

# Comissão Internacional do Arroz: resultados da 20<sup>a</sup> Sessão

Tradução de  
Roselene de Queiroz Chaves





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-9644

Dezembro, 2004

# *Documentos 172*

## **Comissão Internacional do Arroz: resultados da 20ª Sessão**

Tradução de  
Roselene de Queiroz Chaves

Santo Antônio de Goiás, GO  
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Arroz e Feijão**

Rodovia Goiânia a Nova Veneza Km 12 Zona Rural  
Caixa Postal 179  
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO  
Fone: (62) 533 2110  
Fax: (62) 533 2100  
www.cnpaf.embrapa.br  
sac@cnpaf.embrapa.br

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Carlos Agustin Rava*  
Secretário-Executivo: *Luiz Roberto Rocha da Silva*

Supervisor editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*  
Capa: *Diego Camargo*  
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

**1ª edição**

1ª impressão (2004): 500 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Arroz e Feijão

---

Comissão Internacional do Arroz : resultados da 20ª sessão /  
tradução de Roselene de Queiroz Chaves. - Santo Antônio de  
Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2004.  
56 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-  
9644 ; 172)

Tradução de: The International Rice Commission, 20th Session,  
Bangkok, Thailand, 23-26 July 2002.

1. Arroz - Pesquisa. I. Chaves, Roselene de Queiroz (trad.). II.  
Embrapa Arroz e Feijão. III. Série.

CDD 633.18 (21. ed.)

---

© Embrapa 2004

# Apresentação

O desafio de manter a produtividade dos sistemas agrícolas do arroz e, ao mesmo tempo, proteger o meio ambiente e garantir a qualidade de vida, é muito grande para ser assumido por uma só nação, organização ou instituição que atue individualmente. A promoção da interação entre as partes interessadas e a coordenação dos esforços nacionais, regionais e mundiais para garantir a produção sustentável do arroz, visando a segurança alimentar e a diminuição da pobreza, é o objetivo principal da FAO para o primeiro decênio deste novo milênio. Uma das evidências desta iniciativa, foi a celebração do Ano Internacional do Arroz - 2004.

A Comissão Internacional do Arroz exerce um papel fundamental na orientação dos trabalhos visando colocar em prática os desafios acima citados. Este trabalho traduz o resultado da última reunião desta comissão, que se reúne a cada quatro anos. É uma análise completa da situação atual e dos desafios para a cultura do arroz.

A Embrapa Arroz e Feijão compactua com essa iniciativa internacional na busca dos melhores caminhos para a produção sustentável do arroz, garantia da segurança alimentar e da qualidade de vida, encarando este documento como uma importante contribuição para a análise contextual, imprescindível para as tomadas de decisão.

*Beatriz da Silveira Pinheiro*  
*Chefe-Geral Embrapa Arroz e Feijão*



# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>11</b>
<b>20ª Sessão da Comissão Internacional do Arroz</b>	
<b>Bangkok - Tailândia, 23 a 26 de julho de 2002 .....</b>	<b>12</b>
Objetivo .....	12
Principais temas .....	12
Resultados .....	12
<b>PARTE I - O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA CULTURA DO</b>	
<b>ARROZ VISANDO A SUSTENTABILIDADE DA SEGURANÇA ALIMENTAR:</b>	
<b>PROBLEMAS E DESAFIOS .....</b>	<b>13</b>
Introdução .....	13
Tendências e Projeções da Oferta e da Demanda .....	14
Questões Pertinentes .....	17
Estagnação dos rendimentos e queda na produtividade .....	17
Uniformidade e erosão genética .....	18
Qualidade nutricional .....	19
Recursos limitados .....	20
Preocupações com o meio ambiente .....	22
Políticas para o arroz e obrigações internacionais .....	23
Transferência de tecnologias .....	24
Satisfação das Necessidades Futuras .....	24

A nova geração de variedades de arroz .....	24
Redução da queda de rendimento .....	26
Manejo integrado da cultura do arroz para reduzir a queda do rendimento ...	28
Redução das perdas na colheita e no beneficiamento .....	30
Melhoria da qualidade de vida dos rizicultores .....	31
Conclusões .....	33
Referências Bibliográficas .....	34

**PARTE II - O ARROZ E A NUTRIÇÃO: CONSEQÜÊNCIAS DA BIOTECNOLOGIA  
E DA BIODIVERSIDADE PARA OS PAÍSES CONSUMIDORES DE ARROZ ..... 39**

O Consumo de Arroz Nos Países Onde se Constitui um Alimento Básico .....	39
Valor Nutricional do Arroz .....	42
Influência da variedade sobre os nutrientes .....	42
Efeito dos fatores agrícolas sobre os nutrientes .....	44
Efeito do tratamento pós-colheita sobre os nutrientes .....	44
Perdas após a colheita .....	44
Beneficiamento .....	45
Parboilização .....	45
Lavagem e cozimento .....	46
Armazenamento .....	47
Problemas Nutricionais nos Países Consumidores de Arroz .....	47
Estimativa do nível de subnutrição infantil .....	49
Meios para Prevenção e Redução da Subnutrição .....	50
Melhoramento do valor nutricional via seleção de plantas .....	51
Conclusão .....	51
Referências Bibliográficas .....	52

# Lista de Tabelas

## Parte I - O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA CULTURA DO ARROZ VISANDO A SUSTENTABILIDADE DA SEGURANÇA ALIMENTAR: PROBLEMAS E DESAFIOS.

Tabela 1.	Produção, consumo <i>per capita</i> e comercialização de arroz beneficiado em 2000 e projeção para 2010. ....	15
Tabela 2.	Projeção da demanda mundial de arroz beneficiado em 2015 e 2030 e taxa de crescimento anual da demanda, levando em consideração os valores de 1997/99, o crescimento do PIB, as mudanças no modo de consumo, as tendências demográficas e outras variáveis, como a urbanização. ....	16
Tabela 3.	Projeções da população e do PIB para 2015 e 2030. ....	16
Tabela 4.	Aspectos nutricionais relacionados ao consumo de arroz em alguns países. ....	20
Tabela 5.	Estimativa da queda de rendimentos do arroz irrigado em alguns países. ....	27
Tabela 6.	Utilização média e eficiência na aplicação de adubos nitrogenados em cinco países da Ásia. ....	30
Tabela 7.	Estimativa das perdas em cada uma das etapas do pós-colheita no sudeste asiático. ....	30
Tabela 8.	Estimativa da remuneração do trabalho no cultivo do arroz irrigado de alguns países asiáticos. ....	32

## Parte II - O ARROZ E A NUTRIÇÃO: CONSEQÜÊNCIAS DA BIOTECNOLOGIA E DA BIODIVERSIDADE PARA OS PAÍSES CONSUMIDORES DE ARROZ

Tabela 1.	Porcentagem de carboidratos, proteínas e lipídios fornecidos pelo arroz, em relação ao total da alimentação diária (média de 1997 a 1999). .....	40
Tabela 2.	Quantidade total e porcentagem correspondente à Ingestão Diária Recomendada (IDR) de alguns micronutrientes fornecidos pelo arroz (porção de 300g para o homem e 250g para mulher) ..	41
Tabela 3.	Teores médios de proteína das espécies de arroz <i>O. sativa</i> e <i>O. Glaberrima</i> em algumas regiões .....	43
Tabela 4.	Teores de ferro e zinco de algumas cultivares, obtidos em casa de vegetação (média de três repetições). .....	43
Tabela 5.	Estimativa das perdas quantitativas de arroz em cada uma das operações do pós-colheita no sudeste asiático. ....	45
Tabela 6.	Valor energético de diferentes formas de apresentação do arroz (100 g) .....	46
Tabela 7.	Indicadores básicos do nível da saúde pública e qualidade de vida em alguns países .....	48

# Comissão Internacional do Arroz: resultados da 20ª Sessão (Tradução)

---

## Introdução

A Comissão Internacional do Arroz foi criada em 1948, durante a quarta Conferência da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), com o objetivo de fomentar a adoção de medidas nacionais e internacionais relativas à produção, conservação, distribuição e consumo de arroz. O regimento desta comissão entrou em vigor em 1949, contando com a participação de 15 países membros, sendo que atualmente, já conta com a participação de 60 países.

A cada quatro anos a Comissão Internacional do Arroz organiza uma reunião com o objetivo de analisar os recentes progressos e os principais problemas de ordem técnica, científica e socioeconômica relacionados à produção sustentável do arroz e aos sistemas agrícolas envolvendo essa cultura. Além disso, a Comissão orienta seus países membros na definição das estratégias de seus programas nacionais de fomento à cultura do arroz e, ao mesmo tempo, promove uma ampla interação entre as instituições nacionais, regionais e internacionais. Em 1998 ocorreu a 19ª reunião da Comissão em Cairo (Egito) e em 2002 ocorreu a última, em Bangkok (Tailândia), com o nome de 20ª Sessão da Comissão Internacional do Arroz.

## **20ª SESSÃO DA COMISSÃO INTERNACIONAL DO ARROZ**

### **Bangkok – Tailândia, 23 a 26 de julho de 2002**

#### **Objetivo**

O objetivo principal desta reunião foi discutir sobre o arroz como fator de segurança alimentar. Mais da metade da população mundial depende do arroz para atender suas necessidades diárias de calorias. Aproximadamente 90% do arroz mundial é proveniente da agricultura em pequena escala de países em desenvolvimento, sendo consumido localmente. Para um número crescente de países em desenvolvimento, o arroz é atualmente um fator chave para a segurança alimentar nacional. Na maioria dos casos, o arroz é consumido em todas as refeições, além de fazer parte de cerimônias e festas religiosas. Nos países desenvolvidos da Ásia, Europa e América do Norte, o arroz é apreciado como um alimento saudável e de sabor agradável.

#### **Principais temas**

- O desenvolvimento tecnológico e suas repercussões sobre a produção sustentável do arroz na região Ásia-Pacífico: discutindo sobretudo sobre a estagnação e a diminuição da produtividade do arroz em vários países asiáticos.
- A erradicação da fome, da pobreza e da desnutrição: segundo as estimativas, cerca de 800 milhões de pessoas passam fome nos países em desenvolvimento, sendo mais de 200 milhões destas, crianças.
- O crescimento da produção de arroz: deve ser regulamentada, levando-se em consideração a preocupação com o impacto ambiental. As lavouras de arroz irrigado são importantes fontes de emissão de gás metano, um dos responsáveis pelo aquecimento do planeta.

#### **Resultados**

As discussões sobre os principais temas desta reunião foram organizadas em dois documentos, a saber:

- O desenvolvimento tecnológico da cultura do arroz visando a sustentabilidade da segurança alimentar: problemas e desafios.
- O arroz e a nutrição: conseqüências da biotecnologia e da biodiversidade para os países consumidores de arroz.

## - Parte I -

# O desenvolvimento tecnológico da cultura do arroz visando a sustentabilidade da segurança alimentar: Problemas e desafios

---

## Introdução

O arroz constitui-se na mais importante cultura agrícola mundial, sendo que mais de 90% da produção mundial é proveniente das regiões tropicais e subtropicais da Ásia. Na maioria dos países asiáticos, o arroz é responsável pelo fornecimento de 50 a 70% do aporte diário de carboidratos e proteínas. O arroz é também um alimento básico para vários países da América Latina e Caribe, onde seu consumo nas camadas mais pobres da população é comparável ao do povo asiático. O arroz é a fonte de alimento que mais cresce na maioria dos países da África, onde a Nigéria se tornou um importante importador de arroz. O aumento da produção de arroz ao longo dos últimos 30 anos foi um fator determinante para que o mundo alcançasse o nível de segurança alimentar que apresenta hoje. Todavia, ainda existem cerca de 800 milhões de pessoas que sofrem com a fome, sendo que a maioria destas vivem nas regiões dependentes da produção do arroz para sua alimentação, emprego e sobrevivência.

Após a 19ª Sessão da Comissão Internacional do Arroz, que ocorreu em 1998, em Cairo, no Egito, vários novos acontecimentos trouxeram profundos impactos para a indústria mundial do arroz. A produção continuou crescendo e superando o consumo, ao mesmo tempo em que vários países começaram a utilizar os enormes estoques que eles haviam acumulado, o que favoreceu a diminuição dos preços do arroz no mercado internacional. Em vários países, o aumento do poder aquisitivo teve como reflexo a diminuição do consumo *per capita* de arroz. A desvalorização dos preços do arroz é preocupante não somente para os países exportadores, mas

também para os países importadores, que produzem quase que o suficiente para o consumo interno, pois ficam ameaçados com o arroz importado, mais barato. A situação crítica em que se encontra a economia do arroz, tem sido o objeto de campanhas públicas para garantir a produção nacional. Todavia a rentabilidade do setor agrícola pode colocar em risco os países membros da Organização Mundial do Comércio, tendo em vista os compromissos que foram assumidos no Acordo sobre a agricultura na Rodada do Uruguai.

