍDIOS À EXPORTAÇÃO (Medidos por produto, sobre a base 1986/90)

- . Quantidade exportada com subsídios deve diminuir 21%.
- . Recursos de orçamento devem diminuir 36%.

#### SUBSÍDIOS INTERNOS (Medidos no total, sobre a base 1986/88)

- . Devem diminuir 20%, porém reconhecem-se reduções desde 1986.

# CONSUMO DE ARROZ NOS ESTADOS UNIDOS

Janeth Livezey<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O arroz é um componente de pequena expressão na dieta alimentar dos Estados Unidos, mas que vem apresentando rápido crescimento. O aumento do consumo "per capita" de arroz tem sido inclusive superior à alta taxa de crescimento que apresentam os demais grãos. As alterações demográficas, as preocupações com saúde, a maior variedade de novos produtos de arroz e a maior disponibilidade do produto em restaurantes explicam parte deste aumento. Entretanto, o uso do arroz tem aumentado principalmente devido à crescente diversidade étnica da população americana.

## AUMENTO DO CONSUMO "PER CAPITA"

Em 1990, o consumo de arroz na dieta básica da população, equivalente a 7,3 kg por pessoa, era relativamente modesto se comparado ao de farinha de trigo (61,6 kg) e ao de batata (31,4 kg). Por outro lado, o incremento do consumo "per capita" de arroz ultrapassou o de farinha de trigo e o de batata na década de 80. Enquanto o consumo "per capita" do arroz aumentou 74%, o de farinha de trigo aumentou 13% e o de batata, 4%. Portanto, a farinha de trigo, utilizada no preparo de pão e massas alimentícias, e a batata são os substitutos do arroz na dieta alimentar nos Estados Unidos.

O arroz é também empregado como ingrediente na preparação de várias cervejas de alta qualidade. Quando esta fração é somada ao consumo direto na alimentação, o consumo "per capita" torna-se ainda maior. Em 1990, o arroz consumido na fabricação de cerveja era de 2,0 kg por pessoa, comparado com 1,6 kg, em 1980. Adicionando estes 2,0 kg aos 7,3 kg consumidos diretamente como alimento, tem-se um total de 9,4 kg de consumo "per capita" em 1990. O arroz que se utiliza na preparação de cervejas representa uma considerável fração do consumo "per capita". Contudo, durante a década de 80, a participação da indústria cervejeira no consumo total diminuiu de 27 para 22%, visto que o consumo como alimento teve um maior crescimento.

---

<sup>1</sup> Economista Agrícola, Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), Room 1034/1301 New York Avenue, NW, Washington, DC, 20005-4788 Estados Unidos.

## COMPARAÇÃO COM OUTROS GRÃOS

O aumento do consumo “per capita” de arroz nos Estados Unidos ultrapassou a relativamente alta taxa de crescimento apresentada pelos demais grãos. Na década de 1970, o consumo “per capita” de arroz aumentou 40%, enquanto o de grãos em geral aumentou 7%. O consumo foi ainda maior nos anos 80, aumentando 72% no que refere ao arroz, enquanto o consumo de todos os grãos aumentou 27%.

Os grãos mais utilizados nas farinhas e nos preparados de cereais são o milho, aveia, cevada, centeio, trigo e arroz. Dentre esses, o arroz é provavelmente o que mais compete com a sêmola de trigo, empregada na preparação de massas alimentícias, e com outras farinhas de trigo utilizadas na panificação.

O consumo de sêmola de trigo não teve alteração nos anos 70, mas cresceu substancialmente na década de 80, quando passou de 3,0 kg para 5,2 kg. Este aumento esteve intimamente associado ao crescimento no mercado de massas alimentícias.

O consumo “per capita” de outras farinhas de trigo que não a sêmola predomina sobre todo o uso de grãos. Por outro lado, seu consumo, durante os anos 80, cresceu de forma mais lenta do que o de arroz e de sêmola de trigo. O consumo “per capita” de outras farinhas de trigo foi de 56,4 kg, em 1990, 50,0 kg, em 1980, e 47,2 kg, em 1970.

O consumo “per capita” de milho e aveia em produtos alimentícios tem crescido desde 1970, mas o uso de produtos de cevada e centeio, que em 1970 era de 1,0 kg por pessoa, diminuiu para 0,7 kg em 1990.

O consumo de produtos derivados do milho e da aveia cresceu mais rapidamente nos anos 80 que na década anterior. A utilização do milho teve um incremento considerável nos anos 80, passando de 5,9 kg “per capita”, em 1980, para 9,8 kg, em 1990. Já o consumo de aveia, de 1,7 kg por pessoa, em 1980, aumentou para 3,7 kg, em 1990. O crescimento do uso de milho deu-se em paralelo ao aumento da popularidade da comida mexicana, como “tacos” e “tortillas”. O consumo de aveia cresceu a partir de estudos que demonstraram seus benefícios como fator de diminuição do colesterol, mas o consumo diminuiu nos anos 90, quando tais benefícios caíram em descrédito.

## A SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA POR CARBOIDRATOS NA DIETA

O nível de suprimento energético dos alimentos no consumo “per capita” diário aumentou de 3,3 mil calorias, em 1970, para 3,7 mil calorias, em 1990. Este aumento de 12% reflete níveis mais elevados dos três

nutrientes de alto rendimento energético: lipídeos, carboidratos e proteínas. Entretanto, a proporção de calorias originárias de lipídeos diminuiu de 43% para 40%, enquanto a dos carboidratos aumentou de 46% para 49%. As proteínas têm invariavelmente aportado 12% das calorias.

O nível dos carboidratos aumentou de 383 g “per capita”, em 1970, para 452 g, em 1990. Este aumento de 18% revela um maior consumo de grãos, particularmente arroz, milho e xaropes adoçantes à base de milho.

O aumento de 99 g para 105 g de proteína deve-se ao maior consumo de aves na alimentação. O maior uso de produtos à base de grãos, assim como queijos, iogurte e leite com baixo teor de gordura também contribuiu para o maior aporte de proteínas na dieta.

### **POR QUE O CONSUMO DE GRÃOS TEM AUMENTADO?**

Nos Estados Unidos, o gosto dos consumidores e suas preferências têm se alterado como reflexo das alterações demográficas e das preocupações com vida saudável. Mudanças tecnológicas, como o amplo uso do forno de microondas, e a tendência crescente de comer fora de casa têm mudado a dieta e os hábitos alimentares. Mais mulheres estão trabalhando fora e há um número maior de solteiros e de famílias com apenas um genitor. Existe uma preocupação crescente com o teor de gorduras saturadas e colesterol na dieta. O hábito de comer fora de casa com mais frequência também tem contribuído para alterar a seleção dos alimentos pelos consumidores. De uma maneira geral, pode-se constatar que estes ampliaram seu campo de escolha.

O consumo de grãos é maior nas faixas etárias mais altas. As pesquisas têm demonstrado que nas casas em que o chefe da família tem 45 anos ou mais, o consumo “per capita” de cereais e produtos de panificação é, em média, 23% maior do que em lares mais jovens. Pode-se esperar que a demanda de farinha e cereal aumente nos anos 90 como resultado da primeira geração do “baby boom”. Esta parte da população, que chegou aos 45 anos em 1991, representa a maior fração de norte-americanos. Este aumento de consumo é esperado se esta geração seguir os hábitos de seus antecessores. A fisiologia do envelhecimento inclui frequentemente problemas de saúde, como a irregularidade intestinal, o que predispõe pessoas mais idosas a consumirem mais fibra na forma de grãos e vegetais.

De 1970 a 1990, o consumo de cereais na refeição matinal aumentou 37%, e de 1985 a 1989, o consumo total “per capita” de cereais cresceu 13%, chegando a 6,6 kg. O consumo de cereais quentes (em sua maioria farinhas de aveia, incluindo as “instantâneas”) aumentou 39%. A tendência

de aumento de fibras na dieta é atribuída a uma publicidade agressiva, por parte dos processadores de alimentos que vinculam as vantagens das fibras à saúde, e à conveniência do seu preparo para a refeição matinal. Contudo, desde 1989, o consumo de cereais como matinais tem diminuído devido à queda de 22% no consumo de cereais instantâneos. Isto é atribuído à divulgação de um estudo, publicado em 1990, que desacredita o valor da fécula de aveia na redução do nível de colesterol no sangue, e à crescente oferta de alternativas práticas de matinais, tais como roscas de pão e “waffles” congelados. Além disso, o preço dos cereais, comparado aos da maioria dos alimentos oferecidos nos supermercados, aumentou mais rapidamente.

### **POR QUE A UTILIZAÇÃO DO ARROZ AUMENTOU?**

O uso do arroz tem sido beneficiado pelo aumento no consumo de todos os grãos. Mas o crescimento do consumo de arroz nos Estados Unidos é atribuído principalmente à crescente diversidade étnica da população do país. Os asiático-americanos e hispano-americanos, grupos étnicos que crescem com maior rapidez nos Estados Unidos, consomem mais arroz por dia do que todo o restante da população do país.

Os asiático-americanos constituem 43% (2,48 milhões de pessoas) do total da imigração aos Estados Unidos no período 1981-1989. O número de asiático-americanos duplicou nos anos 80, passando de 1,6% da população, em 1980, a cerca de 3,0%, em 1990. Os hispano-americanos aumentaram 53% durante os anos 80, chegando a constituir 9,0% da população total dos Estados Unidos em 1990.

Outros fatores que explicam o aumento da popularidade do arroz incluem: maior conscientização da importância da saúde entre os consumidores, associada à percepção do arroz como um alimento saudável; maior conveniência na preparação do arroz; sabor agradável do arroz em combinação com outros pratos; disponibilidade de grande variedade de pratos prontos e misturas flavorizadas de arroz; maior número de restaurantes que servem arroz; adaptação de subprodutos de arroz (arroz quebrado, farelo de arroz e óleo de farelo de arroz) a novos usos pelos consumidores.

## CATEGORIAS DO USO DO ARROZ

O arroz consumido nos Estados Unidos (excetuando o que se utiliza na produção de cerveja) pode ser classificado em alimento direto ou em alimento processado. Durante a última década, a parcela utilizada como alimento direto foi de quase 60% enquanto a destinada a alimento processado aumentou de 14% para mais de 20%. Já a parte aplicada na produção de cervejas, de 25% diminuiu para menos de 20%.

Alimentos processados possuem o mercado de mais rápido crescimento nos Estados Unidos. Misturas empacotadas ("package mixes") e alimentos para animais de estimação têm sido a fração de maior crescimento no ramo de alimentos processados nos anos 90. O consumo de alimentos para bebês e pratos congelados também experimentou um alto crescimento. Contudo, essa expansão foi menor no que refere ao volume.

O arroz consumido como cereal representou 35% da utilização total do grão como alimento processado. Os cereais de arroz são basicamente do tipo "instantâneos", incluindo flocos de arroz, arroz expandido, fragmentos de arroz e várias misturas de grãos de cereais.

Essa forma de utilização do arroz cresceu rapidamente até meados da década de 80, à medida que muitos novos produtos à base de arroz foram introduzidos e que o consumo dos cereais tradicionais de arroz se expandiu. Sob essa forma, representou a maior fração do crescimento do arroz como comida processada no período.

O uso do arroz em misturas empacotadas, algumas vezes chamado de arroz misto flavorizado, apresenta crescimento contínuo desde o início dos anos 80. Sua variedade, facilidade de preparo, sabor desejável e habilidade para rapidamente agregar novos sabores à linha de produtos têm contribuído para seu crescimento.

O crescimento do uso do arroz será provavelmente o maior dentre os produtos - especialmente as misturas empacotadas - uma vez que a demanda por alimentos preparados continua aumentando. O uso do arroz na alimentação de animais de estimação deve continuar crescendo, pois se observa elevação nas vendas de produtos de alta qualidade, considerando que a economia apresenta picos de melhoria. O crescimento também tende a permanecer forte para certos tipos especiais de arroz, como o integral, dada a demanda pelos consumidores de alimentos ricos em fibra.

Com o aumento do número de americanos que consomem arroz como produto básico de sua dieta, o uso deste grão como alimento direto poderá expandir na década de 90 num ritmo mais acelerado do que o verificado nos anos 80.



# **CONSUMO DE ARROZ NA AMÉRICA LATINA E CARIBE: EM BUSCA DE NOVOS HORIZONTES**

Luis R. Sanint<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

Este trabalho apresenta as condições atuais de produção e consumo nos países da América Latina e Caribe (ALC) para enumerar uma série de tendências que afetam o curso do sistema agroalimentar da região. Aborda também o tema da qualidade do arroz e dos usos alternativos deste cereal no futuro. Finalmente, discute a necessidade de estabelecer um novo modelo interinstitucional para manter a pesquisa regional do arroz.

## **O ARROZ NOS PAÍSES DA AMÉRICA LATINA E CARIBE**

### **. PRODUÇÃO**

O arroz constitui o principal alimento nos países em desenvolvimento e um dos principais produtos agropecuários na maioria dos países da ALC. Atualmente, a produção latino-americana de arroz é proveniente de terras baixas, tanto em áreas sistematizadas com irrigação controlada como em áreas não sistematizadas. Este sistema representa um total de 12,8 milhões de toneladas, ou seja, 69% do total da produção regional de 18 milhões de toneladas. A maior parte destas áreas (85%) encontra-se cultivada com variedades de porte baixo. Respondendo por cerca de 55% da produção regional, o Brasil é o principal país produtor. O cultivo de sequeiro predomina, correspondendo a 76% do total da área, mas o irrigado representa a metade da produção, devido ao rendimento nitidamente superior ao do sequeiro (4,2 t/ha para irrigado e 1,3 t/ha para sequeiro). Em 1970, o arroz irrigado representava somente 10% da área e 26% da produção do país. A adoção de novas cultivares de porte baixo nesse sistema, a partir de 1983 (BR-IRGA 409 e BR-IRGA 410), tornou possível os incrementos de rendimento. Ao analisar os outros países da América Latina fica evidente que o arroz irrigado desempenha um papel protagonista, ocupando 85% da área e representando 91% da produção. Os notáveis avanços em rendimento a partir da revolução verde explicam que a produção de arroz tenha podido superar o crescimento populacional na maioria dos países da ALC.

---

<sup>1</sup> Consultor Privado, Apartado Aereo 25091, Cali, Colômbia.

## . CONSUMO

O arroz é um alimento relativamente novo na dieta dos latino-americanos. A grande expansão no consumo de arroz ocorreu neste século, entre meados dos anos 20 e 40, quando o consumo "per capita" do arroz em casca passou de 14 kg para 30 kg/ano. Dado o crescimento da população, isto implicou em que a produção total tenha crescido de 1,0 para 4,6 milhões de toneladas. Do final da década de 60, quando foram introduzidas no continente as novas cultivares melhoradas para condições de irrigação, até o início dos anos 90, o consumo "per capita" passou de 39 kg para 45 kg/ano, o que levou à duplicação da produção total de arroz, de 9,8 milhões de toneladas para mais de 18 milhões de toneladas.

No que refere à contribuição em calorias e proteínas, o arroz está entre os alimentos básicos da ALC Tropical, respondendo por 15% das calorias e 13% das proteínas. Na zona temperada, que é exportadora, representa somente 6% e 5%, respectivamente, o que implica que, para a ALC como um todo, estas cifras equivalem a 11% das calorias e 9% das proteínas.

A redução do custo unitário de produção, que acompanhou as novas tecnologias de produção de arroz, e o rápido processo de urbanização, que levou a transações crescentes nos volumes de alimentos comercializados, deram ao arroz uma acentuada vantagem quanto ao preço pago pelo consumidor comparado ao de outros produtos tradicionais da dieta alimentar (batata, mandioca, banana-da-terra, milho, cará, etc.). Estes produtos não mostraram dinamismo de produção e/ou apresentaram maiores custos de comercialização.

Desta maneira, além de um nítido crescimento da renda na região durante os anos 60 e 70, a rápida redução no preço relativo do arroz, quanto ao de outras fontes tradicionais de carboidratos em nível de consumidor, foi acompanhada por um maior consumo deste produto às expensas dos demais.

Após o rápido crescimento da renda "per capita" na década de 70, os países da América Latina viram suas economias entrarem em uma etapa de paralisação e mesmo de retração em muitos casos. Assim, a renda "per capita" foi reduzida regionalmente a uma taxa anual de 1,2%. A vigorosa expansão no consumo de arroz diminuiu nos anos 80, diante da recessão regional generalizada.

Comparado a outros produtos, o arroz está entre os que têm recebido maior atenção governamental quanto a políticas agroalimentares e esforços na área de pesquisa e transferência de tecnologia. Dada a importância fundamental do arroz na dieta dos consumidores urbanos e rurais da ALC, a auto-suficiência é meta comum entre os diferentes países. Para manter um sistema alimentar confiável, esta meta é razoável, pois o mercado internacional deste cereal é muito volátil quanto a preços e oferta (somente são comercializados 4% da produção mundial).

