

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

# A Cultura do Arroz no Brasil

*2ª Edição  
Revisada e ampliada*

Alberto Baêta dos Santos  
Luís Fernando Stone  
Noris Regina de Almeida Vieira  
**Editores Técnicos**

*Embrapa Arroz e Feijão  
Santo Antônio de Goiás, GO  
2006*

Exemplares desta publicação devem ser solicitados à:

**Embrapa Arroz e Feijão**

Rod. GO 462, Km 12  
Caixa Postal 179  
CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás , GO  
Fone: (62) 3533-2110  
Fax: (62) 3533-2100  
sac@cnpaf.embrapa.br  
www@cnpaf.embrapa.br

**Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)  
Fone: (61) 3340-9999  
Fax: (61) 3340-2753  
CEP 70770-901 - Brasília, DF  
vendas@sct.embrapa.br  
www.sct.embrapa.br

**Supervisor Editorial:** *Marina A. Souza de Oliveira*

**Revisor de Texto:** *Noris Regina de Almeida Vieira*

**Normalização Bibliográfica:** *Ana Lúcia Delalibera de Faria*

**Tratamento das Ilustrações:** *Sebastião José de Araújo e Fabiano Severino*

**Editoração Eletrônica:** *Fabiano Severino*

**1ª edição**

1ª impressão (1999): 1.000 exemplares

**2ª edição**

1ª impressão (2006): 2.000 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

---

A cultura do arroz no Brasil / editores, Alberto Baêta dos Santos, Luís Fernando Stone, Noris Regina de Almeida Vieira. - 2. ed. rev. ampl. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p. : il. ; 23 cm.

ISBN 85-7437-030-4

1. Arroz - Produção. 2. Arroz - Tecnologia. 3. Arroz - Pesquisa. I. Santos, Alberto Baêta dos, *ed.* II. Stone, Luís Fernando, *ed.* III. Vieira, Noris Regina de Almeida, *ed.* IV. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 633.18 (21. ed.)

---

© Embrapa 2006

# Qualidade Tecnológica

*Noris Regina de Almeida Vieira; Raimundo Ricardo Rabelo*

**RESUMO** - As características determinantes da qualidade de grão em arroz refletem-se diretamente no valor do produto no mercado. No entanto, o conceito de qualidade é concebido e visto de maneira diferenciada, dependendo da finalidade do consumo, do grupo étnico envolvido, do tipo de processamento pós-colheita, entre outros. De maneira geral, a qualidade de grão em arroz pode ser classificada em quatro grandes grupos: comportamento no beneficiamento; qualidade comestível, de cocção e de processamento; valor nutritivo; e adequação do produto aos padrões de comercialização. Neste capítulo são discutidos alguns parâmetros de qualidade, representados pelas características físico-químicas do grão, considerados no programa de seleção de linhagens para obtenção de cultivares com qualidade de grãos compatível com as exigências do mercado, com o objetivo de contemplar as expectativas de todos os elementos da cadeia produtiva da cultura.

## INTRODUÇÃO

O consumidor de arroz vem tornando-se cada vez mais atento e exigente em relação à qualidade do arroz disponível no mercado. Essa demanda por qualidade tem sido igualmente acompanhada por uma crescente demanda por quantidade do produto. As preferências de consumo de arroz são bastante diversificadas, variando de país para país ou, até mesmo, em função de usos e costumes regionais ou locais. A adequação do produto aos requerimentos do mercado proporciona maior competitividade e rentabilidade à cultura.

No início da década de 70, devido à necessidade, na maioria dos países consumidores de arroz, de produzir grãos em quantidade suficiente para atender à demanda de populações em contínuo crescimento, foi dada grande ênfase ao desenvolvimento de pesquisas direcionadas ao aumento da produção e produtividade do arroz. Nas décadas de 70 e 80, graças à revolução verde que alterou o tipo de planta tradicional de arroz irrigado, a produção desse cereal na Ásia ultrapassou o crescimento populacional como resultado de novas tecnologias de cultivo e de maiores investimentos em irrigação (Davi, 1989, 1991). No entanto, no mesmo período, à medida que países tradicionalmente importadores atingiram a auto-suficiência, ocorreu uma sensível queda nos preços pagos ao arroz nesses países, tanto internamente como no mercado externo, o que



renovou o interesse da pesquisa em desenvolver projetos voltados à melhoria e adequação da qualidade de grão (Juliano & Duff, 1991). Mais recentemente, de acordo com dados da FAO, a população mundial, com uma taxa de crescimento de 1,3%, vem aumentando mais rapidamente que a produção arrozeira, a qual, em razão da estabilização da produtividade, na década de 90 apresentou crescimento anual de apenas 1%. Ademais, ao lado dessa demanda por produtividade, existe também uma contínua busca por qualidade e versatilidade de oferta dos produtos alimentícios em geral e do arroz em particular. Essa busca por qualidade tem contribuído, indiscutivelmente, para a melhoria da qualidade de vida das populações e para a abertura de novos e promissores mercados para o arroz em vários países.

Neste capítulo são discutidos aspectos relacionados à qualidade tecnológica do arroz e às preferências de mercado, com especial ênfase ao consumo brasileiro, com o intuito de ampliar o conhecimento sobre o produto e seus mercados potenciais.

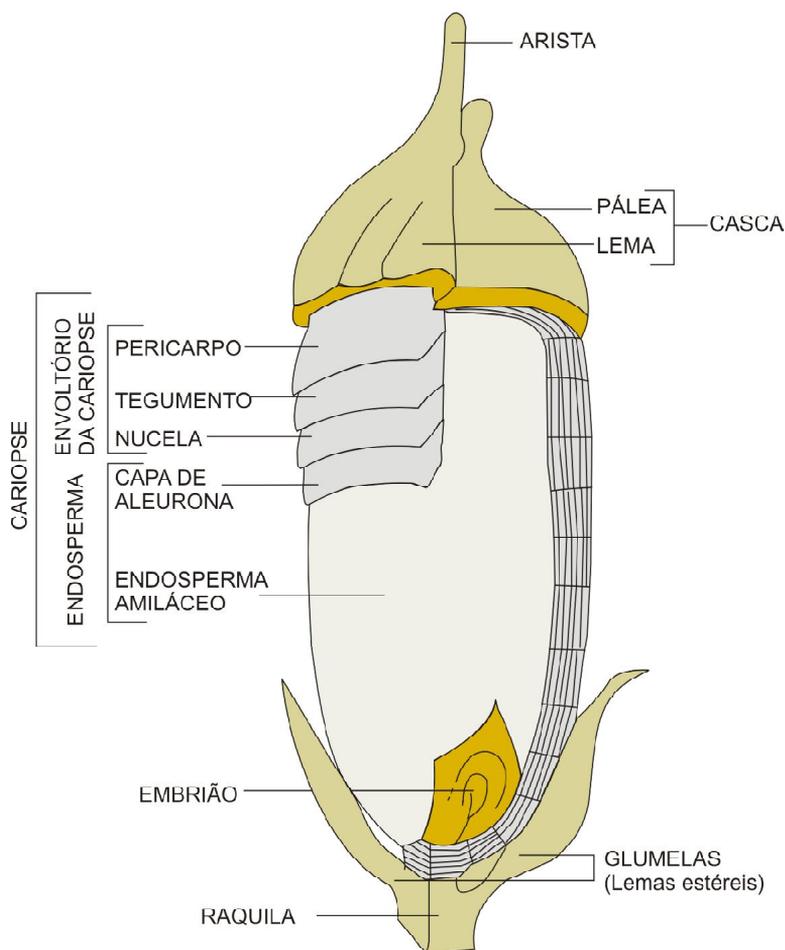
## MORFOLOGIA DO GRÃO

Botanicamente, o fruto das gramíneas, família *Poaceae*, é um fruto-semente conhecido como cariopse ou grão, cujo tegumento, testa, que envolve a semente, encontra-se diretamente ligado ao pericarpo, membrana que envolve o fruto. No caso do arroz, toda essa estrutura encontra-se envolvida pelas glumas, lema e pálea, que constituem a casca, e são removidas durante o beneficiamento do produto para consumo. O arroz é um cereal consumido, principalmente, como grão inteiro, constituído de diferentes tecidos, com estrutura, composição e funções bastante diferenciadas (Fig. 23.1).

A casca do arroz é composta de duas folhas modificadas, denominadas lema e pálea, das glumelas, que são lemas estéreis, e da ráquila, e representa cerca de 20% da massa do grão (Maheshwari & Ojha, 1974).

Algumas cultivares apresentam uma arista aderida na parte superior da lema. As glumas são frágeis, porosas, muito leves e nenhum outro subproduto da agricultura aproxima-se do seu conteúdo de sílica, em torno de 15 a 18%. A principal função da casca é proteger a cariopse contra o ataque de insetos ou fungos (Juliano & Bechtel, 1985). No capítulo 24 deste livro, são discutidas algumas opções de aproveitamento industrial da casca do arroz, bem como dos demais subprodutos de seu beneficiamento.





**Fig. 23.1.** Estrutura do grão de arroz.

Fonte: Adaptada de Rice Council for Market Development (s.d.); Juliano (1984).

A parede do ovário maduro, juntamente com a parede do óvulo e a nucela, formam a película que envolve o endosperma do grão de arroz. A camada de aleurona constitui a capa mais externa do endosperma, envolvendo também a parte externa do embrião, sendo formada por várias camadas de células parenquimatosas. As células de aleurona são ricas em proteínas e lipídios (Tanaka et al., 1973). Logo abaixo da camada de aleurona, encontra-se o endosperma amiláceo que, juntamente com a aleurona, responde por 98,5% da matéria seca do grão (Juliano & Bechtel, 1985). O embrião, ou germe, localiza-se na face ventral do grão, na sua porção basal, e contém as estruturas essenciais para produção de uma nova planta e perpetuação da espécie.