Na China, a adoção generalizada de variedades híbridas de arroz, resultou no aumento da produção, mesmo com a diminuição das áreas cultivadas no início dos anos 90. A aplicação da biotecnologia no melhoramento genético do arroz está apenas começando, mas já é possível visualizar a possibilidade de controlar, através desta ferramenta, grande parte dos entraves para o melhoramento de diversas variedades. O progresso da tecnologia e o aprofundamento do conhecimento genético do arroz têm colocado a biotecnologia desta cultura como prioridade nos projetos de pesquisa. Em detrimento dos resultados positivos que já foram obtidos, a controvérsia existente sobre as culturas transgênicas tem se intensificado, o que irá complicar, no futuro, a adaptação e difusão de variedades de arroz geneticamente modificadas.

Este documento aborda a situação atual da produção do arroz, a fim de identificar os problemas e as preocupações a serem resolvidos para se alcançar uma produção economicamente viável. Nesse sentido, não se pode tratar separadamente a situação atual da cultura e a evolução ao longo do tempo, da demanda do arroz, levando em consideração que, as soluções encontradas para a crise atual, podem influenciar a satisfação das necessidades futuras.

## **Tendências e Projeções da Oferta e da Demanda**

Analisando a produção, o consumo, e os estoques reguladores de arroz, de 1997 à 2001/02, pode-se distinguir, ao longo destes cinco anos, duas fases distintas. Entre 1997 e 1999, a produção superou o consumo. Este excedente é decorrente principalmente do efeito conjugado: preços favoráveis no mercado internacional nos anos anteriores e políticas de preços mínimos e incentivos à exportação praticados em vários países. Depois deste período superavitário, a produção mundial de arroz diminuiu, ficando nos dois últimos anos analisados, inferior ao consumo. Os estoques mundiais também diminuíram, para compensar a queda na produção. Essa tendência da produção deverá se manter até que os estoques de arroz alcancem um nível realista e que o jogo de oferta e demanda faça aumentar os preços internacionais.

No início dos anos 90, diversos pesquisadores advertiram sobre a ameaça de uma crise (Agcaoili & Rosegrant, 1992). A taxa de aumento da produção de arroz diminuiu consideravelmente, caindo de 2,5% ao ano, nos anos 80 para 1,1% ao ano, no início dos anos 90. Adiciona-se a esse fato, o lento aumento na produtividade com o melhoramento genético e a limitação do crescimento das áreas cultivadas. Segundo vários estudos, a produção deveria aumentar em 75% até 2025 para satisfazer uma demanda de aproximadamente 850 milhões de arroz em casca (Pingali *et al.*, 1997). De acordo com uma análise mais recente, todavia, a demanda de arroz deverá diminuir tanto a curto (2010) quanto em longo prazo (2030). Estas projeções estão fundamentadas nas tendências mais recentes do consumo, que vêm diminuindo face à urbanização e o aumento do poder aquisitivo. Entre 2002 e 2010, o consumo de arroz na China deverá diminuir a um ritmo de aproximadamente 0,45% ao ano (Tabela 1). Nos demais países da Ásia, é provável que o consumo mantenha-se estagnado. Segundo as projeções, este cenário deverá prevalecer até 2030 (Tabela 2). Esta redução do consumo prevista deverá ser resultante principalmente do crescimento econômico estimado como sendo da ordem de 4 a 5% ao ano (Tabela 3).

**Tabela 1.** Produção, consumo *per capita* e comercialização de arroz beneficiado em 2000 e projeção para 2010.

Região/País	Produção			Consumo per capita			Comercialização <sup>1</sup>	
	2000 milhões de toneladas	2010 milhões de toneladas	Crescimento anual - %	2000 kg/habitante	2010 kg/habitante	Crescimento anual - %	2000 milhões de toneladas	2010 milhões de toneladas
<b>Mundo</b>	393,6	439,5	0,9	59,9	59,1	-0,11	24,9	29,3
<b>Ásia</b>	350,6	389,5	0,9	92,0	89,2	-0,25	+5,1	+7,0
- China	136,3	138,6	0,1	93,9	88,9	-0,45	+2,8	+1,0
- Índia	85,6	97,3	1,1	80,7	81,5	0,09	+2,8	+1,2
- Indonésia	31,3	36,3	0	159,0	158,0	-0,05	-3,6	-4,4
- Bangladesh	20,2	26,2	2,2	144,8	146,5	0,09	-1,6	+0,2
<b>África</b>	10,9	14,0	2,2	18,0	18,8	0,33	-4,1	-5,4
- Egito	3,6	4,2	1,3	38,4	40,3	0,40	+0,36	+0,5
- Nigéria	2,0	2,2	0,7	20,3	22,0	0,67	-,78	-1,9
<b>América Latina e Caribe</b>	13,9	17,1	1,8	27,9	28,5	0,17	-1,4	-0,9
- Brasil	6,6	8,1	1,7	44,5	46,5	0,36	-1,0	-1,0
<b>Países desenvolvidos</b>	17,4	17,5	0,1	15,9	15,9	0,01	+1,6	+0,8
<b>Outros países<sup>2</sup></b>	0,87	1,22	2,9	4,4	5,7	2,3	-0,97	+2,8

<sup>1</sup> Comércio internacional, sendo "-" para importações e "+" para exportações. Para o mundo, o valor equivale ao total das trocas.<sup>2</sup> Europa oriental, CEE e Países Baixos.

Fonte: FAO (2002a).

**Tabela 2.** Projeção da demanda mundial de arroz beneficiado em 2015 e 2030 e taxa de crescimento anual da demanda, levando em consideração os valores de 1997/99, o crescimento do PIB, as mudanças no modo de consumo, as tendências demográficas e outras variáveis, como a urbanização.

	<i>Demanda de arroz beneficiado (milhões de toneladas)</i>			<i>Aumento da demanda per capita (porcentagem/ano)</i>		
	<i>1997/99</i>	<i>2015</i>	<i>2030</i>	<i>1997/99</i>	<i>2015</i>	<i>2030</i>
Mundo	386	472	533	1,2	0,8	1,0
-Oeste da Ásia	106	100	96	-	-	-
-Leste da Ásia (exceto a China)	132	129	124	-	-	-
- Ásia do Sul	79	84	81	-	-	-

**Fonte:** FAO (no prelo), "World Agriculture: Towards 2015/30, an FAO Study", Roma.

**Tabela 3.** Projeções da população e do PIB para 2015 e 2030.

	<i>População (milhões de habitantes)</i>			<i>Taxa anual de crescimento demográfico (%)</i>		<i>Crescimento total do PIB (porcentagem/ano)</i>		<i>Crescimento do PIB por habitante (porcentagem/ano)</i>	
	<i>1997/99</i>	<i>2015</i>	<i>2030</i>	<i>1997/99- 2015</i>	<i>2015- 2030</i>	<i>1997/99- 2015</i>	<i>2015- 2030</i>	<i>1997/99- 2015</i>	<i>2015- 2030</i>
Mundo	5 900	7 207	8 270	1,2	0,9	3,5	3,8	2,9	2,6
Países em desenvolvimento	4 572	5 827	6 869	1,4	1,1	5,1	5,5	4,4	4,0
África sub-saariana	574	883	1 229	2,6	2,2	4,4	4,5	2,3	2,0
Oriente Médio/ África do Norte	377	520	651	1,9	1,5	3,7	3,9	1,8	2,4
América Latina	498	624	717	1,3	0,9	4,1	4,4	3,5	3,1
Sul da Ásia	1 283	1 672	1 969	1,6	1,1	5,5	5,4	4,3	4,1
Leste asiático	1 839	2 128	2 303	0,9	0,5	6,1	6,3	5,8	5,5

**Fonte:** FAO (no prelo), "World Agriculture: Towards 2015/30, an FAO Study", Roma.

Em síntese, a demanda de arroz em 2030 deverá ser de aproximadamente 533 milhões de toneladas de arroz beneficiado, sendo bem menor que as projeções anteriores, apesar de que uma quantidade considerável de arroz será necessária para satisfazer as necessidades futuras. As projeções sobre a produção mundial de arroz não prevêem déficit, mas com certeza essas previsões escondem déficits a nível regional e nacional. Neste sentido, a Indonésia deverá continuar deficitária na produção de arroz, pois segundo as projeções, sua produção deveria passar dos atuais 3,6 milhões de toneladas por ano para 4,4 milhões de toneladas em 2010 (Tabela 1). Atualmente, a Nigéria importa a cada ano, cerca de 1 milhão de toneladas, valor que deverá alcançar 1,8 milhão de toneladas em 2010. A África deverá importar mais de 6 milhões de toneladas de arroz em 2010. O Brasil, Cuba e México deverão continuar deficitários de aproximadamente 1,5 milhões de toneladas de arroz por ano.

## Questões Pertinentes

Vários problemas comprometem a capacidade de satisfazer as necessidades futuras de arroz. A estagnação dos rendimentos e a limitação de área e recursos hídricos, necessários para a expansão das superfícies cultivadas, são os principais entraves para a sustentabilidade do crescimento da produção de arroz. Por outro lado, as preocupações com a qualidade nutricional, a erosão genética e a degradação do meio ambiente, fazem com que a cultura do arroz necessite ser revista com bastante critério, sobretudo no contexto dos órgãos internacionais.

### *Estagnação dos rendimentos e queda na produtividade*

Os ganhos em produtividade do arroz estão diminuindo, tendo alcançado uma taxa de pouco mais de 1%/ano, ou seja, uma porcentagem quase igual ao crescimento demográfico (FAO, 2002b). A estagnação dos rendimentos parece afetar até mesmo as variedades híbridas (Yuan, 1998). Diversos estudos confirmam que os rendimentos e a produtividade estão em queda em 28 milhões de hectares de cultivo intensivo de arroz irrigado na Ásia. No início dos anos 80, percebeu-se que o rendimento diminuía nas parcelas de cultivo intensivo de arroz das estações experimentais das Filipinas (Flinn et al., 1982; Flinn & De Datta, 1984). Os estudos realizados depois disto, em vários outros países, confirmaram igualmente

essa queda de rendimento (Cassman et al., 1995, 1996). As análises mais recentes sinalizam também que, como notado anteriormente, as pesquisas experimentais apontavam uma diminuição dos rendimentos, mas não puderam determinar se isto ocorria em todas as regiões da Ásia, devido às variações nos rendimentos de um ano para o outro (Dawe & Doberman, 2000). Outros estudos mostram que o cultivo contínuo do arroz irrigado, onde o solo é mantido sob condições anaeróbicas durante um grande período de tempo, provoca desequilíbrios que limitam os rendimentos (Pulver & Nguyen, 1998). O principal problema é a produção de toxinas provenientes da decomposição anaeróbica da matéria orgânica, que podem limitar o desenvolvimento das plantas e, por consequência, o rendimento (Olk et al., 1996). Levando em consideração a importância dos sistemas intensivos de produção, é necessário buscar a manutenção dos rendimentos elevados, evitando a introdução de elementos capazes de reduzi-los.

### ***Uniformidade e erosão genética***

Outro aspecto, conhecido de longa data é que o cultivo do arroz irrigado é extremamente vulnerável ao ataque de pragas e doenças, devido à sua uniformidade genética. Durante os anos 80, a variedade IR 36 era cultivada em cerca de 13 milhões de hectares na Ásia. Atualmente, a variedade IR 64 ocupa cerca de 10 milhões de hectares, o que corresponde a aproximadamente 15% do total do cultivo de arroz irrigado. O mesmo está acontecendo com o arroz híbrido. Em 1998, 95% da produção de todas as variedades híbridas (próximo de 17 milhões de hectares) eram provenientes da mesma fonte de macho estéril, a fonte abortiva selvagem (WA) (Brar et al., 1998). A uniformidade genética das variedades e dos híbridos de arroz modernos se constitui numa grande vulnerabilidade da cultura ao ataque de pragas e doenças.

A propagação das variedades de alto rendimento e a pequena diversidade genética diminuem a diversidade do arroz. Raras são as cultivares tradicionais que são atualmente cultivadas, sendo que várias delas correm risco de extinguirem-se à medida que os agricultores adotam somente as variedades melhoradas. É provável também que o cruzamento entre as variedades melhoradas eroda a diversidade genética (Ellstrand, 2001). Esta

perda de diversidade genética é com certeza, uma consequência do progresso da agricultura. Todavia, pode-se dizer que a contribuição que as cultivares de alto rendimento aportam para a segurança alimentar mundial, supera de longe o interesse potencial pela preservação do germoplasma tradicional.

É surpreendente o fato de que um programa de desenvolvimento de híbridos nas Filipinas pudesse identificar mais genótipos que os programas nacionais que trabalham com os arranjos produtivos locais. Isto pode ser explicado provavelmente, pelo fato de que muitos dos programas nacionais de produção de híbridos, ainda não atingiram o nível de utilizarem eficazmente as variedades melhoradas introduzidas do exterior para serem utilizadas nos cruzamentos com as variedades locais, sendo assim, eles só introduzem novas variedades. Isso se traduz pela adoção generalizada de variedades híbridas de elite, provenientes da mesma fonte e, por consequência, pela uniformidade genética. Essa aparente falha dos programas nacionais tem sérias consequências na promoção de tecnologias mais avançadas, como o arroz híbrido e as variedades transgênicas. O problema da uniformidade genética não se limita aos países em desenvolvimento. O arroz produzido nos Estados Unidos é caracterizado por uma estreita base genética e, na Austrália, quase toda a produção é proveniente de uma mesma variedade, largamente utilizada na Califórnia. Na América Latina, a produção de arroz repousa, igualmente, sobre uma base genética estreita (Cuevas et al., 1992).