## . PROJEÇÕES

Na América Latina, observa-se uma redução gradual do déficit da produção de arroz (1,2 milhão de toneladas em casca, em 1984/86) até alcançar uma posição que é praticamente de equilíbrio para o ano 2010 (superávit de 0,2 milhão de toneladas). A produção total aumentará em 85%, passando de 18 milhões de toneladas, em 1988/90, para 33 milhões de toneladas, em 2010. Para tanto, o rendimento deve aumentar de 2,3 t para 3 t/ha, e a área de 7,8 milhões para 11 milhões de hectares (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1990).

Os países da América Latina Tropical aumentarão o déficit de 1,6 milhão para 2,1 milhões de toneladas, enquanto os do Cone Sul aumentarão seu superávit de 0,4 milhão para 2,8 milhões de toneladas. Entre as possíveis implicações destas tendências, cita-se um comércio mais intenso entre os países da região tropical e temperada.

## . SÍNTESE DA PRODUÇÃO E DO CONSUMO

De maneira geral, as características relevantes da produção de arroz são:

- (1) A maior porcentagem da área encontra-se em condições de sequeiro (68%), mas a maior parte da produção provém de áreas irrigadas (62%). Com exceção do Brasil, onde o sequeiro é importante, para o restante da ALC o arroz irrigado representa mais de 85% da produção.
- (2) A maioria das propriedades é de pequeno porte (menos de 5 ha), mas a maior parte da produção provém de grandes propriedades.
- (3) É um cultivo comercial com aplicação intensiva de insumos, exceto no caso do arroz de sequeiro nos Cerrados brasileiros.

Quanto à comercialização e consumo, podem ser citadas as seguintes características:

- (1) É um produto durável (não perecível), de fácil armazenagem e com alto valor intrínseco (baixa proporção de resíduos).
- (2) Participa geralmente em mercados competitivos, com margens normais de comercialização. Seus preços são bastante uniformes entre diferentes regiões de um país (mercados geograficamente integrados).
- (3) Tem um alto potencial para aumentar sua participação em diferentes mercados.

- (4) É produzido em muitos locais em cada país, em áreas próximas e de fácil acesso aos diferentes centros de consumo.
- (5) Trata-se de um “bem salário”, por sua alta importância na participação tanto na dieta como na despesa familiar de consumidores de baixa renda (Brasil, Panamá, Costa Norte da Colômbia, Cuba, República Dominicana, etc.).
- (6) Seu mercado internacional é pequeno; menos de 4% da produção mundial é exportado.
- (7) A zona temperada da ALC apresenta superávit, enquanto a tropical é deficitária. Os índices de auto-suficiência são:
  - . Caribe: 63%
  - . América Central: 77%
  - . América do Sul Tropical (exceto sul do Brasil): 76%
  - . América do Sul Temperada (inclusive sul do Brasil): 219%
- (8) Em consequência ao exposto anteriormente, o preço do arroz é muito inconstante. Nos últimos 20 anos, o preço do arroz branco (Bangkok, 10% de partidos), expresso em dólares, tem variado de US\$ 200, por tonelada métrica, em 1993, até quase US\$ 1.000, em 1973. Em 1994 está próximo de US\$ 400 por tonelada métrica.
- (9) O arroz é considerado um produto para consumo direto na alimentação; os usos alternativos são muito limitados.

## **A SITUAÇÃO GLOBAL: TENDÊNCIAS**

A tarefa gerencial do agricultor moderno requer que esteja atualizado quanto às tendências econômicas (para não mencionar as de caráter político, social, etc. que não são objetos deste trabalho) do sistema agroalimentar em que atua. A seguir, mencionam-se algumas tendências que são relevantes para o setor arroseiro da ALC.

### **. A GLOBALIZAÇÃO DA ECONOMIA E A ABERTURA ECONÔMICA DA AMÉRICA LATINA**

Busca-se, com isto, maior eficiência e competitividade de todos os setores da economia através de processos que visam harmonizar as condições internas com as dos mercados externos, no contexto de “aldeia global”. No plano interno, a modernização e redução da máquina estatal, maior transparência nos

mercados com a reforma trabalhista e financeira, além da realização de investimentos para criar infra-estrutura mais moderna e eficiente (estradas, portos, comunicações, serviços) são os primeiros passos para aumentar os níveis de competitividade dos produtos locais. Teoricamente, produtos que não eram competitivos podem encontrar situações mais propícias como resultado destas mudanças.

Em sua implementação, o modelo de abertura e internacionalização da economia não apresenta uma seqüência clara que aplique adequadamente os princípios de seletividade, integralidade e gradualidade (Sanint, 1992), o que conduziu evidentemente a uma situação de falta de proteção e desestímulo às atividades do setor agropecuário nos países onde essa política foi aplicada (Colômbia, Venezuela, Uruguai, Argentina, Chile e outros).

#### **. A CONTINUAÇÃO DOS PROCESSOS PROTECIONISTAS E DE SUBSÍDIOS NAS NEGOCIAÇÕES SOBRE AGRICULTURA NO ACORDO GERAL SOBRE TARIFAS E COMÉRCIO (GATT)**

A proteção à agricultura tem uma história formidável e conta, além disso, com uma poderosa força emocional e política no mundo desenvolvido (A Survey..., 1992). No plano internacional, encontramos-nos diante de uma situação de neoprotecionismo mundial caracterizada por autarquias dentro de grandes blocos integrados (Cano, 1992; Drucker, 1993). Para a América Latina, esta realidade implica um limitado acesso aos mercados desses blocos e a necessidade de intensificar alianças hemisféricas e bilaterais baseadas em reciprocidades. Por outro lado, deve-se explorar ainda mais o potencial de crescimento naqueles mercados internos que são especialmente dinâmicos pela sua alta elasticidade de ingresso (frutas, carnes, laticínios, hortaliças, produtos processados). No caso do arroz, a assinatura da proposta Dunkel implicou na conversão de barreiras não tarifárias para tarifárias no Japão, levando a prever uma presença importadora permanente de quase 1 milhão de toneladas anuais por parte deste país. Esse comércio, contudo, deve continuar envolvendo compradores que são virtualmente auto-suficientes.

#### **. AS MUDANÇAS NOS PADRÕES DE CONSUMO**

O rápido processo de urbanização da sociedade predispõe a um maior consumo de produtos de maior valor intrínseco, tais como carnes e cereais, em relação aos produtos perecíveis e de menor valor, como as raízes e tubérculos. As novas tecnologias também definem mudanças no consumo, favorecendo produtos como frango e ovos, laticínios, óleos vegetais, arroz e açúcares. A

tendência futura aponta para produtos mais adequados às novas demandas das famílias urbanas: que sejam de fácil preparação, com alto valor agregado, variedade, qualidade nutritiva, saudáveis, etc., como se observa atualmente nos países desenvolvidos. Neste sentido, alimentos de alta elasticidade de ingresso, como carnes e peixes, laticínios, frutas, verduras e alimentos semi-preparados, com conveniência de consumo, devem sobressair. Por outro lado, o consumo mundial concentra-se cada vez mais nos países desenvolvidos e a diferença econômica entre estes e os subdesenvolvidos cresce exponencialmente. As normas e padrões de qualidade tornam-se cada vez mais estritos à medida que a internacionalização da economia leva o mercado interno a se assemelhar às condições externas.

#### **. A INTENSIFICAÇÃO DO SETOR AGROPECUÁRIO**

A expansão da produção agropecuária baseada em um modelo extensivo de colonização agressiva da fronteira agrícola ficou no passado. Hoje o crescimento tem que se embasar em processos de modernização, com agricultores empresariais e especializados, mercados cada vez mais exigentes, que utilizem insumos mais intensivamente, que obtenham maiores rendimentos por hectare ou por animal, que sejam mais eficientes e que busquem permanentemente a atualização de seus conhecimentos.

#### **. A REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA**

Desde os avanços da Revolução Verde, obtidos nas duas décadas anteriores, até os recentes avanços em comunicação, gerenciamento e biotecnologia, abre-se um espectro de possibilidades favoráveis ao negócio agrícola, à medida que a pesquisa agropecuária local permaneça na vanguarda destes desenvolvimentos e o agricultor se atualize e mantenha uma atitude proativa diante destas mudanças. Do contrário, apresenta-se a ameaça do obsolescimento e a conseqüente perda da competitividade. A crescente tendência a privatizar as atividades de pesquisa e extensão implica em uma ação coordenada por parte dos vários atores. As redes de pesquisa garantem uma maior eficácia nos processos, aproveitando a especialização das atividades e uma maior difusão dos resultados, para evitar que os conhecimentos gerados sejam irrelevantes ou que, apesar de constituir contribuições importantes, permaneçam nas prateleiras das instituições.

## **. O CRESCIMENTO DO SETOR AGROALIMENTAR**

Cada vez se fala menos da agricultura e do produto primário, e cada vez mais da cadeia agroalimentar e agroindustrial, que incorpora os setores secundário (indústria) e terciário (serviços) na sua composição. As grandes possibilidades de encadeamento da agricultura com outros setores como indústria e serviços, tanto como fornecedora como usuária de insumos, são o que a fazem ser ainda considerada como motor de desenvolvimento.

## **. A CONCENTRAÇÃO ESTRUTURAL**

O progresso da agricultura cada vez mais se embasa em aumentos de escala via processos de integração entre as empresas, tanto de forma horizontal como vertical, e também, em muitos casos, via consolidação através de propriedades maiores ou de esforços cooperativos, com maior capacidade de absorção de capitais e melhor aproveitamento de economias de escala para obtenção de insumos, produção e comercialização. Este último interessa aos compradores, que podem assim assegurar melhor pontualidade em volume, qualidade, prazos de entrega, etc. e aos cooperados, que obtêm maior poder de negociação. Existe ainda uma tendência a desenvolver esforços transnacionais, baseados em interesses comuns que permitem economias de escala em nível de grandes blocos.

## **. AS MUDANÇAS NO MERCADO DE TRABALHO**

O processo de hiperurbanização, generalizado em toda a América Latina, o estancamento do número de trabalhadores rurais e sua maior idade (Zambrano, 1989) implicam que uma mesma quantidade de agricultores com mais idade tem que alimentar um maior número de habitantes urbanos. Na realidade, este raciocínio é válido apenas para zonas rurais distantes dos centros urbanos; pois perto das cidades dá-se um crescimento do número de trabalhadores periurbanos dedicados a trabalhos agrícolas (Hataya, 1992). A agricultura e o setor agroalimentar constituem uma fonte muito significativa de emprego urbano. A participação crescente da mulher nestas atividades, tanto no campo, em trabalhos que exigem destreza (retirar brotos, transplantar, adubar, recolher, selecionar), como na indústria, em trabalhos minuciosos, de precisão, processos de montagem, etc., constitui um fator importante nos modernos processos produtivos periurbanos e implicam em importantes mudanças estruturais que afetam todas as categorias sociais. A Ásia, primeiro produtor mundial de arroz, está recém iniciando sua rápida urbanização e isto, conjugado à crescente industrialização, cria uma tendência de aumento nos salários.

## **. A PREOCUPAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE**

A cada dia há uma maior conscientização de que os processos produtivos atuais têm aspectos preocupantes de irracionalidade no uso dos recursos, de visão imediatista e pouco planejamento. Em termos econômicos, a sociedade deveria usar taxas sociais mais baixas; ou seja, valorizar os investimentos futuros mais do que se faz na atualidade. Um desenvolvimento sustentável deve respeitar a vocação agrícola dos ecossistemas e zelar pela preservação dos recursos naturais, para que sejam também patrimônio das gerações futuras. Para os países em desenvolvimento, é importante definir mecanismos que permitam internalizar as externalidades de manejos de cultivo pouco idôneos para a conservação do ambiente, de modo que o maior custo do manejo apropriado não implique em perda de acesso a mercados externos.

As tendências aqui descritas sugerem mudanças básicas que implicam em alterações estratégicas, abrem novas perspectivas e, por sua vez, possibilitam sanar as debilidades e identificar oportunidades e problemas. Identificar estas mudanças a tempo permite a adaptação às novas realidades sem sofrer maiores prejuízos.

## **USOS DO ARROZ: TRADICIONAIS E ALTERNATIVOS**

### **. O MERCADO DO ARROZ BRANCO**

A qualidade do arroz depende do local da cadeia de comercialização na qual está inserido. Para o produtor, os requerimentos relacionam-se com a cultivar, as normas de classificação (quebrados, vermelhos, danificados, etc.), o tamanho do grão (comprimento e largura), o rendimento de engenho, a umidade e o peso, entre outros. O beneficiador enfrenta demandas relacionadas com a cultivar, o tipo de grão (comprimento e largura), a cor, o aroma, o teor de amilose, a porcentagem de quebrados e a cultivar. Para o exportador, incluem outras considerações, como restrições tarifárias e não tarifárias, entre as quais se encontram análises de pesticidas e patógenos. Por outro lado, o arroz para fins de processamento industrial tem uma série de requisitos diferentes, ligados as suas características organolépticas, físicas e químicas.

O mercado do arroz é muito heterogêneo, devido à gama de tipos de arroz que se podem encontrar no mercado. Existem grãos longos de alta e de baixa qualidade, sob o enfoque do teor de quebrados e pureza, grãos médios e curtos, grãos aromáticos. Pode-se optar pelo produto integral, polido ou pré-cozido. Além disso, o consumidor pode escolher dentre uma gama de classes no que se refere à porcentagem de quebrados. Todos esses aspectos e outros mais fazem com que o arroz tenha um mercado de qualidade um tanto complexo. Na

realidade, o termo qualidade diz respeito à aceitabilidade do produto pelo comprador. A qualidade é o que os consumidores estão dispostos a adquirir (Webb, 1994). Este conceito varia de país a país e dentro de um mesmo país, de região a região, entre classes de renda e de grupos étnicos.

No mundo, a maior produção e consumo é de arrozes do tipo longo considerados de baixa qualidade (China, Vietnã, Paquistão, Filipinas, Indonésia, países africanos e outros). É para esse tipo de arroz que as exportações estão expandindo mais rapidamente.

Os tipos longos de alta qualidade são os que predominam no mercado internacional (Tailândia, Estados Unidos, Índia, Cone Sul).

Os grãos curtos são consumidos no Leste Asiático (Japão e Coréia do Sul, sobretudo) e exportados pela Coréia do Norte, Austrália e alguns países do Mediterrâneo.

#### **. USOS ALTERNATIVOS DO ARROZ**

Entre 1980 e 1990, o consumo "per capita" de arroz nos Estados Unidos passou de 7 para 15 kg. O principal crescimento deu-se no uso de arroz processado. Durante 1988 e 1990, surgiram no mercado em torno de 500 novos produtos elaborados à base de arroz. O consumo de arroz nos Estados Unidos cresceu mais rapidamente que o dos demais grãos (Livezey, 1995).

Em agosto de 1993, o Conselho de Arroz dos Estados Unidos, conjuntamente com o Departamento de Agricultura, organizou uma reunião de trabalho sobre este tema, da qual resultaram as seguintes conclusões:

- (1) O arroz é conhecido como um produto para o consumo direto na mesa, como grão inteiro.
- (2) Existe uma grande oportunidade de mercado na pesquisa de pós-colheita e de utilização. Atualmente já existe uma boa base de pesquisa, mas é estrategicamente importante que esta se amplie.
- (3) O arroz tem uma boa imagem como produto saudável. Devem ser enfatizadas as estratégias de penetração de mercado fundamentadas na comunicação e educação do consumidor.
- (4) Deve ser dada ênfase no valor agregado. A tendência mundial é que a matéria prima represente cada vez menos o produto que o consumidor adquire.
- (5) Deve ser ampliado o conhecimento básico sobre os componentes químicos do arroz (USDA, 1993).
- (6) Devem ser melhor conhecidos os mercados potenciais do arroz, tais como farelo, amido, óleos, casca, proteína, farinhas, etc.

É imperativo, portanto, desenvolver e implementar tecnologias que permitam reduzir os custos unitários de produção a valores que tornem o arroz competitivo em nível mundial, mesmo sob esquemas protecionistas adversos como os enfrentados pela América Latina.

As tendências globais da América Latina conjugam-se para definir necessidades tecnológicas para o futuro diferentes daquelas que prevaleciam em décadas passadas. O auge da agricultura comercial com maior número de agricultores medianos, a maior demanda agroindustrial, a concentração de consumidores nas grandes cidades, a baixa relação entre o número de habitantes por hectare de terra na América Latina, entre outros fatores, estabelecem necessidades muito particulares para a geração de tecnologias apropriadas, especialmente no que se refere ao arroz, um produto comercial, mecanizado e com alto potencial agroindustrial.

Os usos agroindustriais do arroz (concentrado animal, óleos, álcoois, amidos e farinhas) encontram-se ainda no limiar econômico e, portanto, não se generalizaram em grandes volumes exceto no caso dos subprodutos de engenho.

Este potencial é de vital importância, pois a existência de uma ampla demanda, não somente no âmbito do consumo direto de arroz como para usos industriais, garante que tecnologias melhoradas não resultem em queda nos preços internos, ocasionando perdas aos produtores, mas que os preços contêm com um nível mínimo que assegure rentabilidade, permitindo a saída de excedentes de produção de arroz branco na forma direta até a indústria.