A composição e as propriedades do grão de arroz dependem do genótipo, das condições ambientais e do tipo de processamento pós-colheita.

## PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

O arroz é um cereal consumido, principalmente, na forma de grãos inteiros, como produto de mesa, e seu aproveitamento no Brasil como matéria prima para a indústria de transformação, alimentar ou não, é praticamente inexistente, especialmente quando comparado com a utilização diversificada do produto em vários outros países (Juliano & Sakurai, 1985; Iwasaki, 1987). De acordo com Juliano & Hicks (1990), os produtos derivados do arroz beneficiado podem ser obtidos diretamente a partir dos grãos inteiros, da homogeneização dos grãos cozidos, ou a partir de farinhas e do amido.

A eficiência do beneficiamento de grãos é muito influenciada pelas condições de manejo a que a cultura foi submetida, além dos fatores inerentes ao próprio processo, como as operações que o constituem, e a intensidade com que são praticadas, que se refletem diretamente na tipificação comercial dos grãos. Assim, equipamentos e operações de beneficiamento têm passado por alterações e ajustes, atingindo um nível de modernização que vem proporcionando maior rendimento e melhor qualidade ao produto (Kanemoto, 2003).

Após o recebimento do produto bruto na empresa, o arroz passa por uma etapa de amostragem e classificação para aferição da qualidade de compra. Essa etapa pode também servir de base para definir a rota de industrialização compatível com o tipo de produto que está sendo adquirido. O próximo passo refere-se à limpeza do produto, seguida de: descascamento para obtenção de arroz integral; descascamento e polimento para obtenção de arroz branco polido; processo hidrotérmico, secagem, descascamento e polimento, para obtenção de arroz parboilizado. Estes três tipos de produto, integral, branco polido e parboilizado polido, representam as três principais formas de consumo de arroz no país. Na Tabela 23.1, são apresentados os teores de alguns componentes do arroz, em função do processamento pós-colheita, de acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Rice Council for Market Development, s.d.).



**Tabela 23.1.** Composição do arroz (em 100 gramas).

Componentes	Integral		Polido		Parboilizado	
	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Seco	Cozido
Umidade (%)	12,0	70,3	12,0	72,6	10,3	73,4
Proteína (%)	7,5	2,5	6,7	2,0	7,4	2,1
Gordura (%)	1,9	0,6	0,4	0,1	0,3	0,1
Carboidrato						
total (%)	77,4	25,5	80,4	24,2	81,3	23,3
Fibra (%)	0,9	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1
Cinza (%)	1,2	1,1	0,5	1,1	0,7	1,1
Cálcio (mg)	32	12	24	10	60	19
Fósforo (mg)	221	73	94	28	200	57
Sódio (mg) <sup>(1)</sup>	9	-	5	-	9	-
Potássio (mg)	214	70	92	28	150	43

<sup>(1)</sup>O teor de sódio no produto cozido é variável em função do teor de sódio da água e da adição de sal durante o cozimento.

Fonte: Adaptada de Rice Council for Market Development (s.d.).

## Arroz integral

Apesar de ser mais rico em nutrientes que o arroz polido, o arroz integral é pouco consumido no Brasil, restringindo-se a uma pequena parcela da população com hábitos de consumo mais sofisticados e de maior poder aquisitivo.

A remoção da casca protetora do grão deve ser feita com muita cautela, para minimizar a ocorrência de quebras e rachaduras. Após passar pelo descascador, o produto vai para uma câmara de aspiração, onde os grãos descascados são separados da casca, ou palha, geralmente removida por sucção. Durante a operação de descasque nem todos os grãos são descascados. A presença de grãos com casca, chamados comumente de marinheiros, no meio do arroz beneficiado, é inspecionada, sendo eles removidos por uma máquina denominada de separador de marinheiros e reprocessados. Equipamentos modernos operam com índices de eficiência entre 80 e 90%, o que significa a ocorrência de 10 a 20% de marinheiros. A regulagem adequada do descascador é muito importante para a eficiência do processo, pois tentativas de redução excessiva do percentual de marinheiros podem acarretar um aumento no nível de quebra do arroz, ao passo que o oposto também resulta em redução da eficiência do equipamento, interferindo negativamente na qualidade do produto final.



Atualmente, os separadores de marinheiros – denominados “marinheiras”- são mais compactos e com melhor rendimento que os antigos. A máquina, por meio de movimentos complexos das telas alveoladas, faz a separação densimétrica entre os grãos descascados e em casca, os quais retornam ao descascador. Os marinheiros que porventura ainda permaneçam misturados ao produto descascado, referidos vulgarmente como “viciosos”, retornam ao separador para novo processo de seleção.

O produto descascado, antes da brunição, é separado das matérias estranhas mais pesadas, como pedras, por um separador densimétrico. Adicionalmente, nos elevadores, entre o descascador e o separador de matérias estranhas, são colocados ímãs para separar impurezas metálicas.

### **Arroz branco polido**

O arroz branco polido constitui a forma predominantemente consumida na maioria das regiões brasileiras e é obtido a partir da brunição e do polimento do grão integral. Durante a brunição, o produto passa por máquinas que provocam o atrito nos grãos, removendo parte das camadas externas do endosperma e do germe, resultando desse processo, uma proporção variável de subprodutos sob a forma de grãos quebrados e farelo.

Em alguns casos, a brunição e o polimento são efetuados no mesmo equipamento. Em outros, são utilizados equipamentos e operações específicos.

O acabamento do produto é dado pelo polimento. Polidores modernos utilizam a microaspersão de água, viabilizada pela vazão e pressão de ar comprimido, provocando pressão suficiente para remover os resíduos de farelo, sem danificar o endosperma. Com isso, a quebra de grãos é reduzida e o produto ganha um aspecto vítreo. Esse método apresenta-se como uma alternativa interessante ao utilizado tradicionalmente, com a adição de sacarose, óleo ou parafina, para embelezar o produto.

Dependendo da indústria e do nível de qualidade almejado, o arroz polido é submetido a um variado número de etapas subseqüentes, para remoção de grãos quebrados e/ou danificados. Nos Estados Unidos, e em alguns outros mercados, o produto é comumente enriquecido com vitaminas no final do processo de beneficiamento.



Para a separação de grãos quebrados, danificados, manchados ou picados, são usadas máquinas de ar e peneiras, classificadores planos ou cilíndricos, denominados trieur, e selecionadoras fotoelétricas.

Os grãos com defeitos são separados por selecionadoras pneumáticas com células fotoelétricas. Essas células, colocadas sobre canaletas condutoras do arroz polido, acionam um sistema de fluxo alternativo ao detectar grãos com coloração diferente do padrão de cor dos grãos sem defeitos, desviando-os para compartimentos próprios (Rabelo, 2003).

Finalmente, antes do empacotamento, é feita a “liga”, ou seja, composição do tipo que a indústria pretende colocar no mercado, de acordo com a sua marca. Essa mistura é feita nas proporções desejadas, em observância aos limites estipulados nas tabelas de tolerância de defeitos constantes das Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem e Apresentação do Arroz (Brasil, 1988).

### **Arroz parboilizado**

Para ser parboilizado, o arroz em casca é submetido a um processo hidrotérmico. O termo “parboilizado” originou-se do termo inglês “parboiled” criado a partir da união das palavras “partial” e “boiled”, ou seja, parcialmente cozido. Na realidade, o processo de parboilização é um pré-cozimento que resulta na gelatinização do amido, total ou parcial (Amato & Silveira Filho, 1991; Amato et al., 2002).

A maceração, ou encharcamento, consiste na colocação do arroz com casca em tanques com água aquecida. Durante esse tratamento hidrotérmico, as substâncias hidrossolúveis, como vitaminas e sais minerais, são transportadas da periferia para o centro dos grãos. A maceração de cultivares de arroz irrigado, a 60°C, é feita, em média, durante 6 horas. Cultivares de arroz de terras altas normalmente necessitam temperatura mais elevada ou maior tempo de maceração para hidratação adequada.

O tempo de imersão e a temperatura da água de encharcamento utilizados no processo de parboilização são variáveis de uma indústria para outra. O produto resultante apresenta aspecto e odor característicos, elevado rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e valor nutricional mais elevado do que o arroz branco polido devido à redistribuição de alguns componentes do grão durante o processo hidrotérmico. O arroz parboilizado polido contém teores consideravelmente mais elevados de tiamina, riboflavina e niacina que o produto polido não submetido ao processo hidrotérmico (Hinton, 1948;



Simpson, 1951; Benedito de Barber et al., 1974; Pádua & Juliano, 1974; Carvalho et al., 1992).

A gelatinização ocorre quando, durante o aquecimento do grão, o grânulo de amido perde a cristalinidade e muda para a forma amorfa. Simultaneamente, acontece também a solda de grãos trincados, que se tornam compactos e resistentes às operações de descasque e brunição, resultando em maior rendimento de inteiros. Além disso, o produto parboilizado apresenta a vantagem de fixar vitaminas e sais minerais em seu interior, sendo mais nutritivo que o arroz branco polido (Amato & Silveira Filho, 1991).

O arroz parboilizado pode ser consumido na forma de parboilizado polido ou parboilizado integral e se constitui no principal alimento em várias regiões da Índia, Bangladesh, Sri Lanka, e Nepal (Bhattacharya, 1979, citado por Juliano, 1984). No Brasil, o consumo de arroz parboilizado atinge cerca de 20% do arroz consumido no país, sendo que existem mais de uma centena de unidades de parboilização localizadas principalmente em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul.

Além dos três tipos básicos de processamento, que resultam na produção de arroz branco, arroz integral e arroz parboilizado, a indústria dispõe atualmente de equipamentos altamente modernos e sofisticados que propiciam produtos diferenciados, com elevado nível de qualidade e dirigidos a públicos específicos e exigentes, além de promoverem o total aproveitamento do arroz e seus subprodutos, ampliando as oportunidades de negócios das empresas.