### ***Qualidade nutricional***

O aporte nutricional relativamente fraco do arroz é uma fonte de preocupação, especialmente nas regiões onde o consumo é muito elevado. O arroz é a principal fonte energética e uma importante fonte de proteínas, que representa uma proporção substancial da quantidade diária de zinco e de niacina recomendadas (Tabela 4). Todavia, o arroz tem um baixo teor de cálcio, ferro, tiamina e riboflavina e praticamente não contém beta-caroteno. Parecem existir algumas variações genéticas para a quantidade de ferro e zinco. Isto representa uma possibilidade de melhoramento do aporte nutritivo do arroz quanto a estes metais. O arroz dourado, enriquecido com vitamina A, poderia contribuir com a diminuição da carência desta vitamina no futuro.

**Tabela 4.** Aspectos nutricionais relacionados ao consumo de arroz em alguns países.

	Consumo g/dia	Calorias	Proteínas	Lipídios	Calcio	Ferro	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Zinco
Bangladesh	441	76	66	18	3	8	18	14	25	30
Brasil	108	14	10	0,8	< 1	2	3	3	6	8
China	251	30	20	17	2	4	10	8	14	17
Índia	208	31	24	4	1	4	8	6	12	15
Indonésia	414	51	43	8	3	7	17	13	24	29
Miamar	578	74	68	20	4	10	23	17	32	40
Filipinas	267	41	30	5	2	5	10	8	14	17
Sri Lanka	255	38	37	3	2	5	10	8	14	17
Tailândia	285	43	33	5	2	5	12	9	17	21
Vietnã	465	67	58	14	3	8	19	14	27	34

Fonte: Kenny, Gina, 2001. FAO.

## Recursos limitados

As possibilidades de crescimento das superfícies cultivadas serão cada vez mais limitadas pela crescente utilização da terra e da água pela industrialização e

urbanização. Os cultivos de arroz irrigado ocupam a cada ano cerca de 75 milhões de hectares, ou seja, aproximadamente metade do total da superfície cultivável. Todavia, devido a sua alta produtividade o arroz irrigado representa aproximadamente 75% da produção total de arroz. O problema freqüentemente levantado é o grande consumo de água, superior às reais necessidades da cultura. Na Ásia, o arroz irrigado utiliza 150 bilhões de m<sup>3</sup> de água, o que resulta numa eficácia de utilização de aproximadamente 20.000 m<sup>3</sup> por hectare. Supondo um rendimento médio de 5 toneladas por hectare, a produtividade da água no arroz irrigado é somente 0,15 Kg de arroz beneficiado por m<sup>3</sup> de água. Atualmente, o preço do arroz beneficiado no mercado internacional é de aproximadamente US\$ 250,00 a tonelada, de sorte que a produtividade da água é de US\$ 0,038 por m<sup>3</sup>. Levando-se em consideração a baixa produtividade do arroz irrigado, esta cultura não é competitiva em relação a outras formas de utilização da água.

Estima-se que uma modesta redução de 10% da quantidade de água utilizada para a irrigação do arroz seria suficiente para economizar aproximadamente 15 bilhões de m<sup>3</sup>, o equivalente a um quarto do total de água doce utilizada no mundo nas atividades agrícolas (Klemm, 1999). Vários estudos têm mostrado que é relativamente fácil cultivar o arroz irrigado com 8.000 a 10.000 m<sup>3</sup>/ha, o que representa aproximadamente a metade da quantidade atualmente utilizada, sem para isso afetar os rendimentos. A principal dificuldade no que concerne a conservação da água, é que seu preço não reflete o seu valor. Na maioria dos sistemas de irrigação, os usuários pagam pelo direito de utilização da água, sendo que este pagamento é feito em função da superfície e não do volume de água consumido. Deste modo, não há nenhum incentivo econômico para a economia de água.

Outras sugestões são colocadas para redução do consumo de água na produção de arroz irrigado. Foi sugerido por exemplo, a limitação do cultivo do arroz à estação chuvosa, do emprego de variedades que utilizam com mais eficiência a água (do tipo C<sub>4</sub>), a promoção do cultivo de terras altas e a utilização da biotecnologia no desenvolvimento de variedades mais resistentes à seca (Tuong & Bouman, 2002). Todas estas sugestões têm seu custo. O arroz irrigado é mais produtivo durante a estação seca, não existem variações genéticas para eficiência da utilização da água (o arroz é uma planta semi-aquática) e os rendimentos do arroz de terras altas são fracos e instáveis. A introdução de uma fotossíntese do tipo C<sub>4</sub> permitiria economizar uma pequena quantidade da água utilizada na produção irrigada.

Todavia, deveria-se ir mais além do que adotar simples medidas de conservação, mantendo o estado de saturação do solo somente durante o período de cultivo, eliminando ou reduzindo consideravelmente a preparação do solo submerso e mantendo a água no campo, reduzindo as drenagens. É necessário também aumentar a eficiência dos sistemas de irrigação diminuindo as perdas durante o transporte da água. Uma gestão racional das plantas daninhas deve ser um outro elemento desta estratégia. É necessário melhorar com urgência a eficiência da produção de arroz para poder sustentar a concorrência das outras formas de utilização destes recursos.

### ***Preocupações com o meio ambiente***

A agricultura é, entre todas as atividades, a que mais explora os recursos naturais. Em todo o mundo esforços são aplicados no sentido de atenuar o impacto das atividades agrícolas sobre o meio ambiente. No futuro as condições de produção serão intensamente monitoradas pela população e os países deverão se conformar com os mais variados acordos internacionais, particularmente com o Acordo sobre a agricultura da OMC e a Convenção das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas. A produção irrigada de arroz é particularmente vulnerável às novas normativas ambientais devido ao uso excessivo de água, emprego indiscriminado de pesticidas e baixa eficiência de utilização de insumos. Existem fortes razões para se pensar que o cultivo de arroz muito contribui para emissão de gás carbônico, de metano, de óxido de nitrogênio e de amônia. O gás carbônico é proveniente da queima dos resíduos agrícolas, prática comum em várias regiões do mundo. Na Califórnia, a legislação ambiental limita a queima da palha de arroz a somente 25% das superfícies cultivadas a cada ano. Todavia, a maioria dos países ainda não aprovou sua legislação concernente a esta questão, mas deverão ser obrigados a aprová-las pelos acordos comerciais internacionais.

Recentemente a atenção da comunidade internacional tem se voltado não só para o problema da emissão do gás carbônico, como também para gases mais prejudiciais. As emissões de metano são um aspecto específico da cultura do arroz irrigado em virtude do longo período de inundação e da decomposição anaeróbica da matéria orgânica incorporada pelos cultivos (Hou et al., 2000). Estima-se que os campos de arroz irrigado são responsáveis por 20% das emissões mundiais de metano, gás cujo efeito estufa é aproximadamente 20 vezes maior que o do gás carbônico. Cerca de 90% da emissão de metano é proveniente da planta e, segundo alguns estudos, as variedades geneticamente diferentes emitem

quantidades diferentes de metano (Wang et al., 1997). Apesar das pesquisas ainda apresentarem poucas informações concernentes à relação entre práticas culturais e emissão de metano, parece ser possível reduzir estas emissões utilizando curtos períodos de pousio ou rotação com uma cultura de terras altas, para que a matéria orgânica possa se decompor em condições aeróbicas antes de recolocar o solo em condições anaeróbicas para o cultivo do arroz irrigado.

O óxido de nitrogênio é proveniente principalmente dos adubos nitrogenados (Mosier et al., 1996). Os cultivos irrigados podem emitir grandes quantidades de óxido de nitrogênio quando deixa-se o solo secar após uma aplicação de uréia, inundando-o em seguida. A irrigação contínua após a aplicação de uréia em solo seco pode reduzir consideravelmente as emissões de óxido de nitrogênio. A amônia também é proveniente dos adubos nitrogenados. Estima-se que um sexto das emissões mundiais de amônia são provenientes dos adubos utilizados na agricultura (Bouwman et al., 1997). No cultivo do arroz irrigado as emissões de amônia são resultado da utilização ineficiente da uréia. O principal problema é que quando ela é aplicada na água ou sobre a terra, 70% aproximadamente evapora-se na forma de amônia. Esta quantidade pode ser reduzida para 30 ou 40% sem afetar o rendimento utilizando-se de métodos simples e eficazes de aplicação de adubos nitrogenados.

### ***Políticas para o arroz e obrigações internacionais***

Tradicionalmente, os governantes dos principais países produtores e consumidores de arroz têm como política manter a estabilidade do preço do arroz em casca para os consumidores urbanos e de subsidiar a produção. Estas políticas levam a uma aumento contínuo da produção e têm mantido os preços em conformidade com o poder de compra dos consumidores de baixa renda. Nos países exportadores de arroz, as políticas tendem a privilegiar os mercados de exportação, apesar disso depender dos produtores. Os preços atuais do arroz no mercado mundial alcançaram o seu patamar mais baixo das últimas décadas. As exportações da Tailândia, primeiro exportador mundial, alcançaram um valor recorde em 2001/2002 quando o arroz branco de primeira qualidade estava sendo vendido por US\$ 178,00 a tonelada. Isto só foi possível com o sólido subsídio do governo tailandês. A depressão dos preços do arroz no mercado mundial é preocupante, sobretudo para a América Latina, região onde vários governantes colocaram em prática barreiras comerciais para proteger a produção nacional. Nos Estados Unidos e na Europa ocidental, o arroz é uma das culturas mais subsidiadas o que representa uma enorme despesa para o governo, pois

estas medidas públicas custam muito caro. Por outro lado, as políticas de sustentação do setor arroseiro são limitadas pelos acordos de preço da Rodada do Uruguai e pelos programas de ajuda estrutural. A longo termo, para que seja sustentável, será necessário melhorar a eficiência da produção de arroz.

### ***Transferência de tecnologias***

Existe ainda uma série de elementos institucionais e políticos que exigirão profundas mudanças se quisermos satisfazer as necessidades futuras. Será necessário cada vez mais, fornecer uma assistência técnica aos produtores para ajudá-los a adotar práticas mais eficazes. No caso dos países onde os programas de transferência de tecnologia e outros serviços de apoio do setor público são ineficientes e ineficazes, será necessário encontrar outros mecanismos de financiamento de serviços de apoio, ajudar na transferência de tecnologias e melhorar os métodos de armazenamento e comercialização.

### **Satisfação das Necessidades Futuras**

O progresso da tecnologia e a evolução da ciência e da indústria do arroz oferecem oportunidades que, se devidamente aproveitadas permitirão a sustentabilidade da produção. A urbanização oferece novas possibilidades de comercialização do arroz e o aumento do poder aquisitivo faz aumentar a demanda pelo arroz de qualidade, criando novas perspectivas para os sistemas de produção orientados na demanda do mercado. A biotecnologia e outros métodos de ponta podem ajudar a gerar variedades de arroz com melhores rendimentos, mais tolerantes e/ou resistentes ao estresse biológico e outras que sejam mais nutritivas. Os sistemas integrados de produção melhoram os rendimentos, reduzem os custos e atenuam a degradação do meio ambiente, melhorando a eficácia das atividades agrícolas. A produção de arroz poderia ser igualmente mais rentável, reduzindo-se as perdas durante e após a colheita, bem como introduzindo-se novas culturas nos sistemas intensivos arroz-arroz.

### ***A nova geração de variedades de arroz***

O Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI) propôs incrementar o potencial genético do arroz a fim de estimular os rendimentos, colocando em prática os “novos tipos de plantas”. Este conceito surgiu no início dos anos 90 depois de um estudo que selecionou plantas com rendimento potencial de 12 a 15 toneladas por hectare (Fisher, 1994; Peng et al., 1994). Os progressos em relação a este estudo foram muito lentos.

A produção de híbridos de arroz constitui-se na tecnologia mais importante depois que foram identificadas variedades anãs. O arroz híbrido sempre apresentou rendimento superior em 15 ou 20% em relação às variedades comuns. Na China os cientistas começaram a trabalhar com o arroz híbrido no final dos anos 60 sendo que a primeira variedade híbrida comercial foi introduzida em 1974. Em 2000 estima-se que o arroz híbrido foi cultivado em cerca de 16 milhões de hectares na China, sendo 300 mil ha no Vietnã, 150 mil ha na Índia e 30 mil ha em Bangladesh (IRRI, 2000). Ele foi cultivado em menor escala em vários outros países como Mianmar (Birmânia), Filipinas e na Coreia. Uma empresa americana criou um programa de pesquisa intensivo para identificar variedades híbridas que poderiam ser cultivadas nas regiões temperadas da América, por exemplo, sul dos Estados Unidos, sul do Brasil, Uruguai e Argentina. Atualmente, quase toda a produção é proveniente de variedades híbridas de três linhagens. A China introduziu recentemente híbridos duplos que, em 2001, foram cultivadas em cerca de 2 milhões de hectares (comunicação pessoal do Professor Yuan Longping, 2001).