Dentre as metas mais destacadas da pesquisa de arroz dos anos 60, encontra-se o desenvolvimento de cultivares com boa resposta aos fertilizantes, alto rendimento e ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. Depois do êxito quase imediato desta estratégia (IR8 foi o oitavo cruzamento entre Peta e Deo Geo Woo Gen, no Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz-IRRI), para obter este tipo de planta), passou-se a buscar resistência a pragas e a intensificar os requerimentos para qualidade culinária e de engenho.

Cada vez mais, os consumidores (em sua maioria urbanos) consomem produtos mais elaborados, mais sofisticados, com maior conteúdo de valor agregado. Isto se reflete no mencionado auge da agroindústria na América Latina. Os padrões de aceitabilidade dos produtos mudam. O arroz aceitável para a indústria não tem as normas e condições de tamanho, forma, cor, qualidade de engenho, etc. que tem aquele vendido nas prateleiras dos supermercados. Os melhoristas, até agora, têm prestado, com razão, muita atenção à aparência física do arroz branco.

A evidência mostra que alguns destes parâmetros tradicionais podem mudar para buscar maior aceitação de produtos que, como o arroz, também chamado o cereal dos trópicos, têm um amplo potencial para participar no crescente processo agroindustrial da América Latina. À medida que existe uma

forte demanda pelos subprodutos do beneficiamento, o preço deve aumentar. Dessa forma, o retorno econômico não deverá ser medido pelo índice de grãos inteiros no beneficiamento e sim pelo rendimento total da cultivar no campo e sua idoneidade para a agroindústria que a requeira.

A presença de uma agroindústria que demande o produto como insumo próprio promove a estabilidade do mercado total e confere vínculos importantes ao processo de valor agregado vertical até a obtenção de produtos mais elaborados. Relacionam-se, a seguir, algumas das vantagens econômicas gerais creditadas ao processamento de produtos perecíveis:

- As flutuações dos preços são atenuadas, garantindo rendas estáveis aos produtores e melhores preços aos consumidores. A demanda torna-se mais elástica a partir do momento em que o produto passa a compor a agroindústria, criando-se um preço mínimo para o mesmo.
- Matéria prima de baixa qualidade, que normalmente não serviria ao mercado de arroz branco, passa a ser utilizada para transformação industrial.
- A colheita pode ser negociada antes do plantio, com produtores integrados à agroempresa, permitindo que o risco de variações fortes nos preços seja manejado.
- Vínculos importantes são estabelecidos com o resto da economia, aumentando o valor agregado e integrando a atividade primária de forma mais sólida no processo.

Estas considerações destacam a importância de uma indústria de processamento. Uma vez que a demanda potencial existe, a oferta deve possuir custo competitivo com outros insumos alternativos, para deslocá-los pelo menor preço. A expansão agroindustrial media importantes vínculos com o resto da economia. No Texas, estimam-se que 45% dos produtos de arroz sejam originários do setor primário, enquanto os outros 55% relacionam-se com transformação e serviços relacionados (Taylor et al., 1994).

Na América Latina existe um grande potencial para melhorar os rendimentos, especialmente no que se refere a práticas de manejo, bem como através da expansão e melhor uso da área irrigada, sob semeadura direta, sistema de cultivo predominante na região. Somente assim o arroz poderá continuar em um ritmo de expansão compatível com as necessidades de nutrição destes países.

## O ARROZ NA AMÉRICA LATINA E CARIBE ATÉ O SÉCULO XXI

O auge da tecnologia arroseira e da atividade econômica a ela ligada levou ao fortalecimento das associações de produtores em muitos países (Brasil, Colômbia, Equador, Venezuela, Uruguai, República Dominicana, entre outros), como também à colaboração crescente do setor privado com o setor público nos programas de pesquisa e à interação cada vez mais articulada dos programas nacionais com o programa de arroz do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Em apenas 25 anos foi obtido um avanço impressionante a nível institucional, tanto na concepção da pesquisa local e internacional de arroz, na transferência e na capacitação como na ação associativa e cooperativa. Os benefícios derivados do esquema vigente são inquestionáveis. Sabe-se, entretanto, que o esquema não tem rendido tanto quanto poderia: a colaboração internacional em nível de ALC está apenas iniciando. Os processos de privatização na região abrem novos horizontes para estreitar ainda mais os vínculos comerciais e colaborativos entre o setor privado e o público assim como entre os diferentes países.

Um aspecto fundamental do desenvolvimento de tecnologias arroseiras para o futuro relaciona-se com os chamados problemas de segunda geração, que enfocam sobretudo o manejo da propriedade (Moscardi, 1992). A nova era da informação e da informática implica em dar maior prioridade à capacitação gerencial, ao fortalecimento associativo e aos aspectos de manejo de cultivo do que ao componente genético, considerado primordial no passado.

Existem pelo menos três acontecimentos relevantes, capazes de modificar o âmbito institucional no qual se desenvolve a pesquisa de arroz irrigado na ALC, em nível regional. Em primeiro lugar, é claro que a geopolítica mundial está colocando maior atenção em outros blocos de países que não a ALC. Em segundo lugar, os doadores do Grupo Consultivo para a Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR) têm direcionado sua agenda de pesquisa para recursos naturais, dedicando menor prioridade a produtos específicos como o arroz. Em terceiro lugar, o CIAT, atualmente um centro piloto no enfoque de recursos naturais dentro do CGIAR e que detinha o mandato regional de arroz para a região, por não ter entre seus ecossistemas prioritários de pesquisa as terras baixas arroseiras, enfatiza as ladeiras e as terras baixas ácidas do trópico, onde o importante é o arroz de sequeiro e não o irrigado. Assim, a pesquisa específica para arroz irrigado no CIAT encerra em dezembro de 1994. Diante desta realidade, os países latino-americanos enfatizam a necessidade de manter algo similar ao esquema atual de geração e transferência de novas tecnologias para arroz irrigado (germoplasma e manejo) em um ambiente de recursos escassos por parte de doadores para a região.

O novo modelo institucional pretende reunir vários aspectos que permitam ter uma base para que a pesquisa arrozeira seja estável, eficiente e responda diretamente às necessidades estratégicas dos países da ALC. É óbvio que o setor arrozeiro latino-americano já alcançou um estado de maturidade que lhe permite aspirar o controle da pesquisa internacional até o ponto de poder assumir a total responsabilidade da mesma, para que esta seja motivada pela demanda tecnológica e pelas próprias necessidades, ao invés de permitir que doadores externos à área orientem suas prioridades. O desafio consiste em tomar o controle, e para isto é necessário gerar uma boa parte dos recursos internamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANO S., C. G. Geopolítica, bloques y liberación comercial. *Revista SAC*, Bogotá, n.901, Dic. 1992.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. *CIAT in the 1990's: a strategic plan*. Cali, 1990. 1v.

DRUCKER, P. *Gerencia para el futuro: el decenio de los 90 y más allá*. Bogotá: Norma, 1993. 1v.

HATAYA, N. Urban-rural linkage of the labor market in the coffee growing zone in Colombia. *The Developing Economies*, Tokyo, v.31, Mar. 1992.

LIVEZEY, J. Consumo de arroz nos Estados Unidos. In: *CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE*, 9., 1994, Goiânia. *Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1995. v.1 (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 60).

MOSCARDI, E. Desafios tecnológicos en el agro frente a la apertura y globalización de las economías. In: *REUNION DE ACEA*, 1992, Cali, Colombia.

SANINT, L.R. Seguridad alimentaria y pobreza rural: retos frente al la apertura económica. In: *REUNIÓN DE ACEA*, 1992, Cali, Colombia.

A SURVEY of agriculture: grotesque. **The Economist**, London, v.325, n.7.789, p.AS1-AS20, 1992.

TAYLOR, E.L.; RISTER, M.E.; GOODWIN, H.L.; WALLER, M.L.  
**Economic and employment impacts: a study of the Texas rice industry.**  
In: RICE TECHNICAL WORKING GROUP, 25., 1994, New Orleans.  
**Proceedings.**

USDA. US RICE COUNCIL. Developing innovative, non-conventionl uses for rice. In: RICE UTILIZATION WORKSHOP, 1993, New Orleans.  
**Proceedings.**

WEBB, A. **Rice quality issues and international trade: a research agenda.** In: RICE TECHNICAL WORKING GROUP, 25., 1994, New Orleans.  
**Proceedings.**

ZAMBRANO, H. **La productividad, la rentabilidad y la competitividad del cafe colombiano.** Bogota: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1989. 1v.

**TEMA: ALTERNATIVAS DE ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA  
AGRÍCOLA NA AMÉRICA LATINA**



# **UM NOVO MODELO DE APOIO À PESQUISA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE**

Mark D. Winslow<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

O apoio financeiro dos países desenvolvidos para a pesquisa agrícola internacional, incluindo o arroz, está diminuindo rapidamente. O orçamento do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), da mesma forma que o das instituições irmãs do Grupo Consultivo para a Pesquisa Agrícola Internacional (GCIAR), em termos reais (inflação ajustada), é atualmente 40% menor do que era há cinco anos. Por quê?

O forte apoio inicial do GCIAR veio do desejo de prevenir a propagação da fome no mundo. Os doadores agora consideram que a ameaça da fome acabou. Em seus próprios países observam enormes excedentes de alimentos. A maioria dos países em desenvolvimento tornou-se quase ou completamente auto-suficiente e muitos deles estão exportando alimentos, competindo pelos mesmos mercados com os países doadores. Dessa forma, os países desenvolvidos do Norte não mais visualizam a ajuda ao desenvolvimento da agricultura como uma prioridade.

Se esse apoio à pesquisa internacional de arroz desaparecer, o mesmo poderá ocorrer aos benefícios dela derivados. Se tais benefícios interessam aos países da América Latina e Caribe (ALC), então estes, em seu próprio interesse, deveriam criar um novo mecanismo de apoio à pesquisa internacional. Este é o tema deste trabalho.

## **POR QUE É NECESSÁRIO UM MECANISMO INTERNACIONAL?**

Durante o período de 25 anos da Revolução Verde (1967/92) foram obtidos enormes benefícios da pesquisa em arroz, os quais serão descritos mais adiante. Quando este processo teve início, a maioria dos programas nacionais era fraco ou sequer existia. O êxito da Revolução Verde motivou os governos a aumentarem seu investimento nos sistemas nacionais de pesquisa, de forma que, ao final do referido período, muitos deles estavam fortalecidos. Pergunta-se, então: ainda persiste a necessidade de um sistema internacional, ou esse trabalho está terminado?

---

<sup>1</sup> Líder do Programa de Arroz, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aereo 67-13, Cali, Colômbia.

A resposta pode residir no conceito de vantagem comparativa. Existe certo tipo de atividade que, por sua própria natureza, é vantajoso que seja conduzido através de um enfoque internacional.

O esforço internacional apresenta uma vantagem comparativa quanto à movimentação entre países de "mercadorias da pesquisa" (germoplasma, tecnologia, metodologias, informação, etc.) de interesse comum através das fronteiras. Esta é a base do trabalho em rede.

A segunda vantagem comparativa de um mecanismo internacional é aquela resultante da economia de escala, ao agregar recursos para desenvolver as mercadorias da pesquisa. Individualmente, os países podem não estar dispostos a oferecer apoio integral à pesquisa básica ou estratégica, que é onerosa, de alto risco e de longa duração. Mas, poderiam desejar unir esforços com outros países para esse mesmo objetivo. Esse tipo de pesquisa levaria a maiores compensações e os benefícios seriam repartidos entre todos os parceiros.

Em ambas as situações descritas, um elemento básico é a ligação desenvolvida entre os parceiros dos países envolvidos. Por ser considerado um elemento neutro, um mecanismo internacional freqüentemente oferece vantagem comparativa na formação das ligações transnacionais.

Existem momentos em que um país ou uma sub-região necessita de mercadorias de pesquisa que não são importantes para outros países ou sub-regiões. Assim, um mecanismo internacional pode ser útil ao estabelecer ligações entre países ou usar sua capacidade para realizar a pesquisa requerida.

## **IMPACTO DA PESQUISA INTERNACIONAL EM ARROZ**

Conforme sugerido anteriormente, os mecanismos internacionais apresentam vantagem comparativa em duas situações: transferência de tecnologia entre países e economia de escala em pesquisa estratégica. O CIAT tem operado como mecanismo internacional por 25 anos. Existe alguma evidência de que este mecanismo realmente gerou os referidos benefícios?

Os registros indicam que a transferência de germoplasma entre países tem sido muito importante na ALC. Das 239 cultivares de arroz lançadas na região a partir de 1967, 60% originaram-se de progenitores provenientes de outros países (Tabela 1). Deste percentual, 37% tiveram origem no CIAT, 15% no Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI), 6% em outros programas fora da ALC, principalmente Ásia, e 2% em outros países da ALC. Desde 1976, esta transferência de germoplasma entre países tem-se formalizado através da Rede Internacional para Avaliação Genética do Arroz na América Latina e Caribe (INGER-LAC), coordenada de forma conjunta pelo CIAT e IRRI. Durante esse período, 38% das cultivares lançadas na região são introduções realizadas através dessa rede.

**TABELA 1. Origem das linhas de arroz lançadas como cultivares na América Latina e no Caribe, no período de 1967/93.**

País	Origem da Fonte de Germoplasma					Total de Cultivares Lançadas	Total (em %) Introduzido no País pelo INGER-LAC desde 1976***
	América		Ásia/África				
	Do País	CIAT*	Outras**	IRRI	Outras**		
Argentina	3	-	-	-	-	3	-
Belize	-	1	-	-	-	1	1
Bolívia	-	2	1	1	-	4	4
Brasil	28	25	2	9	7	71	22
Colômbia	1	15	-	2	-	18	-
Costa Rica	-	6	-	1	-	7	3
Cuba	5	-	1	2	-	8	1
Chile	2	1	-	-	-	3	-
República Dominicana	6	1	-	2	-	9	2
Equador	-	3	-	3	-	6	4
El Salvador	-	4	-	-	-	4	1
Guatemala	-	6	-	-	1	7	5
Guiana	2	-	-	1	-	3	-
Honduras	-	5	-	-	-	5	5
México	20	3	-	10	2	35	6
Nicarágua	-	4	-	1	-	5	4
Panamá	3	3	-	-	-	6	-
Paraguai	-	2	-	-	2	4	3
Peru	8	3	-	4	-	15	4
Suriname	12	-	-	-	-	12	-
Uruguai	6	-	-	-	-	6	-
Venezuela	-	5	-	-	2	7	7
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>89</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>239</b>	<b>72</b>
<b>Porcentagem</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>38***</b>

\* Projeto colaborativo CIAT, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) e Federação de Arrozeiros da Colômbia (FEDEARROZ).

\*\* Inclui principalmente os programas nacionais de outros países.

\*\*\* Porcentagem de todas as cultivares lançadas desde 1976, quando o INGER-LAC começou.

Quais benefícios podem ser atribuídos à economia de escala? O CIAT tem conduzido pesquisa estratégica por 25 anos, mas essa pesquisa não tem impacto direto. O impacto decorre da incorporação desses resultados a tecnologias que possam ser adotadas pelos agricultores. No caso particular do CIAT, isto tem sido basicamente na forma de germoplasma. Como mostram os dados da Tabela 1, o CIAT foi a maior fonte externa (37%) de germoplasma lançado como cultivar na ALC no último quarto de século. Este germoplasma contém avanços estratégicos no que diz respeito a rendimento, precocidade, resistência ao acamamento, qualidade de grão, resistência à brusone, à *Tagosodes* e ao vírus da "hoja blanca", além de outras características. Tais fatos sugerem que avanços estratégicos valiosos aos países da região foram efetivamente obtidos através do mecanismo internacional.

## **BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA PESQUISA INTERNACIONAL**

Como qualquer outro investimento, o mecanismo internacional de pesquisa em arroz justifica seu valor se os benefícios ultrapassam os custos. O que foi obtido até agora?

Durantes os últimos 25 anos foram realizados vários estudos sobre o impacto econômico da pesquisa internacional em arroz na ALC, e todos levam a um panorama similar. A análise mais recente e completa, desenvolvida por Sanitt (1992), utiliza um modelo de "excedente econômico", enfocando o aumento da eficiência de produção de arroz resultante de nova tecnologia, observado através do aumento da produção regional e diminuição de preços aos consumidores. O arroz adicional, produzido por uma tecnologia mais eficiente, representa um excedente econômico ou um benefício líquido para a sociedade, que pode ser expresso em cifras. Pelo modelo, esses benefícios foram estimados em US\$ 590 milhões anuais - total este transferido à sociedade durante um período de 25 anos. Tais benefícios devem se continuar enquanto a tecnologia for efetiva.

Além do efeito direto da adoção de cultivares semi-anãs de alto rendimento (HYVs), este pacote de benefícios inclui o uso mais eficiente de fertilizantes, agroquímicos, água e maquinaria, que ocorreu ao mesmo tempo. Obviamente, estes benefícios não podem, na realidade, ser separados um do outro. O pacote integral não teria tido êxito sem as cultivares semi-anãs, por exemplo, e nem estas o teriam sem os outros elementos do pacote.