No Japão, por exemplo, são utilizados equipamentos para monitorar o nível de nitrogênio nas folhas do arroz, durante os vários estádios de desenvolvimento da cultura, no sentido de assegurar o conteúdo desejado de proteína nos grãos. Da mesma forma, existem equipamentos que determinam com precisão a época ideal de colheita da lavoura, mediante o registro da temperatura acumulada após a emissão da panícula, diminuindo o percentual de grãos trincados, imaturos e descoloridos.

Após a colheita, os processos de secagem, limpeza, beneficiamento e armazenamento são também devidamente monitorados, no sentido de preservar ou aprimorar ao máximo a qualidade do produto, tanto do ponto de vista intrínseco como visual e de rendimento. Os dados obtidos com todos estes instrumentos de precisão são utilizados para análise computadorizada e otimização das



técnicas de plantio, colheita e beneficiamento da safra seguinte (Kanemoto, 2003).

## ASPECTOS QUALITATIVOS

A qualidade do arroz pode ser vista com base em atributos visuais e sensoriais, como o formato e o tamanho dos grãos, o rendimento de grãos inteiros, a aparência do endosperma e o comportamento de cocção, como também com base em atributos intrínsecos, como o seu baixo índice glicêmico, o aporte energético ou seu caráter hipolergênico.

De qualquer forma, as características determinantes da qualidade do grão de arroz refletem-se diretamente no valor do produto no mercado e no grau de aceitação pelo consumidor. De acordo com Webb (1991), o termo “qualidade de grão”, em arroz, apresenta diferentes significados, sendo concebido e visto também de forma diferenciada, dependendo da finalidade de consumo do produto, do grupo étnico envolvido, do tipo de processamento utilizado, entre outros fatores. Dessa forma, a definição de um arroz como sendo de boa ou má qualidade é grandemente influenciada pelas preferências e/ou necessidades do consumidor e, quando essas preferências diferem, o mesmo produto pode ser julgado como bom e adequado por um grupo e totalmente inadequado por outro.

Nos Estados Unidos, cultivares de arroz igualmente adaptadas ao consumo de mesa e ao processamento industrial, bem como cultivares com características especiais, apesar de ainda terem uma produção limitada, vêm adquirindo cada vez mais importância entre os diversos segmentos que compõem a indústria de arroz naquele país (Bollich et al., 1980, 1990). Incluem-se nessa categoria: os tipos conhecidos como “Newrex/Rexmont”, cultivares de grãos longos, que apresentam um perfil visco-amilográfico onde se agregam características comestíveis e de cocção desejáveis a um excelente comportamento no processamento industrial; as cultivares aromáticas, como as do tipo “Della” e “Jasmine”; os tipos “Toro”, produzidos em pequena quantidade para mercados muito específicos, cuja demanda é para arroz com tipo de grão longo-fino (agulhinha), mas com comportamento de cocção semelhante ao de cultivares de grãos curtos ou médios; os tipos “Kokuhorose”, produzidos na Califórnia, com grãos mais longos que as cultivares tradicionais; e as cultivares glutinosas, do tipo “Mochi-Gome”, com grãos curtos, amido composto quase que totalmente de amilopectina, produzidas especialmente para determinados grupos étnicos e também para o preparo de vários



produtos, como bolos de arroz, "crackers", doces, molhos e massas para pizza (Webb, 1991).

## Componentes de Qualidade

De maneira geral, a qualidade de grão em arroz pode ser enfocada sob quatro aspectos: 1) comportamento no beneficiamento; 2) qualidade comestível, de cocção e de processamento; 3) valor nutritivo; e 4) adequação aos padrões de comercialização do produto. Uma série de parâmetros de qualidade, representados pelas características físico-químicas do grão, devem ser considerados na seleção de linhagens para a obtenção de cultivares com qualidade de grão compatível com as exigências do mercado, de maneira a contemplar as expectativas de todos os elementos da cadeia produtiva da cultura.

### Comportamento no beneficiamento

Embora as preferências de consumo de arroz, em termos de tipo de grão, aroma e aparência do produto antes e após o cozimento sejam bastante variadas, um produto uniforme, sem a presença de grãos quebrados e/ou danificados, é usualmente preferido pela maioria dos consumidores. Dessa forma, um desempenho adequado no beneficiamento, com bons rendimentos de grãos inteiros, é também almejado por produtores e cerealistas, uma vez que o índice de quebra durante o processamento dos grãos para consumo afeta o valor do produto no mercado e consiste em fator determinante da aceitabilidade de novas cultivares (Cuevas-Perez & Peske, 1990).

Variações na ocorrência e intensidade de baixos rendimentos de grãos inteiros no beneficiamento tornam-se mais alarmantes no caso do arroz de terras altas, devido ao arroz, produzido sob esse sistema de cultivo, estar mais sujeito aos efeitos das variações climáticas que o arroz irrigado. Em lavouras de sequeiro, flutuações no rendimento de grãos inteiros podem ser significativas de um ano para o outro, dependendo da ocorrência e intensidade de estresses ambientais, como deficiência hídrica, ocorrência de doenças ou ataque de insetos.

Além do sistema de cultivo, vários outros fatores, como características próprias da cultivar em uso, condições climáticas durante o desenvolvimento, maturação e colheita do grão, assim como condições de processamento e manejo pós-colheita influenciam sobremaneira o rendimento do arroz no beneficiamento (Bhattacharya, 1980).



A quebra de grãos no beneficiamento é, portanto, de grande importância econômica para a indústria do arroz, especialmente quando se atenta para a diferença na valoração do produto inteiro e do produto quebrado. Assim, a pesquisa tem-se preocupado com o desenvolvimento de cultivares com elevado rendimento no beneficiamento e boa estabilidade para esta característica, ou seja, cultivares menos sensíveis a quedas significativas no percentual de inteiros, quando deixadas no campo além da época ideal de colheita da lavoura.

As principais propriedades do grão de arroz que influenciam seu comportamento no beneficiamento são determinadas, basicamente, pelas características das glumas protetoras, sua coloração e pubescência, pelas dimensões e formato do grão e pela dureza e aparência do endosperma, existindo ampla variabilidade genética para essas características no germoplasma de arroz disponível para pesquisa (Chang & Somrith, 1979; Yoshida, 1981). Ademais, o teor de umidade dos grãos, na época da colheita ou do beneficiamento, influencia grandemente na obtenção de grãos inteiros durante o processo de descasque e polimento.

### Características das glumas

Embora sem importância aparente no produto beneficiado e empacotado colocado à disposição do consumidor no mercado varejista, as características da casca do arroz podem ter influência significativa na qualidade e aceitação do produto, em função do tipo de processamento utilizado.

Por exemplo, cultivares de arroz com casca de coloração mais escura geralmente resultam num produto mais escurecido após o processo de parboilização, prejudicando sua aparência e interferindo na sua aceitação para consumo, quando comparado com um produto mais claro e atrativo.

Cultivares com casca pubescente quase sempre são rejeitadas pelo cerealista por serem mais abrasivas e, além de provocar maior desgaste às máquinas de beneficiamento, têm sido causa de desconforto e de alergia para os operadores, pela poeira que provocam durante o processo de descasque dos grãos.

Além desses dois aspectos, grãos mal-empalhados, ou seja, que apresentam aberturas na junção da lema com a pálea na porção apical do grão, apresentam maiores problemas de conservação após a colheita por estarem mais expostos ao ataque de pragas durante o



armazenamento. Cultivares com essa característica geralmente apresentam maior dano causado por insetos, prejudicando a qualidade e interferindo negativamente no aspecto visual do produto, seja no arroz branco, integral ou parboilizado, e no rendimento de grãos inteiros no beneficiamento.

### Dimensões e formato do grão

O comprimento e a forma do grão são características herdadas independentemente e podem ser combinadas como desejado. Além disso, não existem barreiras para a recombinação de qualquer classe de grão com outros parâmetros de qualidade, como aparência do endosperma ou teor de amilose, ou com características agrônômicas, como tipo de planta ou ciclo de maturação (Jennings et al., 1979).

Os padrões utilizados para classificar o arroz em função do comprimento e forma do grão variam de um país para outro e refletem as preferências de consumo. No Brasil, além do comprimento, tomado como base para enquadrar o grão como longo, médio ou curto, é também considerada a relação comprimento/largura para enquadrá-lo como longo-fino (agulhinha), tipo de grão característico das cultivares irrigadas (Brasil, 1988). No mercado brasileiro, cultivares com grãos longos-finos têm valor cerca de 30% superior ao de cultivares com grãos longos.

### Aparência do endosperma

A aparência do endosperma do arroz é uma característica importante para o consumidor, o que a torna igualmente importante para o produtor e para a indústria de beneficiamento e empacotamento do produto. Consumidores de arroz de diversos tipos de mercado dão preferência para arroz com endosperma translúcido, sem áreas opacas, e livre de manchas e imperfeições causadas por ataque de insetos ou por doenças.

Grãos de arroz com áreas opacas no endosperma, denominadas de centro branco ou barriga branca, causadas por um acondicionamento mais frouxo das partículas de amido e proteína, são mais sujeitos a quebras no beneficiamento e têm o seu valor de mercado bastante diminuído, embora essas manchas desapareçam naturalmente durante o cozimento e não alterem o valor nutritivo do produto (Jennings et al., 1979; Castillo, 1981). O centro branco, ou barriga branca, no entanto, não deve ser confundido com a opacidade apresentada pelos grãos de



cultivares glutinosas ou cerosas, cujo endosperma é naturalmente opaco, e nem com o gessamento do endosperma (grãos gessados), que ocorre quando o arroz é colhido ainda imaturo e com alto teor de umidade, ou em grãos danificados por insetos.