Em detrimento destes progressos, vários fatores têm impedido a adoção em larga escala de variedades híbridas. A produção de sementes constitui-se no principal obstáculo. Na China, a produção de sementes  $F_1$  era de aproximadamente 0,41 toneladas por hectare em 1976, mas o progresso da tecnologia elevou este índice para 2,5 toneladas por hectare em 1995 (Yuan & Fu, 1995). Pesquisadores chineses assinalaram ter obtido rendimentos mais elevados de sementes  $F_1$  (2,5 a 3,0 ton/ha) que a média dos híbridos duplos. Fora da China os rendimentos da produção de sementes  $F_1$  são muito baixos. No Vietnã e na Índia estes rendimentos não passam de 1,3 a 1,7 toneladas por hectare (Ahmed, 1997; Quach, 1997), o que leva a um encarecimento das sementes de variedades híbridas e conseqüentemente do cultivo comercial destas variedades. A adoção destas variedades fica assim restrita às regiões de maior poder aquisitivo e onde pratica-se o transplântio. O persistente baixo rendimento da produção de sementes híbridas fora da China, mesmo com todos os investimentos e esforços da FAO, PNUD, IRRI, BasD e dos sistemas nacionais de pesquisa durante os anos 90 (Nguyen, 2000), leva a concluir que será necessário, para que as variedades híbridas de arroz sejam adotadas fora da China, identificar linhagens macho-estéreis caracterizadas por uma excelente aptidão para manter a esterilidade do pólen e com elevada taxa de cruzamento com outras variedades.

As tentativas de aumentar a produção através da melhoria dos rendimentos, seja utilizando os "novos tipos de plantas" ou as variedades híbridas,

continuam a ter pouco progresso. Possivelmente as inovações biotecnológicas permitirão remediar esta situação. A realização mais marcante em matéria de biotecnologia do arroz foi a identificação da seqüência gênica do arroz realizada pelo Projeto Internacional de Identificação da Seqüência Gênica do Arroz (IRGSP) juntamente com institutos públicos e privados. Um melhor conhecimento do genoma do arroz poderá facilitar a criação de novas variedades, assim como transferir genes de outras culturas ou organismos para o arroz.

Atualmente, existe somente uma variedade de arroz transgênico produzido comercialmente. Todavia, várias outras variedades utilizando esta tecnologia encontram-se no processo final de pesquisa, sendo a maioria para resistência a herbicidas e/ou utilizando o gene Bt. Há também os mutantes resistentes a herbicidas que deverão ser lançados no mercado em breve. A utilização de organismos geneticamente modificados é motivo de muitas controvérsias, mas novas características importantes tanto para produtores quanto para consumidores deverão aparecer no mercado nos próximos dez anos. Os países produtores de arroz deverão decidir como e quando estas inovações serão adotadas. A segurança biológica é um aspecto importante e não está relacionado somente aos organismos geneticamente modificados.

### ***Redução da queda de rendimento***

A maioria das variedades comerciais de arroz de alto rendimento apresenta um rendimento potencial de aproximadamente 10 toneladas por hectare. Todavia, na prática, quando criteriosamente manejadas, produzem cerca de 7 a 8 toneladas por hectare, sendo que o rendimento médio obtido pelos produtores não passa da metade destes valores. Na sua última sessão, a Comissão Internacional do Arroz recomendou que a FAO organizasse um levantamento aprofundado, das causas dessa queda de rendimento. Em setembro de 2000, a FAO organizou uma campanha com especialistas do assunto para tentar desvendar o que estaria por trás da queda de rendimentos e da baixa produtividade do arroz (FAO, 2000). Os resultados de diversos estudos a campo mostraram que, nos países em desenvolvimento, a queda de rendimento é de aproximadamente 46%, ou seja, o equivalente a 2,7 toneladas por hectare (Tabela 5). Essa é a maior queda de rendimento observada no sistema irrigado, levando em consideração que é um sistema de cultivo favorecido e que deveria render altas produções além do fato de que a maioria das cultivares utilizadas são melhoradas e do avanço

tecnológico concernente ao sistema irrigado de cultivo. Poderia-se aumentar a produção em aproximadamente 130 milhões de toneladas de arroz beneficiado, apenas reduzindo a queda de rendimento nas regiões de arroz irrigado da Ásia, que representam 72 milhões de hectares. Esse problema deveria ser visto como prioridade pela pesquisa.

**Tabela 5.** Estimativa da queda de rendimentos do arroz irrigado em alguns países.

<i>País</i>	<i>Rendimento potencial</i>	<i>Rendimento no campo</i>	<i>Defasagem de rendimento</i>	<i>Porcentagem da queda de rendimento</i>
	<i>toneladas/ha</i>			
Índia	5,8	2,8	3,0	52
Filipinas – nas chuvas	5,7	3,7	2,0	35
– na seca	7,8	3,9	3,9	50
América Latina	6,3	4,6	1,7	27
Mauritânia	7,2	4,1	3,1	43
Senegal	6,8	5,1	1,7	25
Mali	8,2	6,1	3,1	26
Burkina Faso	7,0	4,6	2,4	34
IRRI - 9 países	8,2	3,7	4,5	55
Média	7,0	4,3	2,7	46

**Fonte:** Informações retiradas das Atas de Entrevistas aos Especialistas, de setembro de 2002.

A queda de rendimento está relacionada a vários fatores decorrentes do manejo inadequado da cultura. A pesquisa já encontrou ótimos sistemas de manejo para os cultivos irrigados, mas grande parte deles não foram colocados em prática, e outros não foram adaptados para as condições locais. Sendo assim, o manejo deficiente destas culturas é consequência de uma insuficiente transferência de tecnologia. A maioria dos esforços neste sentido é do setor público que dispõe de recursos limitados e de empregados pouco capacitados e desestimulados para se especializarem. Por outro lado, várias instituições de difusão sofrem de inércia institucional. É essencial, portanto, que novos mecanismos de transferência de tecnologia sejam criados.

Existem exemplos de meios inovadores de assistência ao agricultor sem a dependência direta do setor público. As associações de produtores de arroz da América Latina se organizaram para criar o FLAR (Fundo Latino-americano para a Rizicultura Irrigada) a fim de colocar em prática os programas internacionais de

colaboração para resolver os problemas comuns, facilitando a troca de informações. Na Austrália, o programa "Ricecheck" de transferência de tecnologias contribuiu para o aumento de produtividade a nível nacional reduzindo a queda de rendimento (Clampett et al., 2000).

Há uma grande diferença entre as tecnologias fundamentadas sobre o "conhecimento" e sobre as "sementes". As características melhoradas incorporadas aos genes de uma variedade de elite são relativamente fixas e visíveis para os agricultores que sabem distinguir entre as variedades resistentes e susceptíveis às doenças e identificar as outras características fenotípicas melhoradas. A partir do momento que o agricultor adota tecnologias fundamentadas nas sementes, eles podem continuar utilizando-as sem gastos complementares quando não se trata de variedades híbridas. Por outro lado, é muito difícil o agricultor constatar o impacto de melhores tecnologias de manejo que reduzem consideravelmente a quantidade de água utilizada. É difícil fazer com que os agricultores compreendam a necessidade de preservar o equilíbrio ecológico a fim de reduzir as perdas causadas pelas pragas. Os agricultores podem perceber visualmente os resultados de uma boa adubação nitrogenada, mas dificilmente percebem as perdas provocadas pela volatilização quando estes adubos não são aplicados corretamente.

### ***Manejo integrado da cultura do arroz para reduzir a queda do rendimento***

Os limites inerentes aos modelos de manejo das culturas não existem isoladamente, mas são interdependentes. Por exemplo, o vigor inicial de plantas produzidas a partir de sementes de alta qualidade não afetará o rendimento se os adubos não forem utilizados corretamente. Da mesma maneira, uma maior fertilidade do solo não terá efeito sobre a colheita se não for dada a atenção para a concorrência da cultura com as plantas daninhas. Por outro lado, é difícil otimizar a eficiência do adubo sem o manejo apropriado da água. Todos estes exemplos mostram a importância da aplicação de um manejo integrado da cultura. Todavia, o mais comum é remediar todos estes problemas como se tratassem de casos isolados ao invés de seguir um programa de manejo integrado dos nutrientes, dos parasitas e da água. Além disso pode-se obter consideráveis progressos quando os contratempos existentes no manejo da cultura são resolvidos pela transferência de tecnologia. Foi assim, por exemplo, que o programa integrado "Ricecheck" na Austrália, resolveu de

maneira global dez problemas chave de manejo. Este programa integrado contribuiu bastante para elevar o rendimento médio a nível nacional de 6,5 toneladas por hectare durante a década de 80 para 8,9 toneladas por hectare no fim dos anos 90. Durante este período a queda de rendimento passou de 45 para 33%. Este resultado ilustra as vantagens de se adotar um manejo integrado e da inovação dos modelos de transferência de tecnologia (Clampett et al., 2000).

Este programa está baseado em um processo de tomada de decisão que procura identificar uma série de imprevistos à produção e de lhes integrar a um programa de produção. No contexto australiano, as práticas de manejo que são monitoradas prioritariamente são o plantio e a colheita, o momento da semeadura, o manejo do nitrogênio, o controle de plantas daninhas e o manejo da água. Os agricultores são estimulados a aplicar práticas de manejo fundamentadas em elementos impactantes nos rendimentos. Ou seja, a transferência de tecnologia é única e está fundamentada na criação de grupos de agricultores que obtêm de forma rápida o retorno da pesquisa e dos agentes de difusão.

O melhor manejo do nitrogênio é outro bom exemplo da necessidade da aplicação de um manejo integrado das culturas. O manejo do nitrogênio é particularmente difícil nos sistemas de transplântio, como o que é praticado na maior parte da Ásia, onde o solo é preparado depois da aplicação da lâmina d'água. As plantas são transplantadas e todo o processo vegetativo acontece na presença de água. A aplicação da uréia, que é a principal fonte de adubo nitrogenado, sobre a água ou sobre uma terra úmida leva a consideráveis perdas que atingem normalmente de 70 a 80% do nitrogênio aplicado. A eficiência do nitrogênio é portanto baixa, geralmente da ordem de 5 a 15 kg de arroz por quilo de nitrogênio (Tabela 6), além de emitir considerável quantidade de gás com efeito estufa, como o óxido de nitrogênio e a amônia. Recentes estudos realizados pelo FLAR na Colômbia mostraram que é preferível incorporar o nitrogênio na terra seca, antes da semeadura: as perdas de nitrogênio foram de 20 a 30% e a eficiência de 25 a 30 kg de arroz por quilo de nitrogênio (FLAR, 2001). Estes estudos mostram claramente que a eficiência do nitrogênio pode ser triplicada sem acréscimos nos custos, simplesmente aplicando-o no momento certo, sob condições que reduzem as perdas (solo seco), seguido por um manejo adequado da água e das plantas daninhas.

**Tabela 6.** Utilização média e eficiência na aplicação de adubos nitrogenados em cinco países da Ásia.

<i>Região/País</i>	<i>utilização de adubos nitrogenados kg N/ha</i>	<i>eficiência de utilização dos adubos nitrogenados kg grãos/kg N</i>
Vietnã	46	8,6
Filipinas	136	12,5
Indonésia	108	5,3
Tailândia	114	11,4
Índia	115	15,3
MÉDIA	112	10,6

Fonte: Olk et al. (1996).

### ***Redução das perdas na colheita e no beneficiamento***

O aumento da produtividade só se torna um real ganho de produção quando acompanhado por melhorias nas operações pós-colheita. Na maioria das regiões asiáticas, as técnicas de armazenamento dos grãos após a colheita, não evoluíram nos últimos 12 anos. O beneficiamento manual do arroz ainda é muito comum, além de se utilizarem rudimentares métodos de secagem e armazenamento. O resultado de pesquisas da FAO sobre este assunto mostra que as perdas durante estas operações utilizando métodos muito rudimentares chegam a ser de 10 a 37% do total da colheita (Tabela 7). Existem várias técnicas de simples aplicação que poderiam reduzir estes valores para níveis mais aceitáveis.

**Tabela 7.** Estimativa das perdas em cada uma das etapas pós-colheita no sudeste asiático.

<i>Operações</i>	<i>Perdas (%)</i>
Colheita	1 - 3
Permanência no campo	2 - 7
Batida	2 - 6
Secagem	1 - 5
Armazenamento	2 - 6
Transporte	2 - 10
TOTAL	10 - 37

Fonte: FAO (2000).

As perdas resultantes do mau procedimento de secagem são enormes na maioria dos países da Ásia. O método mais comumente utilizado é a secagem ao sol, que não permite o controle do processo. Após bater o arroz manualmente, ele é ora seco no campo mesmo, ora colocado no asfalto, à beira das rodovias, para ser seco ao sol. Devido à falta de controle sobre a intensidade de evaporação da água durante o processo de secagem, os grãos trincam e se quebram no momento do beneficiamento. No momento do beneficiamento ocorrem outros tipos de perdas também, provocados pela falta de regulagem do maquinário. Por exemplo, o equipamento de passagem única, do tipo Engleberg, largamente utilizado, provoca rachadura dos grãos, fazendo com que o rendimento seja de apenas 50% enquanto que os equipamentos mais modernos proporcionam rendimentos na faixa de 70%.