Apesar disso, algumas suposições podem ser feitas acerca da fração do benefício que pode ser atribuído às novas cultivares. Isto leva a uma estimativa de US\$ 270 milhões do total anual de benefícios atribuídos à adoção das HYVs.

Do montante dos benefícios advindos do uso do germoplasma, quanto pode ser atribuído à pesquisa internacional em arroz em relação à pesquisa nacional? Novamente, é aparente uma grande sinergia e interdependência entre estes componentes, sendo difícil e também arbitrário separá-los. Considerando, numa estimativa grosseira, que 50% dos benefícios sejam atribuídos à pesquisa internacional, este percentual equivale a US\$ 135 milhões anuais.

Como comparar este benefício com o custo? Tomando como constante o valor do dólar de 1990, o custo total do Programa de Arroz do CIAT variou de US\$ 0,2 milhões anuais, em 1967, a US\$ 4,0 milhões, em 1990. Um valor médio de US\$ 2 milhões representa somente 1,5% dos benefícios, ou uma relação benefício/custo de mais de 60 para 1.

Os economistas preferem expressar a relação custo-benefício através da “taxa interna de retorno” (IRR), que é similar ao juro que o banqueiro recebe por um investimento. Supondo que a sociedade (o banqueiro) investiu consistentemente na pesquisa internacional em arroz no período 1967/92, qual foi a taxa de juros (retorno) obtida quanto aos benefícios descritos anteriormente? O cálculo revela que a sociedade recebeu uma IRR de 69% de juros, compostos a cada ano no período.

Imagine uma aplicação que gere 69% de juros, compostos anualmente, durante 25 anos! Poucas aplicações privadas ou públicas chegaram próximas a esta taxa de retorno. Esta é uma IRR muito maior que a obtida pela maioria das aplicações em pesquisa agrícola, incluindo as mais bem sucedidas - como é o caso do desenvolvimento do milho híbrido nos Estados Unidos, cuja IRR, segundo Griliches (1958), foi de 40%. Valor este semelhante àqueles obtidos pela pesquisa global em milho e trigo do CIMMYT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1992) e em arroz do IRRI. Resumindo, a pesquisa internacional em arroz na ALC tem demonstrado um incrível sucesso nos últimos 25 anos.

## **QUEM SÃO OS BENEFICIÁRIOS?**

Quem recebe realmente estes benefícios “sociais”? O modelo utilizado por Sanint (1992) indica a porção recebida por dois grupos. Produtores comerciais de arroz (cerca de 300 mil pessoas) receberam uma terça parte dos benefícios totais, através do aumento da lucratividade do cultivo de arroz. Cerca de 460 milhões de consumidores de arroz da ALC receberam as duas terças partes restantes dos benefícios, na forma de preços mais baixos. Durante este período, o preço do arroz diminuiu quase 40%, um benefício realmente substancial.

Entretanto, esta análise deixa de fora alguns grupos importantes. O modelo de excedente econômico não inclui todos os benefícios obtidos pelos beneficiadores, particularmente aqueles resultantes da venda de subprodutos, como arroz quebrado, farelo e óleo. Também não inclui os benefícios recebidos pelos intermediários, distribuidores, varejistas e outros que se beneficiaram pelo aumento nas vendas de produtos e serviços aos produtores de arroz. Estes grupos se beneficiaram substancialmente à medida que uma maior quantidade de arroz foi movimentada nos canais de mercado.

Um terceiro grupo de beneficiários deve ser mencionado: o governo e, em grande parte, a sociedade. Um fornecimento de baixo custo e confiável do mais importante componente alimentar na dieta dos menos favorecidos contribui diretamente à manutenção da paz e da saúde humana, fatores fundamentais para ao desenvolvimento. Recentemente, em alguns países, onde o controle dos preços foi suprimido, têm ocorrido rebeliões devido à fome. Outros países, como medida de prevenção às rebeliões, vêm importando alimentos que poderiam ser produzidos localmente, drenando do tesouro nacional valiosos recursos. Por todas essas razões, os países na ALC como também os banqueiros da região - inclusive os dos países desenvolvidos - deveriam manter ainda um significativo interesse em apoiar a pesquisa arroteira.

## **OS BENEFÍCIOS DA PESQUISA INTERNACIONAL ACABARAM?**

O maior êxito do período 1967/92 foi a introdução, em 1968, da cultivar semi-anã IR-8 de alto rendimento na região. Na realidade, 24 anos mais tarde, o seu potencial de rendimento ainda não foi superado. Baseando-se neste fato, poder-se-ia pensar que os investimentos em pesquisa internacional de arroz, desde meados dos anos 70 em diante, não tenham resultado em maiores benefícios. Isto pode ser testado comparando-se o número de cultivares derivadas de germoplasma internacional com o total de cultivares lançadas na região (Tabela 2). Surpreendentemente, esta proporção parece estar aumentando ao invés de diminuir, tendo atingido, nos últimos dois anos, 65% de todos os lançamentos na região. Os melhoristas, produtores e beneficiadores sabem que o protótipo IR-8 necessita sofrer melhoramento para precocidade, qualidade de grão e resistência a doenças. Avanços nesse sentido têm levado a uma contínua liberação de cultivares melhoradas nos últimos 24 anos e, à medida que são adotadas, as produtividades têm aumentado gradativamente (Tabela 2).

**TABELA 2. Tendências no lançamento das cultivares originadas em germoplasma internacional de arroz na América Latina e Caribe nos últimos 25 anos.**

Período	Nº de Cultivares Lançadas na ALC		Porcentagem Originária do CIAT**	Rendimento Médio do Arroz Irrigado na ALC
	Total	Origem CIAT*		
1967/71	23	2	9	3.5
1972/76	32	4	13	4.0
1977/81	32	14	44	4.0
1982/86	42	18	43	4.4
1987/91	85	44	52	4.5
1992/93	20	13	65	4.6

\* Projeto colaborativo CIAT, ICA e FEDEARROZ na Colômbia.

Fonte: Banco de Dados do Programa de Arroz do CIAT.

Dados de um passado marcante como este dizem alguma coisa acerca do futuro? Um mecanismo internacional de pesquisa ainda parece ter uma vantagem comparativa em certas tarefas que complementam a pesquisa nacional, conforme discutido anteriormente. Caso estas tarefas sejam definidas cuidadosamente de forma que aumente a eficiência da pesquisa regional e não a duplique, é provável que os benefícios da pesquisa internacional em arroz continuem excedendo os custos.

## **REDUÇÃO DO APOIO DOS DOADORES DE PAÍSES DESENVOLVIDOS**

Os doadores de países desenvolvidos têm reduzido suas contribuições ao CIAT, incluindo o Programa de Arroz, de 40% em termos reais (inflação ajustada), desde 1989. As razões para tais cortes foram tratadas na introdução. O mundo desenvolvido não mais percebe uma ameaça de fome global como percebia no final dos anos 60. Em lugar disto, observam que os países em desenvolvimento estão se tornando fortes competidores no mercado de exportação internacional. O fim da guerra fria também eliminou a justificativa de investir no desenvolvimento como um meio de deter a influência do comunismo. Os fundos estrangeiros de ajuda que costumavam estar disponíveis para a agricultura estão agora direcionados a ajudar os antigos países comunistas a reconstruir suas sociedades.

A perda de recursos tem afetado as atividades do CIAT, uma tendência que tem preocupado os programas nacionais. No que concerne a um programa holístico, o Programa de Arroz do CIAT está agora abaixo de uma "massa crítica". Não é possível oferecer os serviços esperados em áreas como socioeconomia, agronomia, entomologia, manejo integrado de pragas ou atividades de rede. Os doadores simplesmente não estão mais fornecendo recursos suficientes para realizar tais trabalhos. Mesmo a atividade tradicional de melhoramento de germoplasma está ameaçada por estes cortes.

Esta tendência descendente é tão aguda e inexorável que soluções "band-aid", tipo cobrir as debilidades através de arranjos "ad-hoc", não resolveriam o problema. Este é um ponto crucial, no qual um novo modelo de apoio para a pesquisa internacional em arroz deve ser desenvolvido, caso os benefícios devam ser mantidos.

## **MANTENDO A PESQUISA INTERNACIONAL EM ARROZ UTILIZANDO OS BENEFÍCIOS PARA PAGAR OS CUSTOS**

Os benefícios da pesquisa internacional em arroz revertem-se aos consumidores, produtores, processadores, vendedores e indústrias relacionadas (fornecedores de insumos, serviços, etc.). Caso uma pequena parte destes benefícios seja reinvestida em pesquisa, pode ser criado um ciclo auto-alimentado e sustentado, o que ajudaria a manter a ALC em uma situação competitiva em um mundo constantemente em mudança.

Quais modelos poderiam atingir esses objetivos e como poderiam ser postos a funcionar?

## **EXEMPLOS DE MODELOS DE OUTROS CULTIVOS E REGIÕES**

Ao aventurar em uma nova área como esta, seria prudente aproveitar a experiência dos outros. Surpreendentemente, existem poucos exemplos de mecanismos internacionais de pesquisa em agricultura que sejam auto-financiados. No mundo desenvolvido, muitas nações (ou grupos de pequenas nações como a Comunidade Econômica Européia - CEE) têm recursos suficientes para apoiar seus próprios sistemas. Frequentemente atuam em blocos econômicos, e preferem não compartilhar seus principais avanços com seus competidores. Entretanto, com frequência, participam em redes, para testes de germoplasma ou monitoramento de doenças, onde cada membro cobre os custos dos ensaios em seu próprio país.

Um exemplo interessante de pesquisa internacional auto-financiada na ALC é o caso da cana-de-açúcar. As instituições de pesquisa em cana-de-açúcar do Brasil, Colômbia, Maurítânia, África do Sul e Flórida, Havaí, Texas e o

Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) reúnem fundos para conduzir pesquisa em genética molecular e biotecnologia visando o melhoramento da cultura. Estes recursos provêm dos benefícios da pesquisa, uma vez que estas instituições obtêm seus recursos através da coleta de impostos (direta ou indiretamente) tanto de produtores como da comunidade de consumidores.

Na prática como funciona este sistema? O acordo internacional é formalizado por meio de uma simples carta de entendimento de duas páginas. Este é um empreendimento conjunto entre instituições já existentes, não sendo criada uma nova instituição. Não existe custos fixos administrativos ou outras despesas gerais. São realizadas reuniões anuais em que projetos específicos são considerados para financiamento. Os parceiros pagam suas próprias despesas de participação. Apresentam suas propostas de projetos e solicitam apoio para aqueles que consideram de particular interesse. Caso um projeto atraia o interesse somente de um ou poucos parceiros, não é aprovado.

O grupo da cana-de-açúcar financia projetos em lugar de programas fixos porque isto permite flexibilidade e economicidade. São conhecidos o custo e a data de início/conclusão de cada projeto. Se um projeto tiver bom desempenho, os parceiros têm a opção de continuar investindo na área; do contrário, se for malsucedido, o compromisso de financiamento termina com a conclusão do projeto.

Outro caso relevante, e com um enfoque diferente, é o “consórcio” em pesquisa de arroz, conceito desenvolvido pelo IRRI e programas nacionais da Ásia. Neste caso, não existe uma combinação de recursos, cada parceiro tem a responsabilidade de conduzir uma parte específica da pesquisa que se encaixa dentro de um tema ou objetivo comum. Todos devem levar a cabo seus compromissos utilizando recursos próprios. Os resultados são compartilhados entre todos os parceiros. A parceria é limitada, sendo escolhida com base nas capacidades demonstradas e na disponibilidade de recursos para conduzir a pesquisa necessária ao consórcio.

## **EM DIREÇÃO A UM MODELO PARA APOIAR A PESQUISA INTERNACIONAL EM ARROZ NA ALC**

Os exemplos de consórcios em cana-de-açúcar e arroz proporcionam alguns conceitos valiosos, mas o setor arroseiro da ALC deve considerar sua própria situação e necessidades. De uma maneira geral, as instituições nacionais de arroz da ALC não são tão sólidas quanto os grupos da cana-de-açúcar, que incluem vários países desenvolvidos. A maioria das instituições açucareiras dispõe de recursos para criar e melhorar seu “pool” gênico de forma contínua, enquanto muitos dos programas nacionais de arroz da ALC não contam com

tanto. Os freqüentes inícios e suspensões de projetos, como ocorre no modelo da cana-de-açúcar, poderiam resultar em quebras de continuidade, fator importante para o desenvolvimento do "pool" de genes de arroz na ALC.

O modelo de consórcio do IRRI pode ser apropriado para a Ásia, que possui programas nacionais de arroz grandes e com recursos. Mas existem poucas instituições de arroz na ALC suficientemente fortes para realizar pesquisa estratégica em arroz para toda a região, como requer este modelo. Problemas de pesquisa de alta prioridade para países menos desenvolvidos e que podem ser sem importância para as poucas instituições fortes da região, correriam o risco de serem deixados de lado. Além disso, qual seria o elemento capaz de estabelecer os enlaces entre os países e manter o consórcio operativo?

Um modelo atualmente em discussão está sendo denominado de "parceria", no qual incluem-se instituições dispostas a contribuir com os recursos que o grupo considere necessários ao êxito do empreendimento. Estes recursos podem ser tanto de ordem financeira quanto de qualquer outra (pessoal, infraestrutura). Por exemplo, o CIAT poderia contribuir com sua infra-estrutura, contatos e mandato em nível de ALC, enquanto o IRRI e o Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento (CIRAD) contribuiriam com pesquisadores. As instituições de pesquisa nacionais governamentais poderiam colaborar oferecendo locais-chave para pesquisa, laboratórios e tempo dos pesquisadores. As associações de produtores e beneficiadores participariam com os recursos financeiros para as atividades de parceria. Desta maneira, a parceria seria um tipo de associação interinstitucional, mas não uma instituição em si mesma. Esta associação teria uma Junta Diretora representando os parceiros, que se reuniria anualmente para decidir as atividades que seriam desenvolvidas, assim como a admissão de novos membros.

Este modelo de parceria tem o poder de reunir os elementos da vantagem comparativa internacional e continuidade, e gerar recursos suficientes para ser efetivo e eficiente. Entretanto, ainda precisa ser muito discutido e requer contribuições de todos os possíveis parceiros. Nesse momento, o CIAT está conduzindo intensa discussão com as organizações nacionais visando traduzir este modelo conceitual em uma forma de realidade prática.

## CONCLUSÕES

A pesquisa internacional na ALC tem apresentado um forte impacto nos últimos 25 anos. Apesar disso, tem estado totalmente dependente de financiamento externo, o qual está sendo consistentemente reduzido. Contudo, ainda persiste na região a necessidade de um mecanismo internacional engajado em atividades que envolvam movimento transnacional de tecnologias, e onde economias de escala sejam obtidas através da condução de pesquisa estratégica.

A solução parece ser encontrar um mecanismo para reciclar uma pequena porção dos benefícios de pesquisa com a finalidade de apoiá-la. Atualmente existem poucos exemplos de tais mecanismos em outros cultivos. Estes exemplos proporcionam alguns conceitos importantes, mas o setor arroseiro latino-americano terá que adicionar suas próprias contribuições para criar um modelo que atenda a suas necessidades particulares. Este será um processo de aprendizagem, com tentativas e erros à medida que o mecanismo progrida. Mesmo correndo estes riscos, a região não deve esquivar-se dessa atividade, porque existem grandes benefícios a serem ganhos, ou perdas, caso falhar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. CIAT, CIMMYT and CIP: their role in agricultural research in Latin America and the Caribbean. Cali: CIAT/CIMMYT/CIP, 1992. 54p. (CIAT. Publication, 213).

GRILICHES, Z. Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. *Journal of Political Economy*, Chicago, v.66, p.409-413, 1958.

SANINT, L.R. New rice technologies for Latin America: social benefits, past reminiscences and issues for the future. In: *TRENDS in CIAT Commodities 1992*. Cali: CIAT, 1992. p.1-35. (CIAT. Working Document, 111).



# O MODELO INSTITUCIONAL E O SISTEMA DE PLANEJAMENTO DA EMBRAPA

Murilo Xavier Flores<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O modelo institucional adotado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), para atender à missão e aos objetivos que a sociedade dela espera, foi formulado conforme a Deliberação EMBRAPA 015/92, com base nos seguintes critérios:

**Relacionamento com o Setor Público Estadual** - Procura evitar a superposição ou inibição dos sistemas estaduais de pesquisa, buscando a integração com os mesmos.

O princípio federativo constitucional, o efeito descentralizador da reforma tributária e fiscal e a tendência para a estadualização e a municipalização das políticas de desenvolvimento pressionam as instituições federais a concentrarem sua ação naquilo que excede a capacidade individual dos Estados ou que represente o interesse simultâneo de vários Estados.

A EMBRAPA deve, portanto, executar pesquisas estratégicas de âmbito nacional ou regional e estadual, quando os Estados não dispuserem de sistema próprio ou quando tais ações forem consideradas estratégicas para o País. Neste último caso, havendo interesse mútuo, a EMBRAPA poderá realizar pesquisa de interesse municipal ou estadual mediante modalidade de parceria.