A presença e a intensidade de manchas brancas nos grãos de arroz são parcialmente controladas geneticamente. Contudo, alguns fatores ambientais, principalmente a temperatura imediatamente após o florescimento, favorecem ou inibem a expressão dessa característica (Jennings et al., 1979).

### Dureza do endosperma

O grau de resistência do endosperma do arroz a rachaduras reflete-se diretamente no rendimento de grãos inteiros durante o processo de beneficiamento.

Sobre a dureza do endosperma incidem fatores relacionados com a estrutura celular e intercelular, uma vez que a proteína e os fenômenos de hidratação e desidratação do endosperma intervêm diretamente na manutenção da integridade estrutural do grão de arroz (Castillo Toro et al., 1990). Estudando as propriedades físico-químicas de uma cultivar resistente a fissuras no grão e três linhas isogênicas, diferindo apenas para essa característica, Bhashyam et al. (1984) observaram que os principais fatores que contribuem para a resistência dos grãos ao trincamento podem ser agrupados sob quatro aspectos: 1) hidratação; 2) amido; 3) parede celular; e 4) orientação e estrutura celular. Os autores indicaram também que o elevado conteúdo de pentosan, grupo de carboidratos que, por hidrólise, originam pentoses, observado nas linhas resistentes, pode ser o agente responsável por alterações nas propriedades da parede celular, causando maior resistência a fissuras.

Srinivas et al. (1977, 1981) demonstraram que cultivares com alta tolerância a fissuras no endosperma apresentam maior tolerância a retardamentos na colheita. Alguns anos antes, Kunze & Hall (1965) relacionaram essa característica varietal com temperatura de gelatinização (TG) alta. Da mesma forma, Nagato & Kono (1963) demonstraram que grãos com TG alta possuem um endosperma mais duro. Complementando esses resultados, Cartano & Juliano (1970) tecem interessantes considerações com base no fato de que, em arroz, a TG é inversamente proporcional ao grau de dispersão alcalina que, por sua vez, varia inversamente com o conteúdo de pentosan no grão.



## Teor de umidade

Aliado à melhor performance varietal, o teor de umidade dos grãos na colheita, o método de colheita, as condições de secagem, trilha e estocagem do produto, o teor de umidade por ocasião do beneficiamento e as várias interações entre esses componentes são fundamentais para a maximização do percentual de grãos inteiros no beneficiamento do arroz.

O teor de umidade do arroz por ocasião da colheita, assim como as condições climáticas vigentes durante o período que antecede a colheita do produto e que contribuem para flutuações na umidade dos grãos ainda no campo, no período pré-colheita, como também o teor de umidade por ocasião do beneficiamento, têm sido considerados fatores importantes na determinação do comportamento do produto no beneficiamento. Esse comportamento pode ser avaliado tanto diretamente, pela medição do percentual de grãos inteiros após o beneficiamento (Calderwood & Webb, 1971; Siebenmorgen & Jindal, 1986; Berrio & Cuevas-Perez, 1989), ou de forma indireta, observando o percentual de grãos trincados, ainda em casca, antes do beneficiamento (Kunze & Hall, 1965; Srinivas et al., 1978).

De acordo com Kocher et al. (1990), um dos principais problemas dos orizicultores refere-se à determinação do momento adequado de colheita, de modo a maximizar o seu retorno econômico, que pode ser estimado, por ocasião da colheita, com base na produtividade da lavoura, na qualidade do arroz colhido e nos custos envolvidos com a secagem do produto. Esses fatores são, por sua vez, função do teor de umidade do grão, sendo também, os dois primeiros, estreitamente dependentes das características varietais.

De maneira geral, para obtenção de maiores rendimentos de grãos inteiros, tem sido recomendado colher o arroz com teor de umidade ainda elevado, entre 18 e 22%, secá-lo à baixa temperatura e em tantas etapas quantas forem necessárias, para evitar a ocorrência de fissuras nos grãos e seus efeitos prejudiciais à qualidade e auferir melhores preços de mercado (Henderson, 1954). No entanto, o planejamento adequado da lavoura, a ponderação dos custos envolvidos, o bom senso do produtor e a busca da qualidade são aspectos que, combinados, tornam-se fundamentais à obtenção de sucesso em qualquer empreendimento agrícola.



## Qualidade comestível, de cocção e de processamento

O desenvolvimento varietal de arroz para consumo de mesa relaciona a qualidade de cocção com o tempo de cozimento, a absorção de água, a perda de sólidos solúveis e o ganho de volume durante o cozimento, enquanto a qualidade comestível, ou palatabilidade, está mais relacionada com o aspecto, o aroma, a consistência e a textura do arroz cozido. Em programas de melhoramento genético que objetivam a obtenção de cultivares com adaptação diversificada, que possam ser igualmente utilizadas para consumo de mesa ou processamento industrial, como parboilização, enlatamento ou arroz de cozimento rápido, torna-se necessária a observação de parâmetros qualitativos adicionais, que assegurem um comportamento adequado, qualquer que seja sua finalidade de consumo.

Vem sendo notado crescente interesse por parte da indústria de alimentos por novas formas de agregar valor ao arroz, deslocando o eixo da competição via preços para a competição via qualidade. Existem hoje indústrias no país que apresentam uma ampla linha de produtos à base de arroz e continuam ampliando seu mercado, especialmente com produtos que se enquadram na linha de alimentos funcionais.

Os fatores que controlam o comportamento culinário e de processamento do arroz são, fundamentalmente, ligados às características físico-químicas do produto. Ocorrem, contudo, uma série de alterações no período de pós-maturação do grão para consumo, durante o armazenamento, que modificam as propriedades organolépticas do arroz.

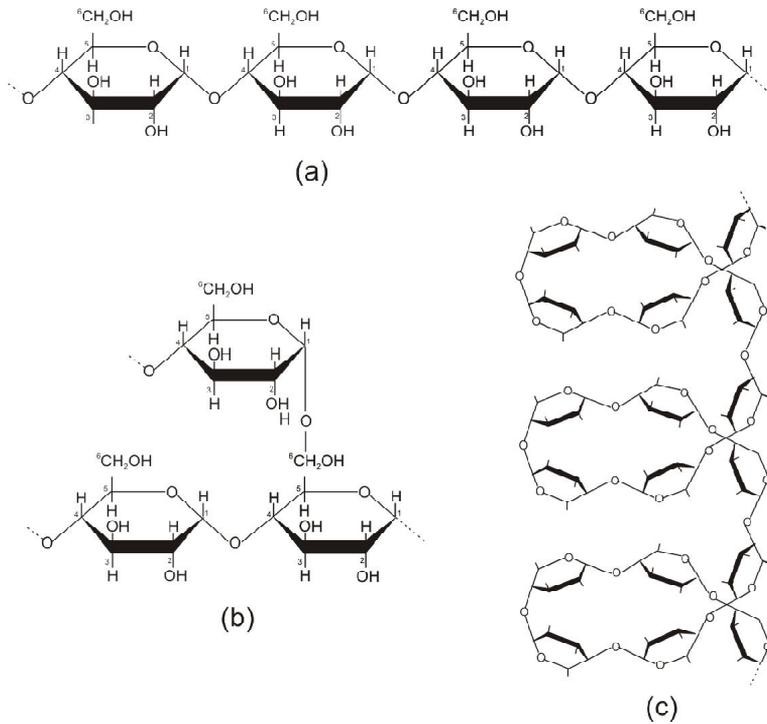
### Propriedades do amido

Embora a reação do arroz ao calor, como acontece durante o processo de cozimento, possa ser influenciada por fatores como o estágio de maturação do grão na época da colheita, o grau de polimento dos grãos ou as condições e o tempo de armazenamento, seu comportamento é extremamente dependente de sua composição química, em que o amido é o componente predominante, perfazendo, aproximadamente, 90% do grão de arroz beneficiado polido (Simpson et al., 1965).



## Amilose e amilopectina

O amido é um polissacarídeo composto de duas estruturas moleculares complementares: a) amilose, cuja molécula contém em torno de 1.000 unidades de  $\alpha$ -glucose, unidas em uma cadeia longa, em forma helicoidal e sem ramificações; e b) amilopectina, que difere da molécula de amilose por apresentar ramificações secundárias a cada 20 ou 25 unidades de  $\alpha$ -glucose (Raven et al., 1992). Devido, provavelmente, à estrutura helicoidal das moléculas de amido, elas tendem a agrupar-se em grânulos (Fig. 23.2).



**Fig. 23.2.** Polissacarídeos que compõem o amido: a) amilose e b) amilopectina. c) Natureza helicoidal das moléculas de amido.

Fonte: Adaptada de Raven et al. (1992).

Sendo a amilose e a amilopectina moléculas complementares na composição do amido do arroz, é evidente que aumentos ou decréscimos no teor de uma delas refletem-se de forma inversa no teor da outra e resultam em tendências de comportamento igualmente inverso em relação às propriedades de cocção ou de processamento do arroz. Nas cultivares



glutinosas (cerosas), cujos grãos apresentam endosperma opaco e, quando cozidos, apresentam-se úmidos e pegajosos, o amido é quase totalmente formado por amilopectina, com um conteúdo de amilose que varia entre 0 e 2%. Nas não glutinosas, os valores encontrados para o teor de amilose acham-se na faixa de 7% até em torno de 34% (Juliano, 1984).

O teor de amilose do arroz exerce, reconhecidamente, uma influência marcante na sua performance de cozimento. A escala para classificação do teor de amilose do arroz, utilizada no programa de seleção de linhagens na Embrapa Arroz e Feijão (CNPAF), considera os seguintes valores: a) teor alto - atribuído ao arroz com conteúdo de amilose entre 28 e 32%; b) teor intermediário - entre 23 e 27%; e c) teor baixo - para o arroz com conteúdo amilótico entre 8 e 22% (Martínez & Cuevas-Perez, 1989). Para atender às preferências de consumo no Brasil, buscam-se cultivares com conteúdo de amilose intermediário a alto, cujos grãos, quando cozidos, apresentam-se secos e soltos.