Normalmente, o arroz inteiro ou  $\frac{3}{4}$  inteiro custa três vezes mais caro que o arroz quebrado. Uma alta porcentagem de quebrados representa por consequência perdas econômicas consideráveis. Durante décadas a maioria dos países da Ásia se preocupava principalmente com a sobrevivência, dando pouca atenção para a qualidade do produto. Todavia, nos últimos anos, o poder de compra dos consumidores aumentou, fazendo crescer a demanda por um arroz de qualidade. É possível melhorar os rendimentos no beneficiamento e diminuir o número de quebrados, mas isto exige consideráveis investimentos do setor privado.

Independente de melhorar o processo de secagem existem outras tecnologias que permitem a redução das perdas durante o beneficiamento. Uma nova característica genética conhecida como “tolerância ao beneficiamento tardio” permite deixar o arroz secar na panícula até cerca de 19% de umidade, deixando uma margem de segurança para que no momento do beneficiamento reduza a quantidade de grãos quebrados (Berrio et al., 2002). Foi encontrado este tipo de tolerância em duas variedades comerciais americanas e em várias variedades das regiões tropicais e temperadas da América Latina. Nesta última região a tolerância acima descrita é o principal objetivo do programa de desenvolvimento de arroz híbrido. Esta característica não foi utilizada nos programas de híbridos da Ásia.

### ***Melhoria da qualidade de vida dos rizicultores***

Foi preconizado o lançamento de campanhas para incentivar o cultivo intensivo de arroz irrigado no mundo para aumentar os níveis de produtividade visando o reforço da segurança alimentar. Durante a década de 80 vários países

promoveram a adoção de variedades precoces objetivando a colheita de três safras por ano. Entretanto, em várias regiões asiáticas, a rizicultura é uma atividade com intenso emprego de mão-de-obra. Nos cinco principais países produtores de arroz, o emprego de mão-de-obra varia entre 243 dias de trabalho por hectare no Bangladesh, 195 na Índia, 156 na Indonésia e de 60 a 80 nos sistemas de produções mais mecanizados das Filipinas e da Tailândia (Pingali et al., 1997). Pode-se obter uma estimativa aproximada da remuneração do trabalho combinando-se as informações disponíveis sobre o rendimento médio nestas regiões, o preço do subsídio governamental e o aporte de mão-de-obra requerido. Na Índia, a remuneração do trabalho é estimada em US\$1,53 por dia, no Bangladesh US\$ 2,57, na Tailândia US\$ 6,06, na Indonésia US\$ 5,58 e nas Filipinas US\$ 7,28 por dia (Tabela 8). A procura por este trabalho pouco remunerado existe em função da insuficiente oferta de emprego.

**Tabela 8.** Estimativa da remuneração do trabalho no cultivo do arroz irrigado de alguns países asiáticos.

	<i>Trabalho manual<sup>1</sup> (dias de trabalho/ha)</i>	<i>Preço do arroz<sup>2</sup> (US\$/tonelada)</i>	<i>Rendimento médio da rizicultura irrigada<sup>3</sup> (toneladas/ha)</i>	<i>Remuneração do trabalho<sup>4</sup> (US\$/dia)</i>
Bangladesh	243	162	4,6	2,57
Índia	195	116	3,6	1,53
Indonésia	156	187	5,3	5,58
Filipinas	82	211	3,4	7,28
Tailândia	64	127	4,0	6,06

**Fonte:** <sup>1</sup>Pingali et al. (1997); <sup>2</sup>FAO (2001); <sup>3</sup>IRRI (1993); <sup>4</sup> Na hipótese de um custo por hectare da ordem de US\$ 120,00/ha, nas Filipinas. Informações extraídas de Pingali et al. (1997).

A remuneração do trabalho está diretamente relacionada com o rendimento da cultura. Uma melhoria no rendimento e na eficiência de produção se traduz no aumento da remuneração do trabalho. Recentemente, quando a produção nacional de arroz é suficiente para abastecer o mercado interno, e existem restrições para o uso de água de irrigação, vários países têm desestimulado a rizicultura intensiva. Os empregadores de mão-de-obra em culturas mais lucrativas como a horticultura oferecem oportunidades de melhores remunerações para os agricultores. Por isso preconiza-se sempre a diversificação das culturas

nos ambientes de cultivo de arroz irrigado, para estabilizar os rendimentos do arroz, reduzir as emissões de metano e melhorar o ganho dos agricultores. O problema é que são poucas as opções de culturas apropriadas para plantio em terrenos mal drenados, sobretudo durante a estação chuvosa. Será necessária uma maior atenção à diversificação das culturas, em especial na identificação de outros cultivos de várzeas.

Existem várias práticas que permitem a redução do emprego intensivo de mão-de-obra na rizicultura. Um exemplo é a utilização da semeadura direta no lugar do transplântio. A semeadura direta é a metodologia comumente utilizada na América, onde se tem o domínio do conhecimento desta tecnologia. Outras tecnologias existentes para redução do emprego de mão-de-obra devem ser adaptadas para as condições locais. O trabalho na agricultura é uma das maiores fontes de emprego em vários países da Ásia e da África, de forma que, todo o esforço para diminuição do emprego de mão-de-obra deve levar em consideração as conseqüências sociais, especialmente em relação ao trabalho rural.

## Conclusões

Esta abordagem da realidade atual do arroz mostra que a situação é melhor do que se discute. A baixa dos preços no mercado internacional ainda não causou a diminuição da produção na Ásia. Porém, vários países, analisando a rentabilidade da rizicultura, reajustaram seus níveis de produção. A China reduziu suas superfícies cultivadas e incentivou o cultivo intensivo. O Vietnã diminuiu o subsídio para a cultura do arroz. A maioria dos países opera dentro do quadro dos acordos comerciais internacionais, mas subsidiam consideravelmente o preço do arroz, pois em países da Ásia existe uma estreita correlação entre a pobreza no meio rural e a produção de arroz. É difícil prever quanto tempo estes países poderão, levando em consideração o alto custo dos subsídios, continuar sustentando suas produções.

O medo de uma crise do arroz não parece ter fundamento. O atendimento da demanda futura de arroz não parece ser mais um grande problema, tendo em vista a queda do consumo em vários países da Ásia, em particular a China. Entretanto, satisfazer a esta demanda futura continua sendo um desafio. A estagnação dos rendimentos nos sistemas irrigados continua sendo o principal obstáculo para o aumento da produção. Várias medidas podem ser adotadas

para remediar esta situação: a identificação de materiais genéticos mais produtivos, como as variedades híbridas; os novos tipos de plantas e talvez o novo NERICA para a África. Qualquer que seja a alternativa adotada, será necessário melhorar o manejo da cultura para que as variedades ou híbridos cultivados expressem o seu rendimento potencial. O meio mais apropriado de atender a demanda atual de arroz (nos próximos dez anos) consiste em reduzir a queda de rendimentos dos cultivos irrigados. A produção dos sistemas irrigados, que representa 75% da produção mundial poderia aumentar em 45% somente com a melhoria do manejo da cultura. Já existem várias tecnologias para reduzir a queda de rendimentos. O problema é a limitação dos programas de transferência de tecnologia.

Poderia, também, aumentar em muito a produção efetiva reduzindo as perdas após a colheita e no beneficiamento. Estas últimas são significativas, demandando uma modernização da indústria de beneficiamento. A demanda por um arroz de qualidade não pára de crescer, o que deverá encorajar a indústria a investir em suas instalações nos vários países da Ásia.

## Referências Bibliográficas

Agcaoili, M. et M.W. Rosegrant, 1992. Regional trends and projections for food supply demand and trade in Asia. IRPRI, Washington (Estados Unidos).

Ahmed, M.I., 1997. Development and use of hybrid rice technology-Lessons learnt from the Indian experience. Dans: Atelier international sur les progrès accomplis dans la mise au point et l'utilisation de riz hybride en dehors de Chine, Hanoi (Vietnã) 1997.

Berio, L.E., P.R. Jennings et E.A. Torres, 2002. Breeding rice in Colombia for tolerance to delayed harvesting. Dans: Actes de la vingt-neuvième session du Groupe de travail technique sur le riz. Little Rock, Arkansas. (no prelo).

Bouwman, A.F., D. Lee, W.A.H., Asman, F.J. Dentener, K. van der Koek et J. Olivier, 1997. Global high-resolution emission inventory for ammonia. Global Biogeochemical Cycles. 11(4):561-587.

- Brar, D.S., Y.G. Zhu, M.I. Ahmed, P.J. Jachuk et S.S. Vermani, 1998. Diversifying the CMS system to improve the sustainability of hybrid rice technology. Dans: Actes du troisième Colloque international sur les riz hybrides, S.S. Vermani, E.A. Siddiz et K. Muralidbaran, eds. IIRR, Los Banos (Filipinas).
- Cassman, K.G., A. Doberman, P.C. Sta. Cruz, G.C. Gines, M.I. Samson, J.P. Descalsota, J. M. Alcantara, M.A. Dixon et D.C. Oik, 1996. Soil organic matter and indigenous nitrogen supply of intensive irrigate rice systems in the tropics. *Plant and Soil*. 182:267-278.
- Cassman, K.G., S.K. De Datta, D.C. Oik, J. Alcantara et M. Dixon, 1995. Yield decline and the nitrogen economy of long-term experiments on continuous irrigated rice systems in the tropics. IN: R. Lal and B.A. Steward, eds. *Soil management: experimental basis for sustainability and environmental quality*. p. 181-222. CRC/Lewis Publishers, Boca Raton, Floride (Estados Unidos).
- Clampett, W. S., R.L. Williams et J.M. Lacy, 2000. Major achievements in closing the yield gap of rice between research and farmers in Australia. Dans: Actes de la Consultation d'experts sur l'écart de rendements et la baisse de productivité de la production de riz, p. 411-428. Roma (Itália), setembro de 2000.
- Cuevas-Perez, F., E. Guimaraes, L.E. Berrio et D.I. Gonzalez, 1992. Genetic base of irrigated rice in Latin America and the Caribbean, 1971 to 1989. *Crop Sci*. 32:1054-1059.
- Dawe, D. et A. Doberman, 2000. Yield and productivity trends in intensive rice-based cropping systems of Asia. Dans: Actes de la Consultation d'experts sur l'écart de rendements et la baisse de productivité de la production de riz, p. 97-115. Roma (Itália).
- Ellstrand, N.C., 2001. When transgenes wander, should we worry? *Plant Physiol*. 125:1543-1545.
- FAO (no prelo), "World Agriculture: Towards 2015/30, an FAO Study", Rome (Itália).
- FAO, 2002a. Division des produits et du commerce international, Rome (Itália).

FAO, 2002b. Base de données statistiques sur l'agriculture, Roma (Itália).

FAO, 2001. Écarts de rendements et baisse de productivité de la production de riz. Actes de la Consultation d'experts sur l'écart de rendements et la baisse de productivité de la production de riz tenue à Rome (Italie), septembre 2000.

FAO, 2000. Information Network on Post-Harvest Operations. Informations tirées de DeLucia et Assennato, 1994. FAO, Bulletin des services agricoles, No. 93.

Fisher, K.S., 1994. Nouvelles percées et succès actuels de la recherche sur le riz en Asie. Actes de la dix-huitième session de la Commission internationale du riz, FAO, Rome (Italie), 1996.

FLAR, 2001. Rapport annuel. CIAT, Cali (Colombia).

Flinn, J.C. et S.K. De Datta, 1984. Trends in irrigated rice yields under intensive cropping at Philippine research stations. *Field Crops Research* 9:1-15.

Flinn, J.C., S.K. De Datta et E. Labadan, 1982. An analysis of long-term rice yields in a wetland soil. *Field Crops Research* 5(3):201-216.

Hou, A. X, G.X. Chen, Z.P. Wang, O. Van Cleemput et W.H. Patrick, 2000. Methane and nitrous oxide emissions from rice field in relation to soil redox and microbiological processes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:2180-2186.

IRRI, 1993. IRRI World Rice Statistics. Los Banos (Filipinas).

IRRI, 2000. Rapport annuel. Los Banos (Filipinas).

Kenny, Gina, 2001. FAO. ESNA Consultant. Report «Nutrient Impact Assessment of Rice in Major Rice Consuming Countries.

Klemm, W., 1999. Économies d'eau en riziculture. Dans: Actes de la dix-neuvième session de la Commission internationale du riz, Le Caire (Égypte), p. 110-117.

Mosier, A., J. Duxbury, J. Freney, J. Heinemeyer et K. Minami, 1996. Nitrous oxide emissions from agricultural fields: Assessment, measurement and mitigation. *Plant and Soil*. 181:95-108.

Nguyen, V.N., 2000 Issues and opportunities of wide adoption of hybrid rice outside China, with emphasis on South and Southeast Asia. Document présenté à l'atelier de cadres moyens et de décideurs du Bangladesh, de l'Inde, de l'Indonésie, des Philippines, de Sri Lanka et du Viet Nam, tenu à Bangalore, Karnataka (Inde), du 9 au 12 mai 2000

Oik D.C., K.G. Cassman, G. Simbahan, P.C. Sta. Cruz, S. Abdulrachman, R. Nagarajan, Pham Sy Tan et S. Satawathananont, 1996. Congruence of N fertilizer management by farmers and soil N supply in tropical irrigated low rice systems. Dans: Actes du Colloque international sur la maximisation durable des rendements des rizières grâce à une gestion améliorée des sols et de l'environnement, novembre 1996. Khon Kaen (Thaïlande).