**Relacionamento com o Setor Privado** - O modelo institucional deve estimular e apoiar a participação do setor privado no processo de geração e difusão tecnológica de interesse do complexo agropecuário, agroindustrial e florestal através de contratos de parceria. O novo arranjo institucional somente permite a presença da EMBRAPA em novas áreas onde o setor privado ainda não atue, e em áreas e atividades estratégicas para a sociedade ou de alto risco para o referido setor.

**Racionalização Organizacional** - O modelo baseia-se nos princípios de racionalização organizacional. A necessidade de modernização das ações do Estado e da busca de maior eficácia no uso dos recursos públicos tem implicações profundas sobre o tamanho e a gerência das instituições públicas

---

<sup>1</sup> Presidente, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Caixa Postal 04.0315, 70770-901 Brasília, DF, Brasil.

federais. Por isso, o modelo institucional deve evitar a presença de mais de uma Unidade de Pesquisa da EMBRAPA no mesmo local ou situadas em municípios relativamente próximos; aquelas concentradas em determinados Estados ou, ainda, as passíveis de ter administração unificada.

A EMBRAPA apoiará os sistemas estaduais de pesquisa nas suas ações de modernização institucional, englobando desde a matriz institucional aos processos e métodos de trabalho, bem como o relacionamento com os demais instrumentos de política agrícola e econômica.

. **Descentralização e Autonomia** - O modelo institucional considera o processo de descentralização e autonomia administrativa em curso na Empresa.

A EMBRAPA apóia as iniciativas dos sistemas estaduais de pesquisa que objetivem a descentralização e autonomia, buscando a modernização e o fortalecimento desses sistemas, respeitadas as suas especificidades políticas, técnicas e administrativas.

. **Especialização** - Os desafios da modernização da agricultura, a crescente valorização da questão ambiental e o próprio avanço do conhecimento humano exigem maior especialização e concentração de esforços nas Unidades de Pesquisa, a fim de que possam responder com maior eficiência às solicitações e às necessidades da sociedade.

Visando facilitar a interação com parceiros, clientes, usuários e beneficiários, a EMBRAPA está sendo organizada para obter principalmente produtos de pesquisa acabados, ou seja, produtos que possam ser imediatamente adotados no contexto do "negócio agrícola". Produtos de pesquisa com estas características exigem planejamento integrado e ação multidisciplinar sistêmica, de modo que a contribuição dos diversos ramos do conhecimento os transformem em tecnologias.

Na concepção do Sistema EMBRAPA de Planejamento (SEP), consideraram-se a missão, objetivos e diretrizes institucionais definidas no II Plano Diretor da EMBRAPA (PDE), bem como as seguintes premissas:

- . é compatível com os critérios básicos que nortearam a criação do novo "Modelo Institucional da EMBRAPA", implantado a partir da Deliberação 015/92, de 24 de agosto de 1992;
- . está estruturado de forma que permita à EMBRAPA atender de maneira eficiente às suas obrigações junto ao Poder Executivo e ao Congresso Nacional, no tocante ao seu Plano Plurianual de Investimentos (PPA), onde estão caracterizados os programas, projetos e ações prioritárias da Empresa, com seus respectivos objetivos e metas, para um período de cinco anos;
- . facilita o atendimento de políticas governamentais, reajustando-se de forma contínua e dinâmica;

- . é normativo para o planejamento e execução da programação de pesquisa e de suporte desenvolvida pelas unidades da EMBRAPA, e indicativo para as instituições do SNPA e SIBRATER;
- . além da função política, consideram a função doutrinária ao estabelecer objetivos, diretrizes e prioridades orientadores das Unidades centrais e descentralizadas e de seus respectivos planos diretores;
- . além dos aspectos positivos da experiência anterior em planejamento e do atual Modelo Circular de Programação, incorpora os novos aspectos relacionados com o contexto atual; e
- . atende a princípios gerais de administração no que refere à unidade de direção, hierarquia, responsabilidade, especialização, competência, continuidade e organização acima dos interesses individuais.

Além dessas premissas, o SEP considera:

- . o processo de descentralização com monitoramento central, conforme política governamental vigente;
- . a definição de prioridades regionalizadas;
- . a aplicação plena do enfoque de pesquisa e desenvolvimento (P & D), que é orientado pela demanda de tecnologias e pelo enfoque sistêmico;
- . a interação mais intensa com o sistema produtivo agropecuário, agroindustrial e florestal e com seu ambiente externo, incluindo beneficiários, usuários e clientes;
- . a articulação entre a pesquisa e a extensão;
- . o incentivo ao trabalho interinstitucional e interdisciplinar para possibilitar uma intervenção planejada e simultânea de várias áreas do conhecimento com objetivo final convergente; e
- . a otimização na alocação e no uso dos recursos humanos, materiais e financeiros.

## O MODELO INSTITUCIONAL

O modelo institucional da EMBRAPA compreende dois tipos de ação:

- . **Ação Direta**, através das unidades da Empresa: Centros de Temas Básicos, Centros de Referências de Produtos, Centros de Referência Ecorregionais e Serviços Especiais. Inclui também a ação de coordenação do SIBRATER;
- . **Ação de Cooperação**, de âmbito nacional ou internacional, com ênfase às atividades de interesse comum executadas em parceria com instituições

cooperantes ou àquelas realizadas em decorrência de programas conjuntos, desenvolvidos sob a égide do Governo Federal e Estadual, nos quais as funções normativas, indicativas e de acompanhamento hajam sido delegadas à EMBRAPA.

## **. CARACTERIZAÇÃO DA AÇÃO DIRETA**

A ação direta será desenvolvida pela EMBRAPA através das seguintes categorias de unidades:

### **.. Centros de Temas Básicos**

Os Centros de Temas Básicos são unidades de pesquisa que concentram massa crítica e recursos suficientes para avançar a fronteira do conhecimento. Detêm competência científica em uma série de frentes, permitindo o avanço tecnológico em áreas estratégicas. Têm abrangência nacional, visto que seu grupo prioritário de clientes é constituído pelas instituições do SNPA e do setor privado de pesquisa tecnológica. Estas unidades são denominadas Centros Nacionais de Pesquisa de Temas Básicos (CNTs).

São entendidos igualmente como CNTs aqueles dedicados aos estudos básicos ou estratégicos aplicados, indispensáveis e comuns a vários Centros de Produtos ou Ecorregionais, cuja realização requer recursos humanos especializados, equipamentos e instrumental de alto custo, de modo que a sua multiplicação por grande número de unidades tornar-se-ia excessivamente onerosa.

Aos CNTs compete também, dentro dos limites de sua área, apoiar as demais unidades da EMBRAPA e as instituições do SNPA e SIBRATER para a solução de problemas por elas apontados.

### **.. Centros de Referência de Produto(s)**

Os Centros de Referência de Produtos são aqueles em que a combinação de ganhos tecnológicos produz avanços práticos em determinado produto. Tais centros de pesquisa têm abrangência nacional e são denominados de Centros Nacionais de Pesquisa de Produtos (CNP's).

Os CNPs têm por atribuição a pesquisa de um ou mais produtos, para o que concentrarão massa crítica e recursos, de maneira que venham a constituir centros de excelência para o produto ou produtos considerados. Os estudos serão aplicados de forma vertical, abrangendo todo o espectro de

variáveis associadas à espécie ou espécies consideradas, desde os aspectos básicos relacionados à genética, ao meio físico onde a espécie é criada ou cultivada, passando todo o processo produtivo, o modelo de exploração e transformação do produto até a divulgação das tecnologias associadas, segundo o enfoque de P & D.

Os CNPs dedicam sua atenção em pesquisas que ultrapassam as fronteiras estaduais e os limites das regiões geopolíticas e ecológicas. Por isso, terão sempre presente a preocupação de evitar a superposição ou inibição dos sistemas estaduais e outras instituições afins.

Como Centros de Referência, cabe-lhes a missão de apoiar os Centros de Referência Ecorregionais e as demais instituições do SIBRATER nas questões relacionadas com a geração dos produtos ou espécies componentes de seu mandato, devendo atender a demanda dos segmentos predominantes nas diversas ecorregiões do País.

Os Centros de Referência de Produto, a critério da Diretoria Executiva, poderão ter como função adicional apoiar o processo de coordenação e assessoramento às instituições do SNPA e SIBRATER, dentro de suas respectivas áreas de abrangência. Tal função somente será desempenhada por um Centro de Referência de Produto quando não houver um Centro de Referência Ecorregional que possa desempenhá-la.

## **.. Centros de Referência Ecorregionais**

Os Centros de Referência Ecorregionais são aqueles onde a combinação de ganhos tecnológicos produz avanços práticos em determinada macrorregião ecológica. Devem buscar soluções tecnológicas que contribuam para o desenvolvimento sustentável das ecorregiões e sua integração ao processo produtivo nacional. Têm abrangência regional e suas atividades são relacionadas com as instituições componentes do SNPA, SIBRATER, outras instituições públicas ou privadas e demais atores econômicos envolvidos nos diferentes segmentos que compõem o "negócio agrícola" na ecorregião.

Estes centros são denominados Centros Ecorregionais de Pesquisa Agropecuária ou Agroflorestal (CPAs), e objetivam fornecer subsídios para o melhor aproveitamento dos recursos naturais e socioeconômicos das regiões de sua abrangência e estabelecer estudos biofísicos, buscando obter sistemas de produção que contribuam para o desenvolvimento sustentável da ecorregião.

Dentro desse enfoque e atentos às prioridades nacionais e regionais, os CPAs procurarão, através da atuação conjunta de equipes multidisciplinares e com o apoio das demais estruturas componentes do

Modelo, desenvolver sistemas de produção mais eficientes para os produtos ou conjunto de produtos economicamente viáveis na região de abrangência, a fim de contribuir para o aumento da produção e produtividade, da melhoria da qualidade de vida, da conservação e preservação dos recursos e da sustentabilidade da atividade agroflorestal. Nesses Centros, todo ser humano, produto, espécie animal ou vegetal será considerado uma variável do sistema de produção.

A critério da Diretoria Executiva, esses Centros poderão ter como função adicional apoiar o processo de coordenação e de assessoramento às instituições do SIBRATER, dentro de suas respectivas áreas de abrangência.

Na Amazônia, o enfoque ecorregional se viabilizará através de uma rede de centros de pesquisa agroflorestal. Em caráter excepcional, e apenas no caso da Região Norte, os Centros de Pesquisa poderão ter abrangência estadual, dedicando-se principalmente à adaptação de tecnologias na Unidade da Federação onde estiverem localizados. Devem reunir equipes multidisciplinares suficientes para o atendimento à pesquisa e ao desenvolvimento de sistemas de produção prioritários para as condições socioeconômicas da Unidade Federativa considerada. À medida que a Unidade Federativa contemplada com um centro de âmbito estadual tenha interesse e condições de responder pela condução da pesquisa, a EMBRAPA poderá transferir para o governo respectivo as estruturas e a responsabilidade pela manutenção e gerência dos referidos centros.

Estes centros de pesquisa terão enfoque agroflorestal, dando ênfase às pesquisas que visam o desenvolvimento sustentável da Amazônia, e receberão apoio das demais unidades de pesquisa da EMBRAPA e do SNPA para o equacionamento e a resolução dos problemas que afetam os sistemas de produção em estudo.

## **.. Serviços Especiais**

Os Serviços Especiais têm como atribuição geral promover, apoiar e executar a manutenção ou distribuição de produtos, processos e serviços, através da estreita colaboração com os centros de pesquisa, visando a sua utilização pelos segmentos agropecuário, agroindustrial e florestal.

Esta categoria compreende unidades cuja missão esteja voltada para o atendimento a clientes externos na prestação de serviços que não são oferecidos pelos Centros de Temas Básicos, Centros de Referência de Produtos e Centros de Referência Ecorregionais.

## **.. Núcleos e Estações Experimentais**

A EMBRAPA poderá ter ainda, em caráter excepcional, núcleos de pesquisa e desenvolvimento e estações experimentais vinculados a suas unidades.

Os núcleos serão criados por ato especial da Diretoria Executiva, nos casos em que o tamanho da equipe diretamente envolvida ou a natureza da missão não justificar a criação de um centro específico para tal. Estes núcleos terão programação técnica e recursos financeiros específicos, mas não terão autonomia administrativa, usando para tanto a infra-estrutura física e o apoio administrativo da unidade a que estiverem vinculados.

Além dos núcleos, a Empresa, também através de ato especial da Diretoria Executiva, poderá contar com estações experimentais vinculadas às suas unidades de pesquisa, quando a programação técnica destas justificar a existência de um contingente de recursos humanos e materiais distante da sede das mesmas. A criação de estações experimentais somente deverá ocorrer quando as demandas não puderem ser atendidas por outra unidade da Empresa, pelas instituições do SNPA ou através de parcerias com o setor privado.

## **. CARACTERIZAÇÃO DA AÇÃO DE COOPERAÇÃO**

A EMBRAPA, através da ação de cooperação e integração institucional com os sistemas estaduais de pesquisa agropecuária e de extensão rural, deverá estimular o desenvolvimento de atividades conjuntas, evitando a superposição e inibição de tais sistemas. Por outro lado, buscará a parceria com o setor privado no esforço de pesquisa agrícola e de assistência técnica e extensão rural, procurando integrar todos os setores relacionados com o "negócio agrícola" para o desempenho de sua missão e alcance de seus objetivos.

Dentro desse enfoque, a atuação da EMBRAPA caracterizar-se-á pela busca das mais diversas formas de cooperação e pelo apoio que deverá emprestar às diferentes instituições que realizam pesquisa agrícola e extensão rural. Para este mister procurará aliar-se às universidades, aos Estados e ao setor privado para a execução de trabalhos comuns, mediante acordos, convênios, contratos de cooperação de serviços ou outras formas que se mostrarem factíveis ou convenientes.

A integração dos centros de pesquisa da EMBRAPA com os sistemas estaduais e o setor privado deverá ocorrer através de duas formas básicas:

### **(1) Ações de Parceria**

A parceria é entendida como uma ação de respeito mútuo e convergência de interesses entre instituições, independente do tamanho da organização ou de sua posição financeira. Prevalece o comprometimento institucional com objetivos comuns e flexibilidade para responder aos desafios apresentados pelos parceiros.

Esse modo de atuação da Empresa deverá nortear o relacionamento da EMBRAPA com o SNPA, SIBRATER, secretarias estaduais de agricultura, prefeituras municipais, universidades, instituições nacionais de planejamento e desenvolvimento regional, instituições internacionais e estrangeiras, públicas ou privadas, organizações não-governamentais e o segmento político.

### **(2) Apoio Técnico-científico e Capacitação**

A EMBRAPA deverá prestar assessoramento permanente aos sistemas estaduais de pesquisa agropecuária e de extensão rural. Tal assessoramento deverá se dar tanto através do apoio técnico-científico e gerencial ao desenvolvimento das ações pertinentes, como na capacitação de recursos humanos.

Além disso, a Empresa apoiará os sistemas estaduais na captação de recursos e, sempre que possível, estabelecerá mecanismos de cooperação financeira que permitam apoiar os projetos de pesquisa e de assistência técnica e extensão rural que tenham importância estratégica em nível regional ou nacional.

## **O SISTEMA EMBRAPA DE PLANEJAMENTO (SEP)**

### **. FIGURAS PROGRAMÁTICAS**

O sistema de planejamento possui figuras programáticas em duas dimensões: de caráter vertical ou institucional e de caráter horizontal ou interinstitucional.

#### **.. Dimensão Vertical**

A dimensão vertical do sistema de planejamento diz respeito às ações executadas de forma relativamente autônoma pela unidade de pesquisa e possui três figuras de planejamento: Planos Diretores; Plano de Ação Estratégica; e Planos Anuais de Trabalho.

### **(1) Planos Diretores**

O Plano Diretor é o instrumento de planejamento estratégico pelo qual define-se o rumo futuro da instituição no cumprimento de sua missão. Trata-se de documento básico de orientação e direcionamento, com dimensão temporal de médio e longo prazos, no qual são explicitados a missão, os objetivos, as diretrizes e as estratégias da instituição. De periodicidade quinquenal, este documento é elaborado tanto para a Empresa como um todo (PDE), como para cada unidade descentralizada (Planos Diretores das Unidades Descentralizadas - PDUs) e para o conjunto de Unidades Centrais (Plano Diretor da Sede - PDS).

### **(2) Plano de Ação Estratégica (PAE)**

O PAE é o instrumento programático do Sistema de Planejamento que, para um período de três anos, compatibiliza a missão, os objetivos, as diretrizes e estratégias do conjunto de Planos Diretores da Empresa (PDE, PDUs e PDS) com a alocação de recursos humanos, materiais e financeiros dos Planos Anuais de Trabalhos (PATs). É aprovado anualmente na Lei de Orçamento e previsto para o período correspondente no PPA.

O PAE é o mecanismo gerencial pelo qual as prioridades nacionais e ecorregionais são implementadas pela alocação de recursos para um período de três anos, sendo reformulado a cada ano. Apresenta, de forma agregada, a programação técnica e de suporte, o plano de investimentos e os seus respectivos orçamentos, o que permite que, anualmente, a Diretoria Executiva ao revisá-lo possa proceder os reajustes e remanejamentos de recursos necessários ao cumprimento de sua missão e seus objetivos.