Juliano & Pascual (1980), num levantamento das características de qualidade do arroz cultivado em diversos países, reportam que cultivares com teor de amilose alto são encontradas, principalmente, em países tropicais, enquanto aquelas com baixo teor amilótico predominam em países de clima temperado que, tradicionalmente, cultivam arroz do grupo *Japonica*. Cultivares não glutinosas, mas com conteúdo de amilose abaixo de 12%, foram observadas somente na Malásia. A presença de arroz glutinoso, que representa a principal fonte alimentar no norte e nordeste da Tailândia, é também expressiva no Japão, na Malásia, nas Filipinas e na Austrália (Juliano et al., 1964; Kongsee, 1979a, 1979b).

#### Temperatura de gelatinização

Um importante efeito do cozimento do arroz refere-se ao aumento e solubilização dos grânulos de amido, resultando em alterações, como aumento de volume, abertura ou fragmentação dos grãos e desenvolvimento de texturas diferenciadas no arroz cozido. A temperatura de gelatinização [TG] do amido refere-se à temperatura de cozimento na qual a água é absorvida e os grânulos de amido aumentam irreversivelmente de tamanho com simultânea perda de cristalinidade. A determinação da TG representa uma ferramenta muito importante na avaliação do comportamento culinário do arroz (Jennings et al., 1979).

A temperatura de gelatinização é comumente estimada de forma indireta, pelo grau de dispersão e clarificação dos grãos de arroz



submetidos à ação de soluções alcalinas (Martínez & Cuevas-Perez, 1989) e varia, aproximadamente, entre 63 e 80°C. Pela sua determinação, os materiais são classificados como: a) TG baixa - arroz cuja temperatura de gelatinização do amido ocorre entre 63 e 68°C; b) TG intermediária - entre 69 e 73°C; e c) TG alta - temperatura entre 74 e 80°C.

Grãos de arroz com TG baixa podem tornar-se excessivamente macios e até mesmo desintegrar-se durante o cozimento. Por outro lado, cultivares com TG alta requerem mais água e maior tempo de cozimento que aquelas com TG baixa ou intermediária, sendo geralmente rejeitadas em quase todos os mercados consumidores. No programa de seleção de linhagens do CNPAF utilizam-se, preferencialmente, materiais com TG intermediária. De acordo com Jennings et al. (1979), a maioria, ou até mesmo a totalidade, das cultivares do grupo *Japonica* apresenta TG baixa, enquanto grande parte das do grupo *Indica*, tropicais, apresentam gelatinização intermediária ou baixa.

#### Consistência de gel

Essa característica baseia-se na consistência da pasta de arroz. Cultivares com conteúdo amilótico alto, acima de 25%, podem apresentar variabilidade quanto à consistência de gel (CG), enquanto aquelas com teor de amilose abaixo de 24% geralmente apresentam CG macia.

Assim sendo, a determinação da CG foi concebida para complementar o teste de amilose e auxiliar na discriminação de cultivares com conteúdo de amilose alto, fornecendo um indicativo da textura do arroz cozido e de seu comportamento após o resfriamento. De acordo com a consistência da pasta fria apresentada pelo arroz devido ao efeito combinado da amilose e da amilopectina, as cultivares são classificadas como: a) CG rígida; b) CG intermediária; e c) CG macia (Martínez & Cuevas-Perez, 1989).

#### Alterações pós-colheita

As alterações progressivas das propriedades físico-químicas do arroz após a colheita ocorrem, principalmente, nos três ou quatro primeiros meses de armazenagem e, independente das condições ambientais, são sempre mais intensas no arroz beneficiado que no arroz em casca. No cozimento, o arroz beneficiado envelhecido absorve maior quantidade de água, expande mais, apresenta menor índice de sólidos solúveis na água de cocção e é mais resistente à desintegração dos grãos durante o cozimento que o arroz recém-colhido (Desikachar &



Subrahmanyam, 1959; Pagalilauan, 1976; Juliano, 1980, 1985a). Esse comportamento é atribuído, provavelmente, à elevação da insolubilidade da proteína e do amido durante o armazenamento, elevando também o tempo de cozimento do produto (Barber, 1972; Pushpamma & Reddy, 1979, citados por Juliano, 1985b).

Embora, na sua maioria, essas modificações sejam positivas e desejáveis, especialmente em função das preferências de consumo brasileiro, sob condições inadequadas de armazenamento podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do arroz ao ponto de inviabilizar sua comercialização como alimento, em decorrência do ataque de insetos, desenvolvimento de fungos e de processos de fermentação ou rancidificação no produto armazenado (Pagalilauan, 1976). O arroz integral, da mesma forma que o arroz malpolido, devido à conservação das camadas externas do grão, mais ricas em lipídios, apresenta poder de conservação inferior ao arroz beneficiado polido.

### **Crítérios de avaliação**

Para descrever as características comestíveis, de cocção e de processamento de uma determinada cultivar de arroz são utilizados critérios específicos. Esses critérios baseiam-se nos resultados de uma série de testes físicos e químicos que, em conjunto, servem como indicadores do comportamento da cultivar (Webb et al., 1972). Durante o processo de seleção de linhagens, dependendo da infra-estrutura disponível e dos objetivos do programa de melhoramento genético da cultura, amostras de arroz são geralmente avaliadas, entre outras, pelas seguintes determinações: teor de amilose (Juliano, 1971; Jennings et al., 1979); reação alcalina do grão beneficiado polido como estimativa da temperatura de gelatinização (Little et al., 1958; Jennings et al., 1979; Martínez & Cuevas-Perez, 1989); capacidade de absorção de água (Halick & Kelly, 1959); perfil viscoamilográfico (Juliano, 1985a); consistência de gel (Jennings et al., 1979); estabilidade do produto parboilizado e enlatado (Webb & Adair, 1970).

### **Valor nutritivo**

O arroz é um cereal versátil, de preparo fácil e constitui a principal fonte de alimento para grande parte da população mundial. O valor nutricional do arroz elaborado é função, principalmente, de seu conteúdo protéico (Juliano, 1985b, 1988). O arroz é também uma excelente fonte de carboidratos complexos, os quais, por serem de absorção lenta, são capazes de prover o organismo com energia por períodos



prolongados. Além disso, carboidratos complexos, como o amido, são recomendados para substituir a ingestão de açúcares e gorduras e assim diminuir os riscos de cardiopatias e diabetes (Juliano & Goddard, 1986).

O arroz integral é uma importante fonte de minerais e vitaminas, contendo quantidades apreciáveis de tiamina, riboflavina e niacina, bem como de fósforo, ferro e potássio (Rice Council for Market Development, s.d.).

Como forma de preservar as vitaminas do complexo B que se perdem durante a brunição e o polimento, temos a parboilização, que recupera cerca de 70% dessas vitaminas através da migração, para o interior do grão, durante o encharcamento e sua fixação durante a gelatinização do grão (Juliano, 1972; Eggum, 1979; Luh & Mickus, 1980; Carvalho et al., 1992).

O valor nutritivo do arroz e suas propriedades como alimento funcional são tratados com detalhes no Capítulo 1.

## TIPOS ESPECIAIS

O equilíbrio entre o volume produzido e a qualidade dos alimentos é muito importante para o atendimento das demandas internas de um mercado tão diversificado quanto o brasileiro, tanto em termos de etnias como de poder aquisitivo. Da mesma forma, é importante que, ao lado de tecnologias voltadas ao aumento da produtividade e da sustentabilidade dos sistemas agrícolas, a pesquisa enfoque também a geração de conhecimentos e tecnologias que alavanquem a economia, interagindo com todos os segmentos da cadeia produtiva, estimulando a abertura de novos mercados, ampliando oportunidades de exportação de produtos agrícolas e aumentando a rentabilidade do agronegócio.

No caso específico do arroz, que representa um produto básico da alimentação nacional, os apelos mercadológicos podem ter abordagens distintas. Se, por um lado, é possível pensar em agregação de valor ao arroz com base em características intrínsecas, inerentes ao próprio grão, por outro, podemos atender aos apelos de marketing e propaganda, usando toda a nossa criatividade para captar a atenção e o interesse do consumidor por algo inovador no produto, algo que ele desconhecia ou que não havia ainda despertado sua atenção. Abrem-se assim oportunidades de aplicar o conhecimento gerado pela pesquisa e pelo mercado sobre as potencialidades do produto que queremos divulgar ou introduzir, utilizando modernas técnicas de comunicação e marketing.



Como já vimos anteriormente, o arroz é um produto versátil, e sua qualidade pode ser acessada com base em atributos visuais e sensoriais, percebidos facilmente pelo interessado, como a forma e o tamanho dos grãos, o rendimento de inteiros, a aparência do endosperma e o comportamento de cocção, ou com base em atributos intrínsecos, como seu baixo índice glicêmico, seu excelente aporte energético ou suas propriedades hipoalergênicas, entre outros. Tudo vai depender de quem se pretende atingir com a nova cultivar sendo lançada pela pesquisa ou com o produto que está sendo colocado no mercado. Ou seja, deve-se ter em mente, de forma bem definida, o perfil do cliente que se pretende atingir com aquele atributo específico que diferencia o novo produto.

Assim, pode ser qualificado como tipo especial de arroz qualquer arroz que apresente qualidade sensorial ou de processamento diferente dos tipos predominantemente consumidos pela população. Além da forma, tamanho e conteúdo de amilose, a cor do grão integral e o aroma são importantes critérios diferenciadores do produto. Da maneira análoga, características especiais de manejo da cultura, bem como linhas de processamento diferenciadas, podem proporcionar adicionais qualitativos ao arroz, colocando-o em posição de destaque nas prateleiras dos supermercados. Esses produtos, com peculiaridades em um ou outro aspecto e, por isso, considerados como especiais, apresentam-se também bem diferenciados em termos de produtividade e de preço.