Oik, D.C., K.G. Cassman, E.W. Randall, P. Kinchesh, L.J. Sanger et J.M. Anderson, 1996. Changes in chemical properties of organic matter with intensified rice cropping in tropical lowland soil. *European J. Soil Sci.*, 47:293-303.

Peng, S.B., G.S. Khush et K.G. Cassman, 1994. Evolution of the new plant ideotype for increased yield potential. Dans: Casmann, K.G. ed., *Breaking the yield barrier*. Proc. Workshop on rice yield potential in favorable environments. Chapitre 2. IIRR, Los Banos (Philippines).

Pingali, P.L., M. Hossain et R.V. Gerpacio, 1997. *Asian Rice Bowls: The Returning Crisis?* CAB International (Royaume-Uni).

Pulver, E. et V.N. Nguyen, 1998. Vers une riziculture durable au troisième millénaire. Dans: Actes de la dix-neuvième session de la Commission internationale du riz, Le Caire (Égypte), p. 32-43.

Quach, N.A., 1997. Some experience on the development of hybrid rice production in Vietnam. Dans: *Atelier international sur les progrès accomplis dans la mise au point et l'utilisation de riz hybride en dehors de Chine, Hanoi (Viet Nam)*, 1997.

Tuong, T.P., B.A.M.Bouman, 2002. Rice production in water-scarce environments. Dans: Actes de la Conférence internationale sur la gestion de l'eau d'irrigation (sous presse).

Wang, B., H. Neue et H. Samonte, 1997. Effect of cultivar differences on methane emissions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 62:31-40.

Yuan, L.P., 1998. Mise au point et utilisation de riz hybrides: approches novatrices et problèmes. Dans: Actes de la dix-neuvième session de la Commission internationale du riz, Le Caire (Égypte), p. 77-85.

Yuan, L.P. et Fu, 1995. Technology of hybrid rice production. p. 84. FAO, Rome (Italie).

## - Parte II -

# O arroz e a nutrição: consequências da biotecnologia e da biodiversidade para os países consumidores de arroz

---

*Gina Kennedy, Bárbara Burlingame e Van Nguu Nguyen*

O arroz é um alimento básico em pelo menos 33 países em desenvolvimento, onde ele é responsável por fornecer cerca de 27% do aporte diário de carboidratos, 20% das proteínas e 3% dos lipídios oriundos da alimentação. Ele contém tiamina, riboflavina, niacina e zinco em quantidades interessantes do ponto de vista nutricional, bem como pequenas quantidades de micronutrientes. A qualidade nutricional do arroz depende de vários fatores, dentre eles a cultivar, o método de cultivo, os tratamentos recebidos após a colheita e o armazenamento. As estratégias utilizadas para melhorar a qualidade nutricional do arroz, vão desde as campanhas educacionais e promocionais até os métodos de seleção e análise da composição nutricional das diversas variedades.

### **O consumo de arroz nos países onde se constitui um alimento básico**

O arroz é um alimento básico em quinze países da Ásia e do Pacífico, dez países da América Latina e Caribe, um país da África do Norte e sete países da África sub-saariana (FAO, 1999). Nos países em desenvolvimento o arroz fornece 715 kcal por pessoa por dia, 27% dos carboidratos, 20% das proteínas e 3% dos lipídeos da alimentação. Os países do sudeste asiático são extremamente dependentes do arroz: no Bangladesh, Laos, Vietnã, Mianmar e Camboja, o arroz fornece mais de 50% do aporte energético e protéico alimentar, e entre 17 e 20% dos lipídeos da alimentação. É um alimento básico importante para vários países africanos: na Guiné, Guiné Bissau, Gâmbia, Libéria e Senegal, ele fornece de 22 a 40% do aporte energético e de 23 a 39% das proteínas alimentares. A Tabela 1 apresenta o consumo médio por pessoa e a porcentagem correspondente em energia, proteína e lipídeos fornecidos pelo arroz.

**Tabela 1.** Porcentagem de carboidratos, proteínas e lipídios fornecidos pelo arroz, em relação ao total da alimentação diária (média de 1997 a 1999).

<i>País</i>	<i>Consumo per capita de arroz (g/pessoa/dia)</i>	<i>Carboidratos fornecidos pelo arroz em relação ao total da alimentação diária per capita (%)</i>	<i>Proteínas fornecidas pelo arroz em relação ao total da alimentação diária per capita (%)</i>	<i>Lipídios fornecidos pelo arroz em relação ao total da alimentação diária per capita (%)</i>
Bangladesh	441,2	75,6	66,0	17,8
Brasil	108,1	13,5	10,2	0,8
Camboja	448,6	76,7	69,6	17,3
China	251,0	30,4	19,5	2,5
Costa Rica	170,4	21,0	16,0	1,4
República Dominicana	116,7	17,8	16,2	0,9
Equador	129,9	16,6	15,5	0,8
Gabão	78,5	11,4	7,8	0,7
Gâmbia	246,9	32,9	31,3	1,7
Guiné	185,4	31,3	31,6	4,7
Guiné-Bissau	258,0	40,9	39,2	2,2
Guiana	231,8	31,0	20,9	2,6
Haiti	95,3	17,9	15,7	3,0
Índia	207,9	30,9	24,1	3,6
Indonésia	413,6	51,4	42,9	8,1
Jamaica	76,3	11,0	9,2	1,5
Japão	165,6	23,3	12,5	1,8
Coréia	259,0	33,5	21,0	3,2
Laos	470,0	70,6	66,1	25,5
Libéria	123,7	22,1	25,1	3,5
Madagascar	251,5	46,6	43,6	11,8
Malásia	245,2	29,8	20,4	2,2
Mianmar	577,9	73,6	68,1	19,9
Nepal	262,3	38,5	29,4	7,2
Panamá	125,2	17,7	13,3	1,0
Nova Guiné	101,6	16,1	13,6	1,8
Peru	127,8	18,8	14,7	1,7
Filipinas	267,4	40,9	30,1	4,6
Senegal	186,7	29,2	28,7	1,6
Serra Leoa	258,4	44,1	33,5	2,9
Sri Lanka	255,3	38,4	37,0	2,7
Suriname	189,5	24,7	19,7	1,7
Tailândia	285,3	43,0	33,4	4,6
Emirados Árabes	158,4	18,0	10,6	1,1
Vietnã	464,7	66,7	58,1	14,4

Fonte: FAOSTAT.

A produção de arroz aumentou consideravelmente após 1960. No mundo inteiro, a quantidade de energia fornecida pelo arroz (em kcal/pessoa) aumentou 40%, passando de 411 kcal em 1960 para 577 kcal atualmente. A análise por região mostra que o aporte energético alimentar do arroz (kcal/pessoa/dia) aumentou em 90% na África subsaariana e em 28% na Ásia e na América Latina (FAOSTAT, 2001).

Segundo estudos realizados na China e na Índia sobre aporte alimentar, o consumo diário médio de arroz neste países é de 300 gramas de arroz cru por adulto (Popkin *et al.*, 1993; FAO, 1998). Baseando-se em um consumo médio de 300 gramas de arroz por homem adulto e de 250 gramas para mulher, a Tabela 2 mostra a quantidade de micronutrientes fornecida pelo arroz. Para um homem adulto com idade entre 19 e 50 anos, que consome o equivalente a 300 gramas de arroz cru por dia, o arroz branco fornece de 2 a 5% das necessidades diárias de cálcio, ácido fólico e de ferro; de 9 a 17% das necessidades diárias de riboflavina, tiamina e niacina e 21% do zinco. O arroz não contém vitamina C nem vitamina A. O consumo de arroz integral aumenta o aporte de todos os nutrientes com exceção da riboflavina. Para o ferro, a tiamina e a niacina, os aportes proporcionados pelo consumo de arroz integral aumentam em mais de 10%. O fitato presente no arroz integral reduz a biodisponibilidade de vários nutrientes, sobretudo do ferro, zinco e cálcio, aos quais o fitato se liga quimicamente. As conseqüências precisas do consumo do arroz integral quando comparado ao arroz branco no que concerne a biodisponibilidade dos nutrientes, ainda devem ser melhor esclarecidas. O arroz não fornece a quantidade necessária de nenhum dos nutrientes para as mulheres, que consomem menos e têm maiores necessidades de ingestão destes, em particular o ferro.

**Tabela 2.** Quantidade total e porcentagem correspondente à Ingestão Diária Recomendada (IDR) de alguns micronutrientes fornecidos pelo arroz (porção de 300g para o homem e 250g para mulher).

Homem		Cálcio	Ferro	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Zinco	Ácido fólico (µg)
Arroz branco	mg	20,9	1,4	0,1	0,11	2,8	2,9	13,9
	% IDR	2	5	12	9	17	21	3
Arroz Integral	mg	78,9	4,2	0,8	0,09	10,5	4,9	31,6
	% IDR	8	15	67	7	66	35	8
<b>Mulher</b>								
Arroz branco	mg	17,4	1,16	0,1	0,1	2,32	2,4	11,6
	% IDR	1,7	2	10,5	7	17	12	3
Arroz integral	mg	65,9	3,49	0,67	0,1	8,75	4,1	26,3
	% IDR	7	6	61	8	63	20	7

Estes dados foram obtidos utilizando-se como base 300 gramas de arroz cru convertidos no equivalente ao arroz cozido através de um fator de conversão de 2,63 para o arroz integral e de 2,32 para o arroz branco (Banjong, 1995). Para as mulheres foi considerada a mesma faixa etária, sendo estas não gestantes e que não estejam em amamentação. Foram utilizados os valores da Ingestão Diária Recomendada (IDR). A porcentagem retida de ferro e zinco é a biodisponibilidade mínima (FAO, 2000). Os valores relativos aos teores de nutrientes do arroz foram retirados do Documento 14 do Ministério da Agricultura dos Estados Unidos (USDA Release 14), arroz integral e branco cozidos, de grão médio e não enriquecidos (USDA, 2001).

## Valor Nutricional do Arroz

As cascas do grão de arroz, a cariópse, o aleurona, o sub-aleurona, o endosperma e o embrião contêm quantidades variadas de nutrientes. Os teores de fibras alimentares, sais minerais e vitaminas do grupo B são maiores próximo da casca e menos importantes nas camadas de aleurona. O endosperma é rico em carboidratos, além de conter uma quantidade considerável de proteínas assimiláveis, com uma composição de aminoácidos vantajosa em relação a outros cereais (Juliano, 1993). O arroz é uma importante fonte de vitaminas do grupo B (tiamina, riboflavina e niacina), mas contém apenas traços de vitaminas C, D e beta-caroteno, precursor da vitamina A. O perfil protéico do arroz é rico em ácidos glutâmico e aspártico, mas pobre em lisina (Grist, 1986; Juliano, 1993). Os principais fatores anti-nutritivos que se concentram na casca são o fitato, inibidor da tripsina, aorisacostatina e a hemaglutinina-lecitina (Juliano, 1993). Inúmeros fatores influenciam a quantidade de elementos nutritivos presentes no arroz.

## *Influência da variedade sobre os nutrientes*

As diferenças existentes dentro de uma mesma linhagem de arroz já foram encontradas em pesquisas efetuadas principalmente pelo IRRI, as quais mostraram que a composição varia sensivelmente de uma variedade para outra (Juliano & Villareal, 1993; Chandrasekhar & Mulk, 1970). O IRRI estudou o teor protéico de mais de duas mil variedades de arroz e encontrou teores variando de 4 a 14% para as variedades de *Oryza sativa* e de 9 a 14% para as variedades de *Oryza glaberrima* (Tabela 3). Na espécie *Oryza sativa*, as variedades asiáticas apresentaram as maiores variações nos teores de proteínas (4 a 14%), e foram as variedades sul-americanas que apresentaram o maior teor médio de proteína (7,9%).

**Tabela 3.** Teores médios de proteína das espécies de arroz *O. sativa* e *O. glaberrima* em algumas regiões.

	Número de amostras	Teor de proteínas (%)	Teor médio (%)
<i>Oryza sativa</i> L.			
Ásia	1626	4-14	7,8
Austrália	24	5-10	6,7
América do Norte	190	4-13	7,2
América do Sul	301	5-13	7,9
Europa	233	5-13	7,0
África	300	5-11	7,3
Total	2674	4-14	7,7
<i>O. glaberrima</i>	195	9-14	12,0

Fonte: Juliano et Villareal, 1993.

Desde o início da década de 90 o IRRI analisa, em cooperação com a Universidade de Adelaide, a variação no teor de ferro e zinco de diferentes variedades de arroz. O arroz cultivado em condições controladas no centro de pesquisa do IRRI, foram observados teores de ferro compreendidos entre 0,75 e 2,44 mg/100g, com média de 1,21 mg/100g. O teor de zinco variou entre 1,59 e 5,84 mg/100g com média de 2,54 mg/100g (Graham et al., 1999). A Tabela 4 apresenta uma amostra das variedades cultivadas em casas de vegetação no IRRI e mostra que certas variedades tradicionais contêm duas vezes e meia mais ferro que as variedades melhoradas comumente cultivadas. Quatro das cinco variedades mais ricas em ferro e zinco são variedades tradicionais, enquanto as mais pobres nestes metais são as variedades melhoradas mais cultivadas.