### **(3) Planos Anuais de Trabalho (PATs)**

O PAT é o documento operacional que sintetiza a programação anual da Unidade Central ou Descentralizada da Empresa ou instituição participante do SNPA ou SIBRATER, visando o cumprimento de suas respectivas missões e objetivos. O PAT especifica, para cada unidade ou instituição, as necessidades de recursos humanos, materiais e financeiros para a operacionalização das atividades previstas num dado ano.

## **.. Dimensão Horizontal**

Na dimensão horizontal são definidos mecanismos e instrumentos que terão como função principal aglutinar as ações das unidades e instituições envolvidas. São ações que exigem, portanto, o esforço conjugado de várias unidades de pesquisa. O sistema de planejamento possui quatro figuras básicas na dimensão horizontal, quais sejam: programa, subprograma, projeto e subprojeto.

### **(1) Programa**

Os Programas devem refletir os grandes temas/áreas estratégicos e prioritários para o desenvolvimento da agropecuária, agroindústria e florestas do País, definidos no PDE e em consonância com o PPA.

O Programa é a figura que define a política institucional. A partir do PDE, estabelece as prioridades e orienta a formulação de Projetos. Os Programas cobrem temas prioritários abrangentes, nos quais a organização se propõe a desenvolver atividades para atingir seus objetivos e cumprir sua missão. Deve ter um objetivo claro e atingível a médio e longo prazos, e orientar a alocação de recursos humanos, materiais e financeiros da EMBRAPA.

O Programa tem, preferencialmente, abrangência nacional, envolvendo ações tipicamente multiinstitucionais. O estabelecimento das prioridades de cada Programa é realizado de acordo com as demandas do setor produtivo.

### **(2) Subprograma**

O Subprograma é uma figura programática auxiliar, que poderá ser criada pela Diretoria Executiva, sempre que for detectada a necessidade de maior desagregação de um Programa. Tal desagregação poderá ser feita por temas, produtos ou ecossistemas, segundo a natureza do Programa.

Como no caso do Programa, o Subprograma deve ter um objetivo claro e atingível de médio e longo prazos. Dada a conceituação adotada para Subprograma (parte de um Programa), o Sistema de Planejamento não contemplará Subprogramas isolados ou desvinculados de Programa.

### **(3) Projeto**

O Projeto é a figura programática que envolve ações com vistas a resolver problemas prioritários, definidos em determinado Programa e com enfoque de P & D. Quanto à natureza e abrangência dos Projetos, estes devem agregar um conjunto de ações que visem solucionar um problema relevante detectado por todos os setores envolvidos no processo, principalmente, pelos usuários e clientes da pesquisa.

O Projeto visa concretizar a demanda advinda das ecorregiões. É a figura onde são alocados os recursos e geradas as tecnologias, os processos e serviços, envolvendo sua adoção e os impactos sociais, econômicos e ambientais.

O Projeto deve ser abrangente, ter caráter sistêmico e interdisciplinar e envolver o trabalho de equipes multidisciplinares de uma ou mais instituições de pesquisa agropecuária ou de extensão rural, com competência para atingir os objetivos almejados. O Projeto é liderado, preferencialmente, pela unidade ou instituição de maior competência técnica, e existirá para viabilizar o Programa. O Projeto conta com recursos humanos, físicos e financeiros específicos, alocados anualmente para o cumprimento das diversas ações previstas nos seus respectivos Subprojetos.

Os Projetos, conforme a natureza do problema tratado, poderão ser enquadrados em uma das quatro categorias a seguir especificadas: (1) projetos para atender às demandas tecnológicas do setor produtivo, com recursos próprios da EMBRAPA; (2) projetos para atender demandas do setor produtivo, custeadas pelo interessado ou por recursos de terceiros; (3) projetos que visam o avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos, sem aplicação imediata no setor produtivo, com recursos próprios da Empresa; e (4) projetos que visam o avanço de conhecimentos, custeados pelo interessado ou por recursos de terceiros.

De acordo com o tipo de envolvimento institucional ou participação da iniciativa privada, o Projeto poderá ter caráter multiinstitucional (projetos cooperativos, envolvendo mais de uma instituição na sua execução) ou uniinstitucional (projetos locais, executados por uma única instituição).

O Projeto abrangerá todas as etapas do processo de inovação tecnológica, desde a geração de conhecimentos até a adoção de tecnologias, dentro da filosofia de P & D.

#### **(4) Subprojeto**

O Subprojeto é a figura programática através da qual o pesquisador ou a equipe de pesquisadores ordena as atividades a serem desenvolvidas com o objetivo de solucionar problemas específicos e relevantes dentro de cada tipo de Projeto.

O Subprojeto será uma figura programática de âmbito uniinstitucional ou local, elaborado apenas em nível interno de cada uma das unidades ou instituições participantes de determinado Projeto. Todos os Subprojetos devem estar vinculados a Projetos, podendo haver exceção quando se tratar de experimentos em rede.

O levantamento das demandas do mercado, incluindo parceiros, usuários, clientes e beneficiários, constitui responsabilidade essencial do componente institucional (dimensão vertical) do sistema de planejamento. Essas demandas orientarão as ações dos programas (dimensão horizontal).

## **.. MECANISMOS BÁSICOS DE ARTICULAÇÃO**

Para assegurar a perfeita integração e participação interinstitucional, bem como o envolvimento dos clientes, usuários e parceiros, o SEP prevê os seguintes mecanismos de articulação:

### **.. Conselhos Assessores**

A Diretoria Executiva criou o Conselho Nacional, que atuará na Empresa como um todo, bem como Conselhos Ecorregionais. Tais órgãos terão caráter consultivo e de assessoramento.

Os Conselhos Nacional e Ecorregionais assessoram o processo da definição das prioridades em atendimento às demandas tecnológicas de mercado detectadas junto aos usuários, clientes e beneficiários da pesquisa e da extensão.

As demandas tecnológicas terão suas origens nas ecorregiões, sendo identificadas com o apoio dos sistemas estaduais e dos centros ecorregionais de pesquisa, em articulação com os centros nacionais de pesquisa de temas básicos e de produtos, além dos próprios Conselhos Ecorregionais.

Os Conselhos Ecorregionais opinam sobre os PDUs e respectivos PATs das unidades de pesquisa da EMBRAPA localizadas em suas jurisdições, tomando como referência as demandas tecnológicas ecorregionais correspondentes.

### **.. Comissões e Subcomissões Técnicas**

Cada um dos programas, especialmente aqueles de caráter técnico-científico, terá uma Comissão Técnica, que será responsável pelo planejamento e montagem inicial do Programa (estabelecimento das prioridades nacionais e regionais), em articulação com os Conselhos, e pela análise, acompanhamento e avaliação dos projetos integrantes do Programa.

A critério de cada Comissão Técnica, poderá ser proposto à Diretoria Executiva a criação de subprogramas, com suas respectivas Subcomissões Técnicas, para apoiá-la no processo de seleção das prioridades e na análise e aprovação dos projetos apresentados, conforme critérios formalmente preestabelecidos, bem como assessorá-la no acompanhamento e na avaliação técnica do respectivo Programa.

Na constituição de cada Comissão Técnica e de suas respectivas Subcomissões, deverão ser considerados aspectos de representatividade regional e de interinstitucionalidade, além da qualificação técnica.

## **.. Comitê Técnico Interno**

Cada Unidade da Empresa deverá criar um Comitê Técnico Interno para prover o assessoramento técnico à chefia, no que se refere à formulação, ao acompanhamento e à avaliação, em nível interno, de seus próprios projetos e subprojetos.

## **. GERENCIAMENTO DO SISTEMA**

O gerenciamento do SEP deverá ser descentralizado. Entretanto, a Sede da Empresa exercerá as seguintes atribuições gerenciais de âmbito nacional:

- . monitoramento do ambiente externo através do constante acompanhamento dos indicadores socioeconômicos, políticos e tecnológicos relacionados com os cenários alternativos de interesse da ciência e tecnologia na agropecuária;
- . definição das políticas, diretrizes e estratégias globais, e permanente adequação das mesmas às políticas de Governo e ao ambiente externo;
- . coordenação geral das atividades de planejamento da pesquisa; e
- . acompanhamento, controle e avaliação das ações de pesquisa e suporte, com apoio de um sistema de informação gerencial e de auditoria técnica.



# NOVO MODELO INSTITUCIONAL PARA A PESQUISA AGROPECUÁRIA NA COLÔMBIA: O CASO DE CORPOICA

Fernando Chaparro<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

A Corporação Colombiana de Pesquisa Agropecuária (CORPOICA) foi criada em 25 de janeiro de 1993 como parte do processo de reestruturação do Instituto Colombiano Agropecuário (ICA), através do Decreto 2141, e do Programa de Modernização do Estado.

Estabelecido como corporação mista, sem fins lucrativos, o CORPOICA é regido pelas normas de direito privado, que reflete um esforço conjunto do setor público e do setor privado no campo da pesquisa agropecuária. No seu estabelecimento associaram-se o Governo (através do ICA), as principais associações agropecuárias do país, universidades, centros privados de pesquisa e organizações não governamentais (ONGs) de desenvolvimento rural.

O objetivo geral do CORPOICA é contribuir para melhorar o bem-estar da população colombiana através da geração, transferência e adoção de tecnologia, buscando tornar a atividade agropecuária mais eficiente e competitiva. No âmbito deste objetivo geral, as atividades da Corporação orientam-se dentro de quatro objetivos específicos:

- Aumentar a competitividade do setor agropecuário;
- Integrar o pequeno produtor a este processo, buscando um desenvolvimento eqüitativo;
- Assegurar o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, baseada no uso racional dos recursos naturais e do meio ambiente; e
- Desenvolver capacitação científica e tecnológica em nível nacional que permita ao país gerar a tecnologia que necessita, ter acesso à tecnologia de ponta e contar com adequada capacidade para executá-la.

O presente trabalho tem por objetivo descrever o novo modelo de organização da pesquisa, ressaltando as alterações sofridas e suas vantagens em relação ao antigo modelo.

---

<sup>1</sup> Diretor, Corporação Colombiana de Pesquisa Agropecuária (CORPOICA), Carrera 13A37-68, Piso 14, Santafé de Bogotá, Colômbia.

## **CARACTERÍSTICAS DO NOVO MODELO ORGANIZACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA COLOMBIANO**

O estabelecimento da Corporação Colombiana de Pesquisa Agropecuária faz parte de uma reforma substancial do enfoque e da estrutura organizacional da pesquisa agropecuária utilizada na Colômbia durante os últimos trinta anos. O novo modelo organizacional utilizado para estabelecer o CORPOICA como corporação mista de direito privado baseia-se nas novas formas de associação entre o Estado e o setor produtivo previstas na Lei de Ciência e Tecnologia. Com o desenvolvimento do novo modelo organizacional buscam-se seis objetivos básicos: (1) aumentar a efetividade e a eficiência dos programas de pesquisa e transferência de tecnologia, adotando critérios e mecanismos operativos do setor privado na gestão da pesquisa agropecuária; (2) vincular mais ativamente o setor privado a este esforço através de novas formas de associação estabelecidas pela Lei de Ciência e Tecnologia; (3) assegurar que a pesquisa responda aos problemas do setor produtivo e do país; (4) com base no objetivo anterior, fortalecer e reorientar as atividades de pesquisa e transferência de tecnologia, buscando mobilizar maiores recursos financeiros; (5) descentralizar e regionalizar a pesquisa agropecuária; e (6) desenvolver enfoques e metodologias mais participativos, através dos colegiados ou juntas regionais e dos programas colaborativos que caracterizam a Corporação.

No novo modelo institucional adotado para a pesquisa agropecuária na Colômbia existem dois fatores que desempenham papel especialmente importante. Em primeiro lugar, a vinculação do setor privado à administração pública através do novo modelo organizacional da Corporação e, em segundo lugar, o desenvolvimento de novas bases financeiras para a pesquisa agropecuária do país, mobilizando recursos de diversas fontes. Estes dois aspectos são altamente complementares: enquanto o primeiro propõe novas formas de governabilidade baseadas em estruturas organizacionais inovadoras que vinculam o setor privado ao setor público, o segundo leva ao desenvolvimento de novos mecanismos de financiamento requeridos para o bom funcionamento do sistema.

### **. O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS FORMAS DE GOVERNABILIDADE**

São descritas a seguir algumas das principais características da Corporação que definem os alcances e o conteúdo do novo modelo organizacional.

Por sua natureza Jurídica, o CORPOICA é uma corporação mista, regida pelas normas do direito privado, sem finalidade lucrativa. Não é considerado um caso de privatização da pesquisa como aconteceu no setor de tecnologia industrial. Pelo contrário, no caso de setor agropecuário existe uma presença contínua e um compromisso do Estado, mas através de formas associativas com o setor privado e com as ONGs de desenvolvimento rural. O CORPOICA baseia-se em novas formas organizacionais e modalidades de ação já mencionadas.

Busca integrar os mecanismos e práticas do setor privado à gestão pública. Experiências similares estão surgindo em alguns países da América Latina, dando origem a um novo "setor institucional" e evitando a tradicional dicotomia entre "o público" e "o privado". Nos países desenvolvidos este tipo de "joint venture" entre o governo e o setor privado ocorre comumente.

Estabelece-se uma participação direta dos usuários da tecnologia (produtores, ONGs de desenvolvimento rural e outros usuários) na orientação dos programas de pesquisa e transferência e, portanto, na administração da instituição, definindo uma das principais características do novo modelo organizacional: o "controle social" da pesquisa, que é realizado através de Juntas Regionais e outros colegiados.

Abandona-se o modelo de uma única instituição pública e busca-se articular um Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária. Neste último cabe um papel importante às universidades, aos centros de pesquisa privados e às ONGs de desenvolvimento rural. Ressalta-se, entretanto, que com a divisão do instituto ou corporação de pesquisa em muitas instituições pequenas, incorre-se no risco de atomização excessiva. O modelo anterior estabelece o tema das economias de escala no mundo da pesquisa, assim como a necessidade de assegurar "massas críticas" naquelas áreas que se considerem pertinentes.

No desenvolvimento do modelo da Corporação foram adotados critérios e introduzidos mecanismos de orientação e controle com as seguintes finalidades:

- .. Assegurar que a Corporação não se limite a atender demanda de tecnologia surgida em consequência de mecanismos de mercado (produtores com capacidade de contratação).
- .. Assegurar que os programas da Corporação respondam a três objetivos sociais considerados importantes: (1) realizar a pesquisa básica necessária ao fortalecimento da capacidade científica no país e

de apoio aos programas de desenvolvimento tecnológico que se embasam em uso intensivo da ciência; (2) gerar tecnologias para pequenos produtores (economias campestinas); e (3) desenvolver sistemas de produção sustentáveis que sejam compatíveis com o uso racional do meio ambiente. Tais atividades não são financiadas facilmente com base em mecanismos de mercado, e requerem apoio do Estado.

Com relação ao estilo de trabalho e ao enfoque predominantes no ICA como instituição pública, estão ocorrendo profundas mudanças na cultura organizacional. Algumas das novas características são:

- .. Visão estratégica na orientação dos programas da Corporação.
- .. Planejamento e programação participativa que envolva os usuários da tecnologia, baseada em uma clara descentralização e regionalização de programas.
- .. Atitude empresarial e ênfase no atendimento ao cliente.
- .. Orientação para resultados.
- .. Administração por programas e por projetos.
- .. Ênfase sobre “performance” e qualidade dos resultados.
- .. Projeção voltada à comercialização dos resultados da pesquisa e à produção.
- .. Ênfase na avaliação e no seu acompanhamento como instrumento básico para assegurá-la.
- .. Fortalecimento da capacidade de manejar informação e de encontrar processos de “aprendizagem institucional” que melhorem a capacidade de resposta da Corporação às necessidades de seus clientes, beneficiários e usuários.
- .. Incentivos ao pesquisador e à consolidação de grupos e escolas de pesquisa.

Com a finalidade de assegurar uma mudança efetiva na cultura organizacional está sendo conduzido um extenso programa de capacitação de recursos humanos, visando fomentar a criatividade, a inovação e a adoção dos enfoques mencionados no parágrafo anterior.

**ASPECTOS RELACIONADOS COM O FINANCIAMENTO DO NOVO MODELO ORGANIZACIONAL: ESTRATÉGIA DE FINANCIAMENTO DO CORPOICA**

Um aspecto importante no processo de consolidação do CORPOICA é o desenvolvimento de uma estrutura de financiamento diversificado, com o fim de assegurar uma sólida base para suas operações no futuro. A estrutura financeira do CORPOICA baseia-se em cinco fontes de financiamento:

- (1) tesouro nacional;
- (2) geração de recursos próprios, através da comercialização dos resultados da pesquisa e da venda de serviços tecnológicos;
- (3) financiamento de projetos por parte de instituições ou fundações nacionais (COLCIENCIAS, por exemplo);
- (4) contribuições dos parceiros, seja como capital ou co-financiamento de programas colaborativos (programas conjuntos) de pesquisa e transferência de tecnologia, firmando-se convênios para tal fim; e
- (5) cooperação técnica internacional, seja multilateral (Banco Mundial, por exemplo) ou bilateral (com países desenvolvidos).