### **Cultivares especiais**

Cultivares especiais são usadas em diversos países no preparo de pratos típicos, como: o arroz com baixa amilose usado na *paella* espanhola; o de teor intermediário a baixo para preparo do *risotto* italiano; as cultivares aromáticas da Índia e do Paquistão; os tipos glutinosos para os bolos de arroz nas Filipinas; e os de baixa amilose para os pudins nos Estados Unidos, na Europa e na China. Na América Latina, podemos encontrar nichos de mercado, particularmente nas colônias japonesa, chinesa e italiana, que mantêm seus hábitos alimentares e que dependem de produto importado (Guimarães et al., 2001). Alguns programas de melhoramento genético no Brasil vêm dedicando um significativo percentual de seu esforço de pesquisa ao desenvolvimento de cultivares especiais, respondendo de maneira positiva à emergente, mas crescente, demanda por tipos especiais de arroz não só por parte de consumidores mais exigentes como também



por parte da indústria de alimentos, já alertada pela importância de ofertar produtos diferenciados e tornar-se mais competitiva nesse mercado tão promissor (Vieira, 2003).

*Arroz aromático:* dentre as cultivares especiais, destacam-se as aromáticas (Bergman et al., 2000), representadas no mercado internacional pelas seguintes cultivares: Basmati, da Índia e do Paquistão; Jasmine, da Tailândia; Della, dos Estados Unidos. Existem centenas de outras cultivares pouco conhecidas que atendem a demandas locais, principalmente nos países asiáticos. No Brasil, a primeira cultivar de arroz aromático foi lançada em 2003 pela Embrapa, para plantio no ecossistema de terras altas (Castro et al., 2003).

O arroz Basmati é líder no mercado internacional por apresentar características qualitativas destacadas em relação às demais cultivares, não somente pelo aroma, mas também pelo alongamento peculiar do grão após o cozimento (Bergman et al., 2002), que praticamente dobra o seu comprimento. Com relação ao aroma, o Basmati apresenta 0,09 partes/milhão de 2-acetil-1-piroline, concentração doze vezes mais alta do que a encontrada nos tipos não aromáticos. Essas características conferem ao Basmati alta cotação no mercado internacional, o que vem compensando a sua baixa produtividade de grãos, alto custo de produção e algumas exigências específicas de processamento.

*Arroz colorido:* a coloração do arroz se refere a cultivares cujo produto integral apresenta cor vermelha, púrpura ou preta, produzida por depósito de grandes quantidades de antocianina em diferentes camadas do pericarpo, do tegumento da semente e da camada de aleurona (Chaudhary & Tran, 2001).

*Arroz glutinoso (ceroso):* este tipo de arroz provém de cultivares com elevado teor de amilopectina e apresenta endosperma leitoso. Além do Laos, maior produtor e consumidor, e onde este produto representa 85% da produção nacional, os tipos glutinosos são também muito produzidos e consumidos na Tailândia e no Cambódia. Como o aromático, o arroz glutinoso apresenta baixo potencial produtivo e alto preço de mercado. A demanda por esse arroz vem crescendo nos mercados exportadores.

O *boutique rice*, obtido a partir do cruzamento entre cultivares glutinosas e aromáticas, incluindo cultivares tradicionais do Laos, Tailândia e Cambódia, é considerado hoje como o tipo de maior potencial para exportação. A China desenvolveu, a partir de um arroz aromático local, uma cultivar glutino-aromática com elevada produtividade de grãos, ao redor de 7.500 kg ha<sup>-1</sup>.



O *Arbório*, é um tipo de arroz usado na Itália para preparo do tradicional *risotto*, que apresenta grãos arredondados e opacos e que, quando cozidos, proporcionam uma textura cremosa mas com o centro do grão mais duro e resistente à mastigação.

Da mesma forma que o *Arbório*, o *panza blanca*, usado no preparo da “paella” espanhola, apresenta também peculiaridades com respeito às características do amido e à aparência do endosperma.

### **Produtos com características especiais de produção, processamento ou com propriedades terapêuticas**

Com relação ao processamento, destacamos o arroz parboilizado e o arroz integral, já descritos no início deste capítulo. Tanto um como outro se caracterizam por um tipo de consumo regionalizado ou limitado por preferências de determinados estratos da população e apresentam qualidade diferenciada em termos de seu valor nutritivo e comportamento de cocção.

Mais recentemente, com o novo conceito de alimento funcional, ou seja, aquele que, além das propriedades essenciais que o caracterizam como alimento, possui, adicionalmente, determinados componentes que o tornam importante do ponto de vista terapêutico, pode-se também incluir no rol de tipos especiais, produtos como o arroz oriundo de produção orgânica e produtos enriquecidos com vitaminas e outros nutrientes.

*Arroz enriquecido*: o arroz, sendo um alimento consumido por grande parte da população mundial, apresenta excelente potencial no sentido de contribuir para a melhoria das condições de saúde e nutrição, especialmente em países em desenvolvimento que dependem do arroz como ingrediente básico da dieta (Misaki & Yasumatsu, 1985; Hoffpauer, 1992). Trabalhos voltados à biofortificação do arroz, com o enriquecimento genético dos teores de ferro, zinco e outros minerais e vitaminas podem beneficiar bilhões de pessoas sem maiores custos adicionais. Uma iniciativa pioneira nesse sentido é o *Golden Rice*, ou Arroz Dourado, um produto geneticamente modificado para conter  $\beta$  caroteno, precursor da vitamina A, e maior conteúdo de ferro (Gura, 1999).

Como outros exemplos neste sentido, podemos citar a produção do *Ultra Rice*, conforme esquematizado na Fig. 23.3, e o lançamento de uma nova cultivar desenvolvida na Coreia do Sul, pela Estação Experimental de Milyang (National Yeongnam Agriculture Experiment Station, Milyang), com maior conteúdo de lisina, um dos aminoácidos essenciais.



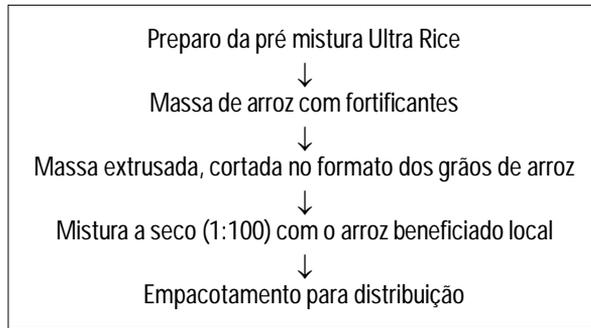


Fig. 23.3. Esquema de produção do *Ultra Rice*.

Tanto cultivares comuns como especiais, como os tipos *jasmine*, sob cultivo orgânico, estão despertando interesse crescente por parte do consumidor nos Estados Unidos, na Europa e no Japão. Em publicação recente, McClung & Bergman (2002) informaram que o germoplasma de origem asiática pode oferecer aos melhoristas uma fonte potencial de produtividade de grãos superior para desenvolvimento de cultivares para uso em sistemas de produção orgânica. O maior potencial produtivo contribuirá para encorajar os agricultores a produzirem arroz orgânico e aumentar sua disponibilidade no mercado (Bergman et al., 2003).

## PADRÕES DE COMERCIALIZAÇÃO

As Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem e Apresentação do Arroz (Brasil, 1988) proporcionam um sistema de comercialização por classes e tipos, que levam em consideração os fatores de qualidade associados à limpeza, uniformidade, condições sanitárias e pureza do produto. Os padrões de classificação constituem a base para a avaliação da qualidade para fins de comercialização do produto em casca, integral, polido e parboilizado, bem como dos quebrados e da quirera. As designações oficiais no Brasil, utilizadas para enquadramento do produto e marcação da embalagem, são fundamentadas nos seguintes parâmetros (Brasil, 1988):

### Grupos

De acordo com a forma de apresentação do produto a ser comercializado, o arroz pode ser classificado em dois grandes grupos, arroz em casca e arroz beneficiado.



## Subgrupos

O grupo do arroz em casca pode ser enquadrado em dois subgrupos: arroz em casca natural e arroz em casca parboilizado. Para o arroz beneficiado são previstos quatro subgrupos, a saber, arroz beneficiado integral, polido, parboilizado e parboilizado integral.

## Classes

Para o enquadramento em classe de qualquer dos subgrupos acima, são consideradas cinco categorias, com base nas dimensões dos grãos inteiros após o descasque e polimento. As quatro primeiras classes referem-se ao produto longo-fino, longo, médio e curto e, para que o produto comercial possa ser enquadrado em qualquer uma delas, é necessário que, no mínimo, 80% da massa dos grãos inteiros da amostra sejam representados por grãos com as dimensões previstas oficialmente, como segue:

Grãos longos-finos:	comprimento $\geq 6$ mm
	espessura $\leq 1,90$ mm
	relação comprimento/largura $\geq 2,75$ mm
Grãos longos:	comprimento $\geq 6$ mm
Grãos médios:	comprimento entre 5 mm a menos de 6 mm
Grãos curtos:	comprimento inferior a 5 mm

Adicionalmente, é considerada uma quinta classe, designada como arroz **misturado** e destinada à classificação do produto que não se enquadre em nenhuma das classes anteriores e se apresente constituído pela mistura de duas ou mais delas, sem predominância (80%) de nenhuma.

## Tipos

Qualquer que seja o grupo, subgrupo ou classe a que pertença, o arroz destinado à comercialização como grão para consumo é classificado em cinco tipos, expressos numericamente e definidos de acordo com o percentual de ocorrência de defeitos e com o percentual de grãos quebrados e quirera. Os defeitos, de acordo com a sua importância e conseqüências no produto de consumo, são considerados como defeitos graves, ou seja, matérias estranhas, impurezas, grãos mofados, ardidos, pretos e não gelatinizados e, como defeitos gerais, representados por grãos danificados, manchados, picados, amarelos,



rajados, gessados e não parboilizados. Alguns desses defeitos são comuns a todos os subgrupos e outros, específicos. Para enquadramento em tipo comercial são observados os percentuais de defeitos graves, de defeitos gerais, de grãos quebrados e de quirera. Os percentuais máximos de defeitos permitidos em cada um dos cinco tipos encontram-se expressos em tabelas de tolerância, para cada subgrupo, a serem aplicadas na tipificação do produto.