**Tabela 4.** Teores de ferro e zinco de algumas cultivares, obtidos em casa de vegetação (média de três repetições).

Variedade	Ferro (mg/100g)	Zinco (mg/100g)
Ganjay Roozy	2,64	5,89
Zuchem	2,34	5,10
YR 4194	2,32	5,40
Banjaiman	2,27	5,30
Xue Bue Nuo	2,25	4,66
IR 64446	2,22	5,35
Kinmaze	2,17	5,17
IR 60864	1,50	4,11
Heibao	1,49	3,16
Alan	1,40	3,92
IR 63877	1,31	3,64
IR 74	1,30	3,64
IR 72	1,17	3,25
IR 36	1,01	3,14

Fonte: (Senadhira, et al., 1998)

### ***Efeito dos fatores agrícolas sobre os nutrientes***

Vários estudos mostram que as práticas agrícolas podem influenciar os teores de nutrientes do grão de arroz. Em ambientes controlados, já foi verificado que o teor de nitrogênio do solo, a radiação solar, o estágio vegetativo da planta e a utilização de adubos, têm efeito sobre o teor de proteína (Juliano & Bechtel, 1985; Iwata, no prelo; Graham *et al.*, 1999). Os teores de ferro e de zinco também variam com a aplicação de adubos nitrogenados e com a qualidade dos solos (Senadhira *et al.*, 1998).

### ***Efeito do tratamento pós-colheita sobre os nutrientes***

Uma vez colhido, as operações de transporte, armazenamento, beneficiamento, lavagem e cozimento, podem influenciar na qualidade nutricional do arroz. Quando se avalia o valor nutricional, as perdas ocorridas no pós-colheita quase nunca são levadas em consideração. Elas não têm impacto imediato, mas podem, de um ponto de vista mais amplo, influenciar consideravelmente a segurança alimentar.

### ***Perdas após a colheita***

As perdas do pós-colheita são definidas como perdas quantitativas e qualitativas, determinadas em um produto (De Lucia & Assennato, 1994). As perdas podem ocorrer no momento da colheita, na batida, na secagem, na estocagem e no transporte. Estima-se que de 10 a 37% do que é colhido, é perdido nestas operações (Saunders, 1979). Durante a colheita, tanto mecanizada como manual, uma pequena quantidade de grãos sempre fica no campo. Da mesma forma, no momento da secagem, as perdas ocorrem, sobretudo nos países em desenvolvimento, quando estes grãos são colocados para secar a beira das rodovias. Durante o armazenamento, outras perdas ocorrem em função do mofo, de insetos e de roedores. Estimativas levantadas na África sub-saariana mostram que os roedores podem destruir ou contaminar até 20% de uma colheita (FAO, 1994). A Tabela 5 apresenta a estimativa das perdas pós-colheita do arroz.

Em certas regiões da África e da América Latina, as perdas pós-colheita do arroz podem chegar a cerca de 50% da colheita (De Lucia & Assennato, 1994). Evidentemente que, quando atingem estes níveis, as perdas podem comprometer a segurança alimentar.

**Tabela 5.** Estimativa das perdas quantitativas de arroz em cada uma das operações do pós-colheita no sudeste asiático.

<i>Operações</i>	<i>Perdas</i>	
	<i>Mínimas</i>	<i>Máximas</i>
Colheita	1 %	3 %
Permanência no campo	2 %	7 %
Batida	2 %	6 %
Secagem	1 %	5 %
Armazenamento	2 %	6 %
Transporte	2 %	10 %
Total	10 %	37 %

**Fonte:** De Lucia et Assennato, 1994.

### *Beneficiamento*

Após a colheita, o arroz com casca é secado mecanicamente, ou ao ar livre, e depois beneficiado para a retirada da casca não comestível. O arroz somente descascado, conhecido como arroz integral, tem em média 6 a 7% de seu peso de casca, 90% de endosperma e 2 a 3% de embrião (Chen *et al.*, 1998). Uma nova operação é necessária para se obter o arroz branco, que é o brunimento. Em média, o arroz em casca rende: 25% de casca, 10% de farelo e 65% de arroz branco (Saunders, 1979). Na indústria de beneficiamento, 100 kg de arroz em casca rende aproximadamente 60 kg de arroz branco, 10 kg de fragmentos, 10 kg de farelo e 20 kg de casca (FAO, 1994).

Existem diferentes graus de polimento, dependendo do gosto do consumidor por um aspecto mais brilhoso ou mais opaco. O arroz beneficiado é conhecido como polido ou branco, sendo que o polimento acontece em várias etapas. Para obter o arroz branco, é necessário retirar de 8 a 10% da película que envolve o grão. Isso faz com que seja eliminada grande parte das proteínas e dos sais minerais. Um estudo realizado na Índia mostrou que o polimento do arroz a 6,3% resultou na perda de 65% da tiamina e 40% do fósforo (Rama *et al.*, 1960). A perda de proteínas no beneficiamento está estimada em 10 a 15% (Malik & Chaudhry, no prelo).

### *Parboilização*

Antes de ser beneficiado e empacotado, o arroz pode ser parboilizado. Este procedimento consiste em dar um tratamento hidrotérmico ao arroz antes de descascá-lo, o que é feito logo em seguida para finalmente ir para a secagem. Este

processo permite a preservação da maioria dos nutrientes que iria se perder no beneficiamento. Com o efeito da água quente, estes nutrientes migram do aleurona e do germe, para o endosperma, rico em amido (Juliano & Bechtel, 1985).

A análise de seis variedades de arroz (PR 106, PR 108, PR 109, Pb Bas I, Bas 370 e IR-8) cultivadas na Índia, mostrou que o teor de tiamina e riboflavina é mais elevado no arroz parboilizado beneficiado a 6% que no arroz parboilizado integral, arroz parboilizado beneficiado a 8%, arroz integral ou arroz beneficiado cru (Grewal & Sangha, 1990).

### *Lavagem e cozimento*

Estima-se que a lavagem do arroz antes de seu cozimento contribui com uma perda de 2 a 7% das proteínas, de 20 a 41% do potássio, de 22 a 59% da tiamina, de 11 a 26% da riboflavina e de 20 a 60% da niacina (Juliano, 1993).

Segundo alguns cálculos, as perdas durante a lavagem e o cozimento na Índia são da ordem de 10% das proteínas, 75% do ferro e 50% do cálcio e do fósforo (Grist, 1986). O cozimento em quantidades muito grandes de água, com o descarte da água de cozimento, elimina cerca de 30 a 50% da tiamina, 25 a 35% da riboflavina e 25 a 50% da niacina (Saunders, 1979). A fritura a alta temperatura pode destruir cerca de 70% da tiamina (Saunders, 1979).

Na Tabela 6 é apresentada uma comparação do valor nutritivo de iguais porções de arroz cru e cozido. O arroz cresce durante o cozimento absorvendo a água. Cem gramas de arroz branco rendem aproximadamente 232 gramas de arroz branco cozido, e 100 gramas de arroz integral cru rendem 263 gramas de arroz integral cozido (Banjong *et al.*, 1995).

**Tabela 6.** Valor energético de diferentes formas de apresentação do arroz (100 g).

<i>Tipo de arroz</i>	<i>Valor energético em kJ/100g</i>	<i>Valor energético em kcal/100 g</i>
Arroz integral cru	1506	360
Arroz branco cru	1519	363
Arroz parboilizado cru	1544	369
Arroz integral cozido	498	119
Arroz branco cozido	456	109
Arroz parboilizado cozido	444	106

Fonte: Saunders, 1979. (Conversão 1kcal=4,184 kJ).

### *Armazenamento*

Como mostra a Tabela 5, de 2 a 6% da colheita do arroz pode ser perdida durante o armazenamento. Estas perdas são devidas à infestação por insetos, ao mofo e à destruição e/ou contaminação dos grãos pelos roedores e pássaros. A parboilização do arroz reduz as perdas provocadas pelos insetos durante o armazenamento (Bhattacharya, 1985). Certas variedades tradicionais de arroz têm-se mostrado menos vulneráveis ao ataque de insetos quando comparadas às variedades melhoradas (FAO, 1994). Observa-se também que ocorre uma diminuição do teor de vitaminas, sobretudo da tiamina, durante o armazenamento do arroz (Juliano *et al.*, 1985), e uma menor perda de vitamina B durante o armazenamento do arroz parboilizado (Bhattacharya, 1985).

### **Problemas Nutricionais nos Países Consumidores de Arroz**

Os problemas nutricionais mais freqüentemente encontrados em escala mundial e nos países consumidores de arroz são a subnutrição proteínocalórica e as carências de ferro, iodo e vitamina A. Milhões de crianças sofrem de subnutrição, responsável pela metade das mortes anuais de crianças com menos de cinco anos (Shrimpton *et al.*, 2001). Em nível mundial, 3,5 bilhões de pessoas apresenta carência de algum nutriente, 2 bilhões têm carência de iodo e milhões apresentam sinais clínicos de carência de vitamina A (ACC/SCN, 2000). É na Ásia do Sul onde ocorrem os maiores índices de anemia e carência de vitamina A (Mason *et al.*, 1999). Isto deve ser decorrente de vários fatores: uma alimentação insuficientemente variada, o regime estritamente vegetariano de uma parte da população, e as condições socioeconômicas desfavoráveis, sobretudo para as mulheres.

O quadro das causas da subnutrição apresentado pela UNICEF e amplamente divulgado, indica três fatores chaves: acesso insuficiente ao alimento, carência de cuidados com as mães e as crianças e carência de serviços médicos, acarretando uma baixa qualidade de vida (UNICEF, 1999). As doenças e o consumo insuficiente de uma série de nutrientes são os dois principais fatores desencadeadores da subnutrição.

Índices oficiais como a expectativa de vida, a taxa de mortalidade infantil e a taxa de alfabetização de homens e mulheres dão uma imagem razoável das condições sanitárias e da situação da mulher de um determinado país. A Tabela 7 dá uma idéia da condição de vida e da saúde nos principais países consumidores de arroz.

Dentre os países onde os indicadores são melhores para a expectativa de vida e mortalidade infantil antes dos cinco anos, estão o Japão, a Costa Rica, os Emirados Árabes e a Jamaica. Os países que apresentarem os piores índices para expectativa de vida e mortalidade infantil são: Serra Leoa, Malawi e Guiné. Durante o período desta avaliação, grande parte destes países estava em guerras internas.

**Tabela 7.** Indicadores básicos do nível da saúde pública e qualidade de vida em alguns países.

País	Expectativa de vida (idade)	Mortalidade infantil antes dos 5 anos <sup>1</sup> 1999	Mortalidade Infantil <sup>2</sup> 1999	População com acesso à água potável (%) 1999	Adultos alfabetizados <sup>3</sup>		PIB per capita (dólares) 1999
					Homem	Mulher 1995-99	
Bangladesh	59	89	58	97	63	48	370
Brasil	67	40	34	83	86	85	4420
Camboja	54	122	86	30	79	58	260
China	70	41	33	75	91	77	780
Costa Rica	76	14	13	98	95	95	2740
República Dominicana	71	49	43	79	82	81	1910
Equador	70	35	27	71	91	86	1310
Gabão	52	143	85	70	74	53	3350
Gâmbia	48	75	61	62	38	24	340
Guiné	47	181	115	48	50	22	510
Guiné-Bissau	45	200	128	49	48	16	160
Guiana	65	76	56	94	99	97	760
Haiti	54	129	83	46	47	42	460
Índia	63	98	70	88	71	44	450
Indonésia	66	52	38	76	90	78	580
Jamaica	75	11	10	71	69	81	2330
Japão	80	4	4	-	-	-	32230
Coreia	73	5	5	92	99	98	8490
Laos	54	111	93	90	74	48	280
Libéria	50	235	157	-	36	18	490x
Madagascar	58	156	95	47	50	44	250
Malásia	72	9	8	95	89	79	3400
Mianmar	61	112	79	68	88	78	220x
Nepal	58	104	75	81	63	28	220
Panamá	74	27	21	87	93	92	2070
Nova Guiné	59	112	79	42	81	63	800
Peru	69	52	42	77	96	89	2390
Filipinas	69	42	31	87	94	94	1020

Continua...

Continuação... Tabela 7

País	Expectativa de vida (idade)	Mortalidade infantil antes dos 5 anos <sup>1</sup> 1999	Mortalidade infantil <sup>2</sup> 1999	População com acesso à água potável (%) 1999	Adultos alfabetizados <sup>3</sup>		PIB per capita (dólares) 1999
					Homem 1995-99	Mulher 1995-99	
Senegal	53	118	68	78	43	23	510
Serra Leoa	39	316	182	28	45	18	130
Sri Lanka	74	19	17	83	91	79	820
Suriname	71	34	27	95	95	91	1660x
Tailândia	69	30	26	80	96	92	1960
EUA	75	9	8	-	85	93	17870
Vietnã	68	40	31	56	95	88	370

Fonte: UNICEF, 2001.