Com a criação do CORPOICA, o compromisso do Estado é de seguir apoiando financeiramente os programas de pesquisa e transferência de tecnologia no setor agropecuário do país, sendo o CORPOICA uma das principais entidades encarregadas de levar a cabo esta atividade. Portanto, o tesouro nacional é, e continuará sendo, a principal fonte de recursos com que conta a Corporação. Mas levando em consideração a própria natureza da instituição, bem como os objetivos pretendidos com sua criação, a estratégia de financiamento adotada está orientada para aumentar a proporção de recursos que provêm das outras quatro fontes, principalmente da segunda (geração de recursos próprios) e da quarta (co-financiamento de programas colaborativos de pesquisa e transferência de tecnologia). Assim, é possível desenvolver e co-financiar um programa ou uma área de pesquisa com um parceiro, uma universidade ou uma associação.

Sob o novo modelo organizacional, a geração de recursos próprios é chamada a desempenhar um papel de grande importância, através do adequado manejo da comercialização dos resultados da pesquisa (incluindo sementes) como mecanismo de financiamento da mesma. Não se trata meramente de uma operação comercial com finalidade de lucro privado, mas de utilizar este mecanismo como um meio para gerar recursos para a pesquisa, no contexto de uma Corporação que desenvolve uma função social. A comercialização dos resultados da pesquisa (pacotes tecnológicos, sementes, etc.) pode ser feita em cooperação com entidades privadas ou com organizações de desenvolvimento

rural que trabalhem com comunidades camponesas. Uma das condições para tanto é que a propriedade intelectual dos resultados da pesquisa e da tecnologia desenvolvida permaneça na Corporação. Atualmente estão sendo examinadas várias experiências sobre o assunto obtidas na América Latina e em países desenvolvidos.

Um objetivo importante do modelo organizacional adotado é o de mobilizar recursos financeiros adicionais para a pesquisa agropecuária do país. Neste contexto, os "Fundos Para-Fiscais" criados em vários ramos do setor agropecuário podem desempenhar um papel particularmente importante. Isto pode ser alcançado através do co-financiamento de programas conjuntos de mútuo interesse, mobilizando recursos da Corporação e dos "fundos para-fiscais" de objetivo específico, já existentes ou em processo de criação. Isto poderia levar ao estabelecimento de um mecanismo mais sólido de financiamento da pesquisa agropecuária na Colômbia, similar aos mecanismos de financiamento existentes na Argentina, no Brasil ou no Uruguai. Entre os casos em andamento na Corporação, vale mencionar o convênio com o Fundo de Fomento Agropecuário para desenvolvimento do Programa Nacional de Oleaginosas, basicamente financiado com as contribuições dos produtores de soja. Como no caso anterior, estes programas conjuntos podem ser co-financiados pelo CORPOICA e pela associação interessada em seu desenvolvimento. Da mesma forma, programas de pesquisa e transferência de tecnologia podem ser desenvolvidos e financiados em cooperação com as universidades do país ou com entidades territoriais (Secretarias de Agricultura dos Estados, por exemplo).

Como parte desse esforço, será explorada a possibilidade de utilizar os incentivos tributários que atualmente existem para fomentar a inversão em pesquisa pelo setor privado e, portanto, para fomentar o aporte a programas colaborativos de pesquisa e transferência de tecnologia que a Corporação possa desenvolver com associações ou grupos de produtores.

## **MODALIDADES DE AÇÃO DO CORPOICA E POLÍTICA DE COOPERAÇÃO COM OS PARCEIROS DA CORPORACIÓN**

O CORPOICA opera através de quatro modalidades de ação.

(1) **Programas Regulares** - componente mais importante das atividades da Corporação, financiado a partir do orçamento anual e cuja principal fonte de recursos é o tesouro nacional. Estes programas, que constituem o eixo central das atividades da Corporação, desenvolver-se-ão em nível nacional, regional e local. Os programas iniciados em janeiro de 1994 foram formulados no segundo semestre de 1993, através de um processo de programação que envolveu diagnóstico, caracterização dos sistemas de produção e análise do "estado da arte", realizados por grupos de trabalho estabelecidos para tal fim.

(2) **Programas Colaborativos** - modalidade de ação desenvolvida com associações, universidades ou outras instituições do setor agropecuário, em áreas de interesse comum. Estes programas são financiados através de contribuições especiais feitas tanto pela Corporação como pela outra instituição interessada no programa. Um exemplo deste tipo de atividade é o Programa Nacional de Oleaginosas desenvolvido com o Fundo de Fomento Agropecuário, com base em contribuições feitas pelos produtores de soja. Outro exemplo é o programa atualmente desenvolvido com a Federação dos Arrozeiros (FEDEARROZ).

(3) **Empresas ou programas de risco compartilhado** - modalidade de ação apoiada pelo CORPOICA conjuntamente com outras entidades, de natureza pública ou privada. Estas empresas ou programas estão voltados à geração, validação, comercialização ou utilização de uma tecnologia específica. O principal objetivo deste tipo de atividade é o de fazer a ponte entre pesquisa e produção ou comercialização, visando facilitar processos de inovação no setor produtivo e o estabelecimento de empresas ou atividades produtivas. O papel da Corporação no estabelecimento destas empresas poderá variar conforme o caso, podendo ser de participação direta ou atuar mais como promotor ou facilitador.

(4) **Prestação de serviços tecnológicos** - modalidade de ação realizada nas áreas de competência da Corporação. Um exemplo é o apoio que a Corporação prestará ao ICA através de serviços tecnológicos (por exemplo, serviços de laboratório) considerados pertinentes ao desempenho de suas funções.

Ênfase especial será dada aos programas colaborativos desenvolvidos com associações, produtores, universidades ou organizações de assistência técnica ou de desenvolvimento rural (ONGs). Com este fim estão sendo examinadas várias experiências latino-americanas e de outros países no desenvolvimento de programas ou de empresas de risco compartilhado, que buscam estabelecer uma ponte mais estreita entre pesquisa e produção. Um exemplo deste tipo de experiência é o Programa de Vinculação Tecnológica que o Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) vem desenvolvendo na Argentina. Algumas das atividades recentemente desenvolvidas nos programas comerciais poderão evoluir nesta direção. Por este meio tentar-se-á superar o "gargalo da garrafa" que tradicionalmente tem confrontado a pesquisa agropecuária no país: os frágeis vínculos com a produção. Este é um dos fatores que levaram à reorganização da pesquisa agropecuária na Colômbia. Para tanto, será adotado um enfoque amplo de "cadeias agro-alimentares", buscando fortalecer os múltiplos vínculos agro-industriais com o objetivo de desenvolver novos mercados para os produtos agropecuários e gerar maior valor agregado no país. Através do seu Departamento de Relações Externas, a Corporação fomentará ativamente este tipo de programa ou de vínculo com os produtores, sob uma perspectiva agro-industrial. Um dos aspectos inovadores que será

incorporado ao novo enfoque refere-se à necessidade de ir além da entrega de “pacotes tecnológicos” ao produtor, para abordar um aspecto complementar considerado de grande importância neste processo: o desenvolvimento e fortalecimento de uma maior capacidade empresarial no setor agropecuário, que está intimamente vinculado à adoção e uso da tecnologia e ao desenvolvimento da capacidade competitiva.

## **PRINCIPAIS ASPECTOS RELACIONADOS À CONSOLIDAÇÃO DO NOVO MODELO**

### **. CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS E DESENVOLVIMENTO DE UMA NOVA CULTURA ORGANIZACIONAL**

Do ponto de vista dos recursos humanos requeridos para alcançar os objetivos da Corporação, é indispensável contar com pessoas criativas e inovadoras, com convicção da importância do seu trabalho, capacidade de trabalho em equipe, clara compreensão dos objetivos pretendidos e atitude empresarial que deve caracterizar a ação em todos os níveis.

O desenvolvimento desta capacidade e desta nova cultura organizacional está orientando um programa de indução e de capacitação que será implantado na Corporação ao longo dos próximos meses. Esta é uma das principais características do novo modelo organizacional, e sua importância reside no fato de que busca mudar a atitude e a motivação predominantes no pessoal em todos os níveis. Este processo de mudança no ambiente organizacional será acompanhado de dois aspectos importantes que complementam o anterior: (1) mudanças na estrutura organizacional, nos mecanismos administrativos e de apoio à pesquisa e na formação de pesquisadores, que buscam o desenvolvimento de uma instituição flexível e ágil, capaz de responder às necessidades de seus clientes e de seu ambiente externo; e (2) capacitação orientada para ampliar os conhecimentos de gestão e de administração de centros e programas de pesquisa entre o pessoal encarregado, buscando desenvolver uma maior capacidade empresarial no manejo dos mesmos. O conceito e enfoque de “gestão de programas” e “gestão de projetos” será desenvolvido entre o próprio pessoal científico, com o propósito de eliminar a tradicional dicotomia entre o mundo dos pesquisadores e o mundo dos administradores, que freqüentemente afigura-se em centros ou institutos de pesquisa.

#### **. MECANISMOS PARTICIPATIVOS: INSTALAÇÃO DO COMITÊ NACIONAL, JUNTAS REGIONAIS E JUNTAS LOCAIS**

Um dos próximos passos será estabelecer os colegiados que constituem o mecanismo de “controle social” da pesquisa, os quais formam parte integrante do modelo organizacional adotado. Referem-se às Juntas Locais, Juntas Regionais e ao Comitê Nacional do CORPOICA, cujos estatutos já foram aprovados pela Junta Diretora da Corporação. São estes colegiados que determinarão a orientação dos programas de pesquisa e transferência da Corporação, no contexto da política estabelecida pelo Conselho Nacional de Pesquisa Agropecuária. Dos mencionados comitês participam pesquisadores reconhecidos pela sua trajetória no setor agropecuário e usuários da tecnologia desenvolvida pela Corporação, como produtores, associações, universidades e outras instituições relacionadas com o desenvolvimento agropecuário de cada região. Estes comitês serão estabelecidos nos próximos dois meses.

#### **. POLÍTICA SOBRE PROPRIEDADE INTELECTUAL**

Uma das áreas importantes para a qual deve ser definida uma clara política institucional é a da propriedade intelectual, que vem tomando uma dimensão cada vez maior no processo de geração e utilização do conhecimento no setor agropecuário. Esta política será estabelecida respeitando a legislação nacional, buscando proteger o interesse social perseguido pela Corporação, assim como fortalecer sua capacidade de participar competitivamente em processos de geração, acesso e adoção de tecnologia. Um dos critérios importantes que orientarão este processo é o de assegurar o livre acesso à tecnologia desenvolvida pelo CORPOICA, refletindo a sua natureza social. Ao mesmo tempo, é provável que a política de propriedade intelectual deva buscar um tratamento diferenciado para as quatro modalidades de ação descritas anteriormente. Este é um tema particularmente importante no caso dos programas colaborativos com associações de produtores ou com empresas privadas, devendo ser definido como repartir a propriedade intelectual com a instituição que desenvolve o respectivo projeto ou programa de pesquisa.

#### **. INTEGRAÇÃO DE UM SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**

O novo modelo organizacional orienta-se para o desenvolvimento de um Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, em lugar do esquema anterior baseado em uma instituição concentrando a maior parte das funções científicas e tecnológicas. Neste novo contexto, as universidades, os centros privados de pesquisa, as corporações de desenvolvimento regional, as ONGs e as associações

têm funções importantes para cumprir, além das desenvolvidas pelo CORPOICA e ICA. Portanto, a Corporação buscará desenvolver programas colaborativos com estas instituições, nas suas respectivas áreas de competência. Existem problemas comuns que interessam a todos, como é o tema da formação de recursos humanos, o qual se reveste de crescente importância no mundo contemporâneo, caracterizado pelo papel central do conhecimento e da tecnologia como fatores de desenvolvimento e como elementos-chave à criação de condições de competitividade e bem-estar social. Estabelece-se, assim, a necessidade de contribuir para o fortalecimento de programas de pós-graduação e a consolidação de grupos de pesquisa em áreas-chave de interesse social.

### **INÍCIO DE PROGRAMAS COLABORATIVOS COM O GOVERNO E COM O SETOR PRIVADO**

Além de seus programas regulares, a nível nacional ou regional, o CORPOICA está iniciando uma série de Programas Colaborativos com instituições governamentais e o setor privado. Dentre estes, podem ser mencionados os seguintes:

- Com base em um convênio com o ICA e com o Ministério da Agricultura, o CORPOICA está encarregado do Programa de Choque Tecnológico, que se encontra em plena execução. Está sendo dada especial ênfase ao acompanhamento das atividades de transferência de tecnologia realizadas no contexto do programa, para assegurar, em casos específicos, a efetiva redução dos custos de produção e aumento da competitividade das áreas trabalhadas pelo programa.
- No contexto do Programa Nacional de Transferência de Tecnologia (PRONATTA) a Corporação está realizando três atividades complementares:
  - .. Está finalizando a elaboração dos projetos de validação e ajuste que serão desenvolvidos neste ano nos diversos CRECEDs, ou pequenas unidades multidisciplinares que realizam ações de validação e transferência de tecnologia, em estreito contato com o produtor.
  - .. Está elaborando um Programa de Capacitação em aspectos metodológicos da caracterização e de outras atividades relacionadas com a identificação de limitantes tecnológicos e com o esboço de programas de assistência técnica. Este programa está orientado para capacitar o pessoal das Unidades Municipais de Assistência Técnica (UMATAs) e dos CRECEDs.

Está preparando projetos orientados para fortalecer certos CRECEDs bem como outros tipos de organizações de nível regional, para que possam desempenhar uma função de apoio às UMATAs como “Unidades Regionais de Apoio Técnico” (URAT).

As referidas atividades englobam também a análise crítica do número e distribuição dos CRECEDs que devem continuar funcionando, levando em conta os recursos disponíveis e os principais ecossistemas a serem cobertos. Muito provavelmente, o número de CRECEDs será reduzido, buscando maior concentração de recursos e maior racionalização de sua distribuição geográfica no país.

Em complementação ao descrito anteriormente, foram planejadas as atividades do programa a serem realizadas este ano com o ICA e com o Fundo DRI, buscando assegurar uma adequada complementaridade com o estabelecido no item anterior.

Foi firmado convênio com o Fundo de Fomento Agropecuário para apoio ao Programa Nacional de Oleaginosas. O mencionado programa já se encontra em desenvolvimento.

Estão sendo estabelecidas as bases para programas colaborativos (“joint ventures”) com diversas associações agropecuárias, em áreas de interesse mútuo. Quatro casos de programas emergentes são:

- .. Com CENIPALMA - programa de pesquisa e transferência de tecnologia referente ao cultivo da palma-de-azeite. Para facilitar o desenvolvimento deste programa está sendo firmado Convênio dentro do qual serão desenvolvidos projetos e/ou atividades específicas, ora em processo de formulação.
- .. Com COAGRO - no contexto das atividades geradas a partir da Lei de Fomento para o Cultivo da Soja está sendo discutido um possível programa de pesquisa e transferência de tecnologia no cultivo, processamento e comercialização deste produto. Este programa será complementar ao Programa Nacional de Oleaginosas, atualmente em execução.
- .. Com CONALGODON - está sendo explorada a possibilidade de desenvolver programa de colaboração para cobrir três aspectos: apoio ao setor algodoeiro através de serviços tecnológicos fornecidos pelo Laboratório de Fibras; programa de colaboração em pesquisa a ser discutido em um futuro próximo; e possível colaboração na comercialização de semente e de resultados de pesquisa.

Com CENICAÑA - estão sendo discutidos possíveis projetos de pesquisa de interesse mútuo, buscando complementação entre as atividades de CENICAÑA e as de CORPOICA.

Está em processo de desenvolvimento, conjuntamente com o ICA, uma Rede de Informação Tecnológica, tanto em nível geral quanto como componente de apoio às atividades das UMATAs.

# MANEJO E FINANCIAMENTO DAS ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS AGRÍCOLAS ATRAVÉS DO SETOR PRIVADO: O CASO DO PERU

Otto Flores-Sáenz<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

É fato conhecido que o Peru e sua agricultura sofreram uma profunda depressão por cerca de três décadas em que o crescimento da agricultura não compensou pelo crescimento populacional. À exceção moderada do trigo, da batata e do arroz, a produtividade de importantes produtos, como milho, cana-de-açúcar, café e algodão, se manteve no mesmo patamar ou foi reduzida. Assim, a produção de alimentos de 260 kg "per capita", nos anos 60, diminuiu para 176 kg, em 1987, fazendo necessário uma maior importação<sup>2</sup>.

Para sair dessa crise, o atual Governo está implementando um conjunto de reformas estruturais que inclui a transferência da maioria das estações experimentais do instituto estatal ao setor privado, às universidades e aos governos regionais. Apesar das difíceis condições que ainda imperam no campo econômico da agropecuária, o setor privado está encontrando várias formas de assumir o financiamento da pesquisa. Esta experiência é abordada no presente trabalho.