### **Produto sem enquadramento**

O arroz em casca, o arroz beneficiado e os fragmentos de grão que não atendem às exigências de enquadramento em tipo comercial do produto são classificados como **abaixo do padrão** ou **desclassificado**. O produto classificado como abaixo do padrão pode ser comercializado como tal, desde que perfeitamente identificado na embalagem, ou pode ser rebeneficiado, desdobrado e recomposto para efeito de enquadramento em tipo. Já o produto desclassificado tem a sua comercialização proibida tanto para consumo humano como animal, por encontrar-se em mau estado de conservação, apresentando-se fermentado, mofado, com odor estranho ou contendo substâncias nocivas à saúde e teores de micotoxinas acima dos limites estabelecidos por legislação específica do Ministério da Saúde.

### **Renda no benefício e rendimento do grão**

Para a valoração comercial do produto, são também considerados a renda no benefício, expressa pelo percentual total de arroz beneficiado, representado pelo total de grãos inteiros, quebrados e quirera, e o rendimento do grão, expresso, separadamente, pelo percentual de inteiros e percentual de quebra obtidos. A legislação prevê uma renda base em nível nacional de 68% para a renda no benefício, constituída de um rendimento de grão de 40% de grãos inteiros e 28% de grãos quebrados e quirera. Rendimentos inferiores ou superiores aos estabelecidos pela renda base devem ser corrigidos pela aplicação de coeficientes específicos.

### **Outros critérios considerados**

Além dos citados anteriormente, devem ser determinados também o teor de umidade e os percentuais de matérias estranhas e impurezas, cujos valores, se acima de determinados limites, devem ser usados para efeito de descontos no peso líquido do lote em questão. Para tais determinações, existem procedimentos padrão a serem seguidos pelos classificadores.



Nos Estados Unidos, os critérios considerados para a comercialização de grãos têm sido submetidos a constantes revisões e mudanças desde a sua elaboração, em 1916. Nos últimos anos, as diferenças mais marcantes são decorrentes da introdução de princípios econômicos, tanto na seleção de parâmetros de classificação como no estabelecimento de tolerâncias numéricas para esses fatores.

A incorporação de princípios econômicos nas normas oficiais de padronização e classificação de grãos para consumo é a base onde se fundamentam as quatro diretrizes consideradas no estabelecimento de padrões de qualidade naquele país: 1) facilitar o comércio e o mercado de grãos; 2) refletir o potencial de conservação dos grãos; 3) identificar fatores de importância econômica para processadores e consumidores; e 4) proporcionar as ferramentas para geração de incentivos visando à melhoria de qualidade e a manutenção do mercado. A partir dessas diretrizes, é possível aos órgãos legisladores e fiscalizadores avaliar não somente a importância dos critérios considerados na atualidade, mas também a necessidade de eventuais mudanças futuras (Hill, 1988). Dessa forma, as alterações nas normas deixam de ser arbitrárias e, por requererem que a retirada ou incorporação de um parâmetro, bem como a estipulação de limites de tolerância estejam em conformidade com pelo menos uma das diretrizes do sistema, tornam-se fortemente justificadas sob o ponto de vista econômico.

No Brasil, devido à evolução nas características de mercado de produtos em geral, em função da maior sofisticação do consumidor, especialmente no que se refere a produtos alimentícios, a busca de qualidade e as necessidades de revisão e adequação dos padrões de comercialização são também uma constante. Adicionalmente, com a abertura de mercado aos países do MERCOSUL, a busca da uniformização de critérios e adequação de padrões torna-se ainda mais premente em função da demanda diferenciada e requerimentos específicos do mercado externo.

## REFERÊNCIAS

AMATO, G. W.; SILVEIRA FILHO, S. **Parboilização do arroz no Brasil**. Porto Alegre: CIENTEC, 1991. 98 p.

AMATO, G. W.; CARVALHO, J. L. V. de; SILVEIRA FILHO, S. **Arroz parboilizado: tecnologia limpa, produto nobre**. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2002. 240 p.

BARBER, S. Milled rice and changes during aging. In: HOUSTON, D. F. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1972. p. 215-263.



- BENEDITO DE BARBER, C.; MARTINEZ, J.; BARBER, S. Effects of parboiling processes on the chemical composition and nutritional characteristics of rice bran. In: RICE BY-PRODUCTS UTILIZATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 1974, Valencia, Spain. **Proceedings...** Valencia: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 1974. v. 4, p. 121-130.
- BERGMAN, C. J.; DELGADO, J. T.; BRYANT, R.; GRIMM, C.; CADWALLADER, K. R.; WEBB, B. D. Rapid gas chromatographic technique for quantifying 2-acetyl-1-pyrroline and hexanal in rice (*Oryza sativa*, L.). **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 77, n. 4, p. 454-458, July/Aug. 2000.
- BERGMAN, C. J.; MCCLUNG, A.; GOFFMAN, F.; CHEN, M.; FJELLSTROM, R. Usos industriais do arroz: presente e futuro. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. v. 2, p. 232-238. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 153).
- BERGMAN, C. J.; MCCLUNG, A. M.; PINSON, S. R. M.; FJELLSTROM, R. G. Development of PCR based markers associated with cooked rice kernel elongation and aroma. In: RICE TECHNICAL WORKING GROUP, 29., 2002, Little Rock, Arkansas. **Proceedings...** Crowley: Louisiana State University Agricultural Center, 2002. p. 53.
- BERRIO, L. E.; CUEVAS-PEREZ, F. E. Cultivar differences in milling yields under delayed harvesting of rice. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 6, p. 1510-1512, Nov./Dec. 1989.
- BHASHYAM, M. K.; RAJU, G. N.; SRINIVAS, T.; NAIDU, B. S. Physico-chemical studies in relation to cracking properties in rice using isogenic lines. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 21, n. 5, p. 272-277, Sept./Oct. 1984.
- BHATTACHARYA, K. R. Breakage of rice during milling: a review. **Tropical Science**, London, v. 22, n. 3, p. 225-276, 1980.
- BOLLICH, C. N.; WEBB, B. D.; MARCHETTI, M. A.; SCOTT, J. E. Registration of Newrex rice. **Crop Science**, Madison, v. 20, n. 2, p. 286-287, Mar./Apr. 1980.
- BOLLICH, C. N.; WEBB, B. D.; MARCHETTI, M. A.; SCOTT, J. E. Registration of Rexmont rice. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 5, p. 1160, Sept./Oct. 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria n. 269, de 17 de novembro de 1988. Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do Arroz. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, v. 126, 22 nov. 1988.
- CALDERWOOD, D. L.; WEBB, B. D. Effect of the method of the dryer operation on performance and on the milling and cooking characteristics of rice. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 14, n. 1, p. 142-146, Jan./Feb. 1971.
- CARTANO, A. V.; JULIANO, B. O. Hemicelluloses of milled rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 18, n. 1, p. 40-42, Jan./Feb. 1970.
- CARVALHO, J. L. V.; AMATO, G. W.; MAZZARI, M. R.; GERMANI, R. Retenção de vitaminas B1 e B2 em arroz parboilizado processado em autoclave e em estufa no Brasil. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 45, n. 403, p. 12-14, jul./ago. 1992.
- CASTILLO, D. **El grano de arroz**: características fisicoquímicas de sus almidones relacionadas con las propiedades mecánicas y de cocción. 1981. 76 p. (Tese Doutorado) – Cuba, Habana.



CASTILLO TORO, D.; HERNANDEZ LÓPEZ, A. A.; GALLARDO, I. D. **Propiedades fisicoquímicas del grano de arroz y su calidad**. Habana: Instituto de Investigaciones del Arroz, 1990. 47 p. Conferência apresentada na IV Reunião Nacional de Pesquisa de arroz, realizada em Goiânia, GO em junho de 1990.

CASTRO, E. da M. de; MORAIS, O. P. de; PEREIRA, J. de A.; LOPES, A. de M.; UTUMI, M.; FERREIRA, C. M.; BRESEGHELLO, F.; PRABHU, A. S.; SOUZA, N. R. G. de; FONSECA, J. R.; VANDERLEI, J. C.; NEVES, P. de C. F.; CHAVES, R. de Q.; BASSINELLO, P. Z.; SOARES, A. A.; COLASANTE, L. O. **BRS Aroma**: cultivar de arroz de terras altas de grãos aromáticos. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 6 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 71).

CHANG, T. T.; SOMRITH, B. Genetic studies on the grain quality of rice. In: WORKSHOP ON CHEMICAL ASPECTS OF RICE GRAIN QUALITY, 1979, Los Baños, Philippines. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 1979. p. 49-58.

CHAUDHARY, R. C.; TRAN, D. V. Speciality rices of the world: a prologue. In: CHAUDHARY, R. C.; TRAN, D. V.; DUFFY, R. (Ed.). **Speciality rices of the world: breeding, production and marketing**. Enfield: Science; Rome: FAO, 2001. p. 3-12.

CUEVAS-PEREZ, F.; PESKE, S. T. Milling performance of rice varieties under different moisture absorption environments. **Tropical Science**, London, v. 30, n. 2, p. 147-152, 1990.

DAVI, C. C. The global rice situation. In: IRRI. **Progress in irrigated rice research**. Manila, 1989. p. 9-24.

DAVI, C. C. The world rice economy: challenges ahead. In: KHUSH, G. S.; TOENNIESSEN, G. H. (Ed.). **Rice biotechnology**. Wallingford: CAB International, 1991. p. 1-18.