Legenda:

- Dados não comunicados / x Dados de outro ano/período diferente do citado

Definições

<sup>1</sup>Mortalidade antes dos cinco anos: para cada 1000 nascimentos<sup>2</sup>Mortalidade infantil: taxa de mortalidade de zero a 1 ano de idade, para cada 1000 nascimentos<sup>3</sup>Adultos alfabetizados: porcentagem de pessoas com mais de 15 anos que sabem ler e escrever.

Na Malásia, Coréia, Indonésia, Gâmbia, Equador e Bangladesh estão ocorrendo os maiores progressos na redução da mortalidade de crianças com menos de cinco anos. Os países que menos progrediram neste sentido, foram o Camboja, a Serra Leoa, e a Nova Guiné.

### ***Estimativa do nível de subnutrição infantil***

Três indicadores-chave do crescimento infantil são utilizados para medir o nível de subnutrição em crianças de menos de cinco anos: o crescimento tardio, o peso em relação à altura, e o peso em relação à idade.

O crescimento tardio, medido através da relação entre a altura e a idade, é considerado como um bom indicador da subnutrição crônica. A medida do peso em relação à altura, sinaliza a subnutrição aguda. A relação do peso com a idade, é o indicador mais utilizado nos programas de acompanhamento do crescimento. Estes três indicadores são avaliados com a ajuda de curvas de crescimento de referência (UNICEF, 2001).

As taxas mais comumente observadas são de 30 a 40% de retardo do crescimento, de 10 a 15% de peso insuficiente para a altura e de 20 a 30% de

peso não conforme com a idade (Dean *et al.*, 1995). As taxas mais elevadas de crescimento tardio são observadas na Coréia, Bangladesh, Camboja e no Nepal. Doze países têm uma taxa superior a 30%, já considerada como alta. No Bangladesh, Índia, Camboja e Suriname, o peso abaixo do ideal e a subnutrição aguda são preocupantes.

## Meios para Prevenção e Redução da Subnutrição

Existem várias alternativas capazes de diminuir as taxas de subnutrição. Melhorar o acesso à saúde e sua qualidade, desenvolver a alfabetização e o acesso à água potável e melhorar a qualidade de vida da mulher, são algumas das alternativas para diminuir o número de pessoas subnutridas. Quanto à carência de micronutrientes, poderia ser reduzida através de medidas como a complementação, o enriquecimento, a diversificação do regime alimentar e o controle das principais doenças (Bouis, 1996). Apesar de todos estes problemas serem importantes, o que possui caráter mais emergencial é a redução da subnutrição, principalmente as carências de micronutrientes, através do melhoramento genético do arroz. As pesquisas se voltaram ultimamente para a possibilidade de melhorar a nutrição da população através do melhoramento das culturas dos alimentos básicos. Diversos alimentos são essenciais para satisfazer as necessidades de nutrientes. Os mecanismos capazes de melhorar o valor nutritivo dos alimentos básicos partem da idéia que estes alimentos estão disponíveis e são consumidos pela maior parte da população mundial, sobretudo os mais pobres. Os alimentos naturalmente ricos em nutrientes, como os produtos de origem animal e os legumes custam em geral mais caro que os alimentos de base, além de serem sazonais e perecíveis. Além disso, a alimentação da camada mais pobre da população está alicerçada no aporte calórico proveniente dos alimentos básicos. Sendo assim, é provável que o aumento do teor de micronutrientes nestes alimentos será um importante meio de melhorar o aporte nutricional.

Nos trabalhos da 19ª Sessão da Comissão Internacional do Arroz foi feito um apelo aos pesquisadores para que estes se envolvam na luta contra a subnutrição (Swaminathan, 1999). Até então o melhoramento de variedades de arroz buscava através do aumento de produtividade, aumentar a quantidade de alimentos disponíveis. Atualmente é a qualidade destes alimentos que está em primeiro plano na luta contra a carência de micronutrientes (Ruel & Levin, 2000). Hoje em dia é sabido que existem várias formas de carência de elementos como

o ferro, a vitamina A e o zinco em todo o mundo. A tecnologia agrícola caminha no sentido de melhorar a qualidade nutricional do arroz através da seleção de plantas, do aumento do teor de alguns nutrientes através de manipulação genética e através de técnicas de biofortificação.

### ***Melhoramento do valor nutricional via seleção de plantas***

Com o objetivo de desenvolver plantas mais interessantes do ponto de vista nutricional, pesquisadores do IRRI, em colaboração com a universidade de Adelaide, fizeram um rastreamento dos teores de ferro e zinco de centenas de variedades de arroz (Graham et al., 1999). Este trabalho permitiu recuperar variedades com teores de ferro e zinco superiores àqueles normalmente encontrados. Algumas pesquisas estão em andamento, a fim de combinar a característica de alto teor de ferro e zinco com altas produtividades. O objetivo é a obtenção de uma variedade de arroz com teores de sais minerais bastante superiores que a média das variedades comerciais. A biodisponibilidade destes sais minerais é o grande desafio desta pesquisa. Para aumentá-la, três métodos são possíveis: aumentar a concentração do elemento no grão; aumentar a biodisponibilidade relativa do elemento (reduzindo os fatores que impedem a sua absorção); ou uma combinação destes dois métodos (Graham et al., 1997). A estratégia mais realista atualmente consiste em obter variedades cujos grãos sejam mais ricos em nutrientes, sabendo-se que neste caso não se pode diminuir o teor dos fatores anti-nutritivos já que estes desempenham papel importante no desenvolvimento da planta (Bouis, 1996).

## **Conclusão**

O arroz é naturalmente uma boa fonte de glucídios e de vitaminas do complexo B, e seu valor nutricional poderá ser aumentado com as novas tecnologias de ponta na área da biofortificação. É necessário porém, que a promoção do arroz como alimento não seja feita em cima da idéia de que este é um alimento completo. Uma única fonte de alimento, mesmo que seja biofortificada com alguns nutrientes, não pode aportar toda a variedade de nutrientes que o organismo necessita para se manter saudável. Além dos carboidratos, proteínas e lipídios, a alimentação deve fornecer toda uma série de vitaminas e minerais. Nos regimes à base de arroz, a nutrição só será completa com a introdução de outros alimentos mais ricos. Os alimentos de origem animal, como as aves, a carne, o peixe, os ovos e o leite fornecem as quantidades necessárias de proteínas,

lipídeos, vitaminas e sais minerais, particularmente a vitamina A e o ferro. Assim também, os legumes verdes e as frutas podem aportar quantidades apreciáveis de vitaminas A, C e ferro.

Existem numerosos fatores que podem influenciar o teor de nutrientes presentes no grão de arroz. Eles podem ser classificados como fatores agrícolas, como a utilização de adubos ou o espaçamento de plantio, e os fatores de pós-colheita, como o beneficiamento e o cozimento. Os agrônomos e os nutricionistas deverão desvendar os mecanismos que fazem com que estes teores variem. Isso iria contribuir para a otimização do valor nutritivo do produto para o consumidor final. Para tanto será necessário fazer um levantamento de todos os fatores realmente capazes de influenciar os teores de nutrientes dos alimentos e, à seguir, estudar a correlação entre as variedades e teores de nutrientes. Seria conveniente submeter todas as novas variedades de arroz a uma análise completa dos elementos nutritivos. Estes dados são essenciais para se conhecer se os aportes nutritivos são satisfatórios e para se estabelecer valores referenciais para avaliação das novas cultivares.

Uma importante parcela da população dos países onde o arroz é um alimento básico sofre de alguma forma de má nutrição. Compreender as causas das deficiências nutricionais é a única maneira de se obter resultados relacionados à melhoria da saúde e qualidade de vida. Os progressos da ciência no que concerne às tecnologias para o arroz permitirão reduzir o problema atual da má nutrição no mundo, o que deverá ser acompanhado de medidas paliativas para os casos mais urgentes, além de cuidados com a saúde, condições sanitárias e alimentação.

## Referências Bibliográficas

ACC/SCN 2000. Fourth Report on the World Nutrition Situation. Geneva: ACC/SCN in collaboration with IFPRI.

Banjong, O., Viriyapanich, T. and Chitchang, U. 1995. *Handbook for dietary evaluation* Institute of Nutrition, Mahidol University, Thailand.

Bhattacharya, K. 1985. Parboiling of rice. In Juliano B (ed). *Rice Chemistry and Technology* American Association of Cereal Chemists St. Paul, MN, USA p. 289-348.

Bouis, H., 1996. Enrichment of Food Staples Through Plant Breeding: A New Strategy for Fighting Micronutrient Malnutrition. *Nutrition Reviews* 54:131-137.

Chandrasekhar, U. and Mulk, M. 1970. Nutritive value of High Yielding rice varieties Jaya, Padma and Hamsa. *Indian Journal of Nutrition and Dietetics* 7:240-242.

Chen, H., Siebenmorgen, T. and Griffin, K. 1998. Quality Characteristics of Long-Grain Rice Milled in Two Commercial Systems *Cereal Chemistry*,(75)4:560-565.

Dean, A., Dean J., Coulombier, D., Brendel, K., Smith, D., Burton, A., Dicker, R., Sullivan, K., Fagan, R., Arner, T., 1995. *Epi-Info, Version 6: A word processing database and statistics program for public health on IBM compatible microcomputers*. Center for Disease Control and Prevention, Atlanta.

De Lucia, M. et Assennato, D., 1994. L'après-récolte des grains: organisation et techniques. *Bulletin des services agricoles de la FAO n° 93*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. Accessible sur Internet à l'adress suivante: <http://www.fao.org/docrep/T0522F/T0522F00.htm>. Consulté le 11 mai 2001.

FAO, 1994. *African experience in the improvement of post-harvest techniques. Synthesis Based on the Workshop held in Accra, Ghana, 4-8 July 1994* Agricultural Support Systems Div. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy.

FAO, 1998. *FAO-Nutrition Country Profiles India*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy.

FAO, 1999. *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.

FAO, 2000. *FAO Rice Information, Volume 2*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy.

FAO Stat, 2001. Banque de données statistiques de la FAO. Accessible sur Internet à l'adresse suivante: <http://apps.fao.org/>. Consulté le 2 mai 2001.

Graham, R., Senadhira, D. and Ortiz-Monasterio, I. 1997. A strategy for breeding staple-food crops with high micronutrient density. *Soil Science Plant Nutrition* 43:1153-1157.

Graham, R., Senadhira, D., Beebe, S., Iglesias, C and Monasterio, I., 1999. Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches. *Field Crops Research* 60:57-80.

Grewal, P. and Sangha J., 1990. Effect of Processing on Thiamine and Riboflavin Contents of Some High-Yielding Rice Varieties of Punjab. *J. Food Sci Technol.* 52:387-391.

Grist, D.H., 1986. *Rice* (6<sup>th</sup> edition). Longman Singapore Publishers, Singapore. 599 pp.

Iwata, T. in press. Breeding, production physiology and quality of the famous Japanese rice variety Koshihikari In *Specialty Rices of the World: breeding, production and marketing*. p.243-248.

Juliano, B. and Bechtel, D. 1985. The rice grain and its gross composition in Juliano, B (Ed) *Rice: Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists Minnesota, US 1985 second edition. p. 17-58.

Juliano, BO 1993 . *Le riz dans la nutrition humaine*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. 186 pp.

Juliano, BO and Villareal CP 1993. *Grain Quality Evaluation of World Rices*. International Rice Research Institute, Manila Philippines.205 pp.

Malik S. and Chaudhry P. in press. Non-conventional tools in the improvement of aromatic rices. In *Specialty Rices of the World: breeding, production and marketing*. p.207-222.

Mason, J., Hunt J., Parker, D. and Jonsson U. 1999. Investing in Child Nutrition in Asia *Asian Development Review* 17: (1,2)

Popkin, B., Keyou, G. Fengying, Z. Guo, X. Haijiang, M. and Zohoori, N. 1993. The nutrition transition in China: a cross-sectional analysis. *European Journal of Clinical nutrition* 47:333-346.

Ruel, M. and Levin, C. 2000. Assessing the potential for Food-Based Strategies to reduce vitamin A and Iron Deficiencies: A review of recent evidence. International Food Policy Research Institute (IFPRI) and MOST, the USAID Micronutrient Project.

Saunders, R. and Betschart, A., 1979 in Inglett, GE and Charalambous, G (Eds) *Tropical Foods: Chemistry and Nutrition* Academic Press NY,USA. P. 191-216.

Senadhira, D., Gregorio, G. and Graham, R., 1998. Paper presented at the international Workshop on Micronutrient Enhancement of Rice for Developing Countries, September 3, Rice Research and Extension Center, Stuttgart, AK.

Swaminathan, MS 1999. *Issues and challenges in sustainable increased rice production and the role of rice in human nutrition in the world*. Proceedings of the 19<sup>th</sup> Session of the International Rice Commission-Assessment and orientation towards the 21<sup>st</sup> century. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy p. 7-17.

UNICEF 1999. *La situation des enfants dans le monde (1999)*. Fonds des Nations Unies pour l'enfance, Oxford University Press, NY USA.

UNICEF 2001. *La situation des enfants dans le monde (2001)*. Fonds des Nations Unies pour l'enfance. Accessible sur Internet à l'adresse suivante: [www.unicef.org/sowc01](http://www.unicef.org/sowc01) Consulté le 2 mai 2001.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1999. *USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 13*. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>