## OS PROBLEMAS DO MODELO ANTERIOR

Nas últimas cinco décadas, a pesquisa e a extensão agrícola no Peru têm mostrado uma acentuada instabilidade institucional e financeira. Houveram períodos de significativo progresso nos anos 50 e 60, seguidos de período de descapitalização e abandono nos anos 70 e outro de reativação, mas com excessiva intervenção política e burocrática nos anos 80. Neste último, uma exagerada centralização da política tecnológica no aparato estatal produziu uma gestão ineficiente que não alcançou o objetivo de aumentar a produção para abastecer o consumo doméstico.

Como resultado desta política tecnológica e de outras medidas macroeconômicas que distorceram a economia, a agricultura sofreu uma profunda depressão. O crescimento do setor agrário, com média anual de

---

<sup>1</sup> Assessor do Ministério de Agricultura do Peru, Apartado 2791, Lima, Peru.

<sup>2</sup> Fonte: Ministerio de Agricultura - Oficina de Estadística Agropecuaria, Lima, Peru.

1,81% entre 1970 e 1989, não compensou nem a taxa média anual de crescimento populacional, de 2,53% para o mesmo período<sup>3</sup>. A produção "per capita" do setor agrícola baixou de 231 kg, em 1970, para 176 kg, em 1987, e por isso houve a necessidade de importar mais alimentos, passando de 660 mil toneladas, em 1970, para 2,7 milhões de toneladas, em 1989 (Remolina, 1989).

Na prática, este sistema estatal centralizado consumiu a maior parte dos recursos em aparato burocrático, requerendo um número excessivo de funcionários, equipamentos e edificações, e investiu de forma escassa ou inoportuna no campo. Entre 1980 e 1988, o investimento total do instituto estatal de pesquisa e extensão (que, por sucessivas reestruturações, chamou-se INIA, INIPA e INIAA) atingiu US\$ 206,5 milhões. Estes recursos foram empregados em inversões de capital e/ou fundos operativos para sete programas nacionais de pesquisa, seis programas de apoio, 23 sedes regionais e 233 agências de extensão, com 923 escritórios setoriais e 34 estações experimentais (EEs).

Ao final da década, apesar de terem sido equipadas 20 EEs e geradas significativas tecnologias, a gestão da maioria destas estações foi se deteriorando, de maneira a não constituir exemplo a ser seguido pelos agricultores no manejo de suas áreas. O método de extensão baseado em capacitação e visita, recomendado e financiado pelo Banco Mundial, foi finalmente abandonado pelos seus escassos resultados, depois de cinco anos de consideráveis investimentos em equipamento e capacitação de pessoal (Flores-Sáenz & Málaga, 1989).

Apesar dos recursos investidos, este sistema estatal não funcionou bem, pois os seguintes problemas perpetuavam-se:

- (1) Rigidez e lentidão dos mecanismos administrativos, no que se refere aos sistemas de contabilidade, administração e prestação de serviços.
- (2) Deficiências na contratação de pessoal, promoção e atribuição de cargos e remunerações. Ausência de incentivos materiais e não materiais nas escalas salariais, depondo contra a estabilidade dos recursos humanos. Esta política não reconhecia os retornos relativamente altos da inversão em capital humano nem as forças do mercado de trabalho, como demonstram os cálculos de Pomareda & Smith (1985).
- (3) Frágil inter-relação entre a pesquisa e a extensão, pois a maioria dos ensaios permanecia na forma de relatórios burocráticos ou sequer eram concluídos.

<sup>3</sup> Fonte: Ministerio de Agricultura - Oficina de Información Agraria, Lima, Peru.

- (4) Ausência de mecanismos de participação ou de consulta aos usuários. As pesquisas atendiam mais ao interesse dos programas ou pesquisadores do que às necessidades dos agricultores.
- (5) Ausência de um sistema de informação tecnológica entre as EEs do INIA e as universidades, para formar um sistema integrado.
- (6) Mecanismos de acompanhamento e avaliação insuficientes para verificar o impacto das tecnologias geradas e sua adoção pelos usuários (ISNAR, 1987; Flores-Sáenz & Málaga, 1989).

Neste contexto, as indenizações salariais substituíam os estímulos ao desempenho. Desmoralizados e limitados pelas baixas remunerações, os pesquisadores e extensionistas aceitavam incentivos para demissão, abandonando a instituição. Os 5.600 funcionários, em 1988, reduziram-se a 1.500, em 1992, e a 437, em 1994.

Diante desta realidade, o Governo instalado em 1990 decidiu pela necessidade de descentralizar o sistema e revalorizar o papel da iniciativa privada na administração da pesquisa e extensão. Em 1992, o Ministério da Agricultura e um reorganizado INIA colocaram em ação uma política inédita de transferência das EEs ao setor privado, reconhecendo a bem-sucedida experiência desse setor na condução das EEs antes dos anos 60.

## **O NOVO MODELO E SUA FORMA DE ABORDAR A ESTRATÉGIA DE PESQUISA E EXTENSÃO**

O fracasso da gestão estatal é fruto de tendência centralizadora e burocratizante, resultando em aparato de pesquisa superdimensionado mas distante dos usuários, com grandes gastos e poucos resultados. O setor privado também apresenta ineficiências, mas estas resultam em fracasso da empresa, enquanto no setor público se perpetuam através da constante injeção de verba proveniente dos impostos pagos pelos contribuintes.

Para implementar a nova política, o Governo promoveu a organização de fundações ou associações entre produtores e instituições dedicadas às atividades agrárias. Em 1992, o INIA contava com 34 EEs e 30 subestações ou campos experimentais em todo o país.

A hipótese básica era que o setor privado poderia contribuir com uma nova visão e com uma gestão mais eficiente. Foi considerado que a criação de fundações ou associações civis permitiria a participação dos beneficiários da pesquisa e extensão na tomada de decisões.

As associações civis e as fundações formaram-se como instituições privadas de interesse público sem fins lucrativos, constituídas por organizações de produtores com a missão de assumir a gestão das EEs. Uma Fundação ou Associação Civil é administrada por um Conselho Diretor constituído por um representante de cada organização participante.

A experiência foi iniciada nas EEs da Costa peruana, região de maior desenvolvimento relativo comparada às regiões da Serra e da Selva, e onde os agricultores poderiam depender menos da assistência técnica e econômica do Estado. Além disso, devido ao maior desenvolvimento em estradas, portos e outros serviços, poderiam desenvolver agro-exportações.

Nos dois primeiros anos (1992/93), foram transferidas 15 EEs e subestações na qualidade de "cessão em uso" na Costa. Através de convênios de longa duração, de 10 a 20 anos, que contemplavam critérios de eficiência e autofinanciamento, foi transferido o uso das terras, instalações ou equipamentos, mas não a sua propriedade. O objetivo dos convênios foi "a promoção e o impulso da pesquisa, a transferência de tecnologia, extensão e capacitação agrícola e agroindustrial, visando desenvolver uma agricultura e agroindústria modernas e competitivas". Adicionalmente, a administração privada deveria realizar atividades de conservação de germoplasma e estabelecer rede de informação tecnológica. O convênio incluía cláusulas de cancelamento em caso de inadimplência dos planos operativos ou má administração.

De fato, alguns órgãos não puderam cumprir os compromissos assumidos com o Governo. Dificuldades de organização e de administração, discutidos mais adiante, fizeram com que algumas EEs retornassem ao controle estatal. Outros, mais organizados, estão fazendo notáveis esforços para administrar eficientemente as EEs.

Várias destas associações e fundações aliaram-se a representantes da Confederação de Câmaras de Comércio, Associação de Bancos e Universidades Regionais para formar a Fundação Peru, da qual também participam a Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID) e o Centro Internacional da Batata (CIP). O Governo transferiu a esta Fundação a propriedade de seis das EEs anteriormente cedidas em uso. Atualmente existem 10 EEs transferidas ao setor privado organizado.

Em 1994, o processo de transferência continuou na Serra e na Selva, com variações do modelo gerencial. Um deles é o "Comitê de Gestão" das EEs mantidas no INIA, que é composto por quatro membros de organizações de produtores, processadores, agroindustriais e agroexportadores, dois representantes de universidades regionais ou nacionais, um agrônomo do Colégio de Engenheiros e um representante do INIA. A racionalidade deste modelo foi que os produtores na Serra e na Selva requerem maior apoio

financeiro e técnico por seu menor desenvolvimento em relação à região da Costa. Assim, um instituto estatal de pesquisa de tamanho reduzido está administrando oito EEs (uma na Costa, quatro na Serra e três na Selva), que se dedicam à preservação dos recursos naturais e genéticos e à pesquisa de culturas e criações que não são de interesse do setor privado.

As demais EEs estão sendo transferidas às universidades agrícolas, para as práticas de campo dos alunos, e aos governos regionais, para a promoção das culturas, produção de sementes e criações.

Assim, o Estado não se retira totalmente da atividade e tenta promover a participação do setor privado organizado nas atividades de pesquisa e transferência de tecnologia, fazendo uso da vantagem comparativa e competitiva de cada segmento.

O Peru é um país em que predominam pequenas unidades de produção e cerca de 90% das propriedades agrícolas têm menos de 10 ha<sup>4</sup>. Estão distribuídas em diversas zonas agroecológicas e necessitam de tecnologias que demandem pouco uso de capital e contínuo apoio do Governo.

Segundo o novo esquema, o setor privado e setor público privilegiam produtos ou projetos basicamente pela sua rentabilidade para o setor privado ou pelo seu benefício social quando não rentáveis. Para tanto, o Estado está criando a Corporação do Sistema Nacional de Pesquisa e Transferência de Tecnologia (CORSINITTA) - entidade privada sem fins lucrativos e de interesse público, para a qual o Governo está aportando US\$ 28 milhões nos seus primeiros cinco anos. O Conselho Diretivo da CORSINITTA terá três representantes do setor público (Ministério da Agricultura, Ministério da Economia e Finanças e o Diretor Executivo da CORSINITTA) e seis membros do setor privado (meio científico, organizações agrícolas, florestais, agroexportações e sistema financeiro).

A CORSINITTA promoverá concursos para financiamento de projetos de pesquisa, transferência de tecnologia, assistência técnica e fortalecimento institucional. Nestes concursos poderão participar, em igualdade de condições, universidades, fundações e associações, ONGs, empresas agrícolas e agroindustriais e o próprio INIA.

Através do Fundo de Tecnologia Agrária (FTA) e do Fundo de Tecnologia Florestal (FTF), a CORSINITTA poderá não só orientar o direcionamento da pesquisa (estratégica, adaptativa e básica) como também promover a integração dos participantes e das atividades do sistema. Para tanto, a CORSINITTA contará com um mecanismo de financiamento parcial das atividades, em que 30% das despesas são reembolsáveis e 70% não

<sup>4</sup> Fonte: Ministerio de Agricultura - Oficina de Información Agraria, Lima, Peru.

reembolsáveis. O financiamento, entretanto, não poderá ser superior a 40% do custo total do projeto. Com isto, pretende-se promover uma real e efetiva contribuição econômica do setor privado ao sistema de geração e transferência de tecnologia agrícola e abandonar prévias políticas subsidiárias.

Os referidos mecanismos constituem mudanças essenciais para a real participação do setor privado, pouco articulado no antigo sistema estatal. Sem dúvida, o processo ainda tem um longo caminho a percorrer. Seus eixos centrais são a capacidade de organização e gerenciamento dos produtores e sua capacidade de financiamento das atividades de pesquisa e transferência de tecnologia.

### **A EXPERIÊNCIA PERUANA: DIFICULDADES E ÊXITOS**

As primeiras dificuldades se originaram da inércia e, às vezes, da oposição à nova política por parte dos funcionários do INIA, derivada do temor de perder o controle. Sentiam-se ameaçados em seus "status quo", apesar de alguns reconhecerem as possibilidades de maior desenvolvimento técnico e administrativo das EEs.

Sem dúvida, a dificuldade central desta alternativa reside na pequena capacidade dos produtores de formar organizações sólidas, com liderança empresarial e eficiência para prover serviços competitivos a seus membros. Este é um dos maiores desafios atualmente enfrentados para a consolidação das EEs.

Acostumados ao paternalismo do Estado durante anos, a maioria das organizações de produtores tem sido elitista, politizada e reivindicativa, com dirigentes habituados a fazer "lobby" nos escritórios do governo. Este tipo de organização não tinha nem requeria ativa participação de seus membros. Uma pequena minoria de líderes negociava em nome dos membros e estes retribuía passivamente com apoio, uma vez que recebiam alguns benefícios do Estado como crédito, preços mínimos ou insumos subsidiados (Kraljevic, 1988).

Uma vez iniciada a mudança, necessita-se de tempo para reverter a centralização, a burocracia e o paternalismo ainda presente entre os produtores.

Ao lado destas dificuldades existem evidentes êxitos. Como o investimento inicial em geração de tecnologia é bastante alto, a transferência das EEs ao setor privado constitui um primeiro passo para que este assumam um papel mais ativo nas atividades de pesquisa e extensão agrícola. A tarefa não tem sido fácil, pois a agricultura ainda não se recuperou da sua longa e profunda crise.

Por outro lado, os produtores começam a tomar cada vez mais consciência de que a administração eficiente das suas organizações é mais importante que a política para oferecer os serviços agrícolas que os membros necessitam. Cada vez mais se reúnem em grupos para prestar algum serviço ou para formar empresas.

As fundações e associações estão paulatinamente assumindo as despesas com pessoal e os custos operacionais das EEs. O financiamento da pesquisa é, sem dúvida, um dos temas mais complexos, mas demonstrando sua inerente flexibilidade, as fundações e associações estão gerando várias modalidades de financiamento:

- (1) Proveniente do lucro obtido com o cultivo de produtos rentáveis (cana-de-açúcar, aspargo, algodão, feijão), cobrindo os custos da pesquisa com outros produtos. É a modalidade mais simples de financiamento da pesquisa nas EEs transferidas. Os fundos iniciais são empréstimos dos bancos comerciais, que ainda cobram altas taxas de juros.
- (2) Proveniente da venda de mudas de frutíferas (manga, "lúcumo" e cítricos), que inclui "pacotes tecnológicos" para os produtores-clientes.
- (3) Por convênios com universidades; neste caso, cada parceiro paga seus próprios custos de pessoal.
- (4) Por doações externas; a AID está apoiando projetos de pesquisa nas EEs transferidas.
- (5) Por convênios com parceiros interessados em alguma linha de pesquisa. O Ministério da Agricultura e o CIP estão patrocinando a produção de semente de espécies nativas (batata, oca, quina e "tarwi") e promovendo-as entre os agricultores. Da mesma forma, a Associação de Exportadores (ADEX) está financiando a produção de sementes de feijão que também inclui crédito e assistência técnica.
- (6) Por "royalty"; uma EE recebe "royalty" pelo melhoramento genético da semente de algodão que produz e com ele financia pesquisa em outras culturas.

## O FUTURO

A estagnação do Peru e de sua agricultura não deve continuar como nas últimas décadas. A variabilidade ecológica de suas 84 zonas agroclimáticas (existem apenas 104 no mundo) propicia muitas potencialidades mas, também, grandes desafios. O mundo moderno exige que essas vantagens comparativas convertam-se em vantagens competitivas.

Fazendo uso dessa variabilidade, as EEs transferidas terão que optar por desenvolver tecnologias para poucos produtos de alta qualidade e de amplo mercado ao invés de tecnologias para vários produtos de baixa qualidade e de mercado incerto.

Uma organização sólida e uma administração eficiente formarão a base para que os agricultores possam sobreviver em economias com regras de jogo cada vez mais competitivas. É necessário que os produtores possam expressar suas necessidades tecnológicas e que os pesquisadores e extensionistas possam resolvê-las, criando uma ponte entre a oferta e a demanda de tecnologia agrícola. Essa é a intenção da política de transferência das EEs aos produtores organizados.

Aparentemente a presença do Estado ainda é necessária, mas sob uma orientação diferente à existente nas três últimas décadas. A nova política justifica a presença de um INIA estatal na pesquisa de recursos genéticos e ambientais e apoio aos agricultores da Serra e da Selva. Além disso, o Estado estará assumindo funções normativas e promotoras.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**FLORES-SAENZ, O.; MÁLAGA, J. Evaluación final del Proyecto Investigación, Extensión y Educación Agropecuaria: lecciones aprendidas.** Lima: USAID/Peru, 1989.

**ISNAR. El modelo de extensión y educación agropecuaria en el Perú.** La Haya, 1987.

**KRALJEVIC, I. Social sound analysis.** Lima: USAID, 1988.

**POMAREDA, C.; SMITH, F. Returns to investment in human capital in peruvian agriculture.** In: CONGRESO DE LA SOCIEDAD ECONOMÉTRICA, 5., 1985, Cambridge. **Proceedings.**

**REMOLINA, R. La investigación agraria como inversión.** In: LA INVESTIGACIÓN en la agricultura del Perú en la década del 1990. Lima: Fundación para el Desarrollo del Agro, 1989.



FOTOLITO, IMPRESSÃO E ACABAMENTO:

**ASTRO**  
GRÁFICA E EDITORA LTDA.

Av. Independência, 215 - Vila Nova - Goiânia - Go  
Fone/Fax: (062) 202-1710