DESIKACHAR, H. S. R.; SUBRAHMANYAN, V. Expansion of new and old rice during cooking. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 36, p. 385-391, 1959.

EGGUM, B. O. The nutritional value of rice in comparison with other cereals. In: WORKSHOP ON CHEMICAL ASPECTS OF RICE GRAIN QUALITY, 1979, Los Baños, Philippines. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 1979. p. 91-111.

GUIMARÃES, E. P.; VIEIRA, N. R. A.; PINHEIRO, B. S. Breeding for specialty rice in Latin America: status and perspectives. In: CHAUDHARY, R. C.; TRAN, D. V.; DUFFY, R. (Ed.). **Speciality rices of the world: breeding, production and marketing**. Enfield: Science; Rome: FAO, 2001. p. 317-321.

GURA, T. New genes boost rice nutrients. **Science**, Washington, v. 285, n. 5430, p. 994-995, Aug. 1999.

HALICK, J. V.; KELLY, V. J. Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 36, p. 91-98, 1959.

HENDERSON, S. M. The causes and characteristics of rice checking. **Rice Journal**, Raleigh, v. 57, n. 5, p. 16-18, 1954.

HILL, L. D. The challenge of developing workable grades for grain. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 33, n. 4, p. 348-349, Apr. 1988.

HINTON, J. J. C. Parboiling treatment of rice. **Nature**, London, v. 162, p. 913, 1948.

HOFFPAUER, D. W. Rice enrichment for today. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 37, n. 10, p. 757-759, Oct. 1992.



IWASAKI, T. Measures of the enhancement of rice consumption and diversification of rice utilization. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON THE DIVERSIFICATION OF RICE UTILIZATION, 1987, Bangkok. **Proceedings...** Taipei: Food Fertilizer Technology Center, 1987. 3 p.

JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W. R.; KAUFFMAN, H. E. **Rice improvement**. Los Baños: IRRI, 1979. p. 101-120.

JULIANO, B. O. A simplified assay for milled-rice amylose. **Cereal Science Today**, St. Paul, v. 16, n. 10, p. 334-340, Oct. 1971.

JULIANO, B. O. The rice caryopsis and its composition. In: HOUSTON, D. F. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1972. p. 16-74.

JULIANO, B. O. Properties of the rice caryopsis. In: LUH, B. S. (Ed.). **Rice: production and utilization**. Westport: AVI Publishing, 1980. p. 403-438.

JULIANO, B. O. Rice starch: production, properties and uses. In: WHISTLER, R. L.; MILLER, J. N.; PASCHALL, E. F. (Ed.). **Starch: chemistry and technology**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 1984. p. 507-527.

JULIANO, B. O. Criteria and tests for rice grain qualities. In: JULIANO, B. O. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1985a. p. 443-524.

JULIANO, B. O. Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. In: JULIANO, B. O. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1985b. p. 59-174.

JULIANO, B. O. Nutritional properties of milled rice. In: ASIAN CONGRESS OF NUTRITION, 5., 1987, Osaka, Japan. **Proceedings...** Tokyo: Center of Academic Publications, 1988. p. 328-334.

JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B. O. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1985. p. 17-57.

JULIANO, B. O.; DUFF, B. Rice grain quality as an emerging priority in national rice breeding programs. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE, 1990, Seoul, Korea. **Rice grain marketing and quality issues**. Manila: IRRI, 1991. p. 55-64.

JULIANO, B. O.; GODDARD, M. S. Cause of varietal difference in insulin and glucose responses to ingested rice. **Qualitas Plantarum - Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 36, n. 1, p. 35-41, 1986.

JULIANO, B. O.; HICKS, P. A. Utilization of rice functional properties to produce rice food products with modern processing technologies. **International Rice Commission Newsletter**, Rome, v. 39, p. 163-178, 1990.

JULIANO, B. O.; PASCUAL, C. G. **Quality characteristics of milled rice grown in different countries**. Los Baños: IRRI, 1980. 24 p. (IRRI. Research Paper Series, 48).

JULIANO, B. O.; SAKURAI, J. Miscellaneous rice products. In: JULIANO, B. O. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1985. p. 569-618.

JULIANO, B. O.; BAUTISTA, G. M.; LUGAY, J. C.; REYES, A. C. Studies on the physicochemical properties of rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 12, n. 2, p. 131-138, Mar./Apr. 1964.



- KANEMOTO, S. Novos conceitos no processamento de arroz. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. v. 2, p. 28-42. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 153).
- KOCHER, M. F.; SIEBENMORGEN, T. J.; NORMAN, R. J.; WELLS, B. R. Rice kernel moisture content variation at harvest. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 33, n. 2, p. 541-548, Mar./Apr. 1990.
- KONGSEREE, N. Physicochemical properties of Thai rice varieties and methodology used in quality improvement. In: WORKSHOP ON CHEMICAL ASPECTS OF RICE GRAIN QUALITY, 1979, Los Baños, Philippines. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 1979a. p. 183-190.
- KONGSEREE, N. Quality tests for waxy (glutinous) rice. In: WORKSHOP ON CHEMICAL ASPECTS OF RICE GRAIN QUALITY, 1979, Los Baños, Philippines. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 1979b. p. 303-311.
- KUNZE, O. R.; HALL, C. W. Relative humidity changes that causes brown rice to crack. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 8, p. 399-405, 1965.
- LITTLE, R. R.; HILDER, G. B.; DAWSON, E. H. Effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 35, p. 111-126, 1958.
- LUH, B. S.; MICKUS, R. R. Parboiled rice. In: LUH, B. S. (Ed.). **Rice: production and utilization**. Westport: AVI Publishing, 1980. p. 501-542.
- MCCLUNG, A. M.; BERGMAN, C. J. Rice cultivar response to organic cultural management. In: RICE TECHNICAL WORKING GROUP, 29., 2002, Little Rock, Arkansas. **Proceedings...** Crowley: Louisiana State University Agricultural Center, 2002. p. 146.
- MAHESHWARI, R. C.; OJHA, T. P. Fuel characteristics of rice husks. In: RICE BY-PRODUCTS UTILIZATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 1974, Valencia, Spain. **Proceedings...** Valencia: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 1974. v. 1, p. 67-76.
- MARTÍNEZ, C.; CUEVAS-PEREZ, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. 3. ed. Cali: CIAT, 1989. 75 p. (CIAT. Serie 04SR-07.01).
- MISAKI, M.; YASUMATSU, K. Rice enrichment and fortification. In: JULIANO, B. O. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1985. p. 389-401.
- NAGATO, K.; KONO, Y. Grain texture of rice. 1. relations among hardness distribution, grain shape and structure of endosperm tissue of rice kernel. **Proceedings of the Crop Science Society of Japan**, Tokyo, v. 32, p. 181, 1963.
- PÁDUA, A. B.; JULIANO, B. O. Effect of parboiling on thiamin, protein and fat of rice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 25, n. 6, p. 697-701, June 1974.
- PAGALILAUAN, E. B. Deterioration of rice in storage. **Grain Journal**, Philippines, v. 1, n. 2, p. 10-12, Aug. 1976.
- RABELO, R. R. **Normatização, padronização, classificação e qualidade de grãos de arroz para comercialização interna: uma abordagem crítica**. 2003. 204 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.



- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biology of plants**. 5. ed. New York: Worth Publishers, 1992. p. 47-61.
- RICE COUNCIL FOR MARKET DEVELOPMENT. **U.S.A. Rice**: a guide to the United States rice industry. Houston, [s.d.]. 28 p.
- SIEBENMORGEN, T. J.; JINDAL, V. K. Effects of the moisture adsorption on the head rice yields of long grain rough rice. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 29, n. 6, p. 1767-1771, Nov./Dec. 1986.
- SIMPSON, I. A. The distribution of thiamine and riboflavin in rice grain, and thiamine in parboiled rice. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 28, p. 259-266, 1951.
- SIMPSON, J. E.; ADAIR, C. R.; KHOLER, G. O.; DAWSON, E. H.; DEOBALD, H. J.; KESTER, E. B.; HOGAN, J. T.; BATCHER, O. M.; HALICK, J. V. **Quality evaluation studies of foreign and domestic rices**. Washington: USDA, 1965. 183 p. (USDA. Technical Bulletin, 1331).
- SRINIVAS, T.; BHASHYAM, M. K.; MAHADEVAPPA, M.; DESIKACHAR, H. S. R. Varietal differences in crack formation due to weathering and wetting stress in rice. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 47, n. 1, p. 27-31, Jan. 1977.
- SRINIVAS, T.; BHASHYAM, M. K.; MUNE GOWDA, M. K.; DESIKACHAR, H. S. R. Factors affecting crack formation in rice varieties during wetting and field stress. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 48, n. 7, p. 424-432, July 1978.
- SRINIVAS, T.; BHASHYAM, M. K.; NARASIMHA REDDY, M. K.; DESIKACHAR, H. S. R. Development of a modified technique for intra-varietal selection for low crack susceptibility and low milling breakage in rice. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 51, n. 4, p. 228-232, Apr. 1981.
- TANAKA, K.; YOSHIDA, T.; ASADA, K.; KASAI, Z. Subcellular particles isolated from aleurone layer of rice seeds. **Archives on Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 155, n. 1, p. 136-143, Mar. 1973.
- VIEIRA, N. R. de A. Tipos especiais de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 838-840.
- WEBB, B. D. Rice quality and grades. In: LUH, B. S. (Ed.). **Rice**: production and utilization. 2. ed. Davis: University of California, 1991. v. 2, p. 89-119.
- WEBB, B. D.; ADAIR, C. R. Laboratory parboiling apparatus and methods of evaluating parboil-canning stability of rice. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 47, n. 6, p. 708-714, Nov. 1970.
- WEBB, B. D.; BOLLIICH, C. N.; JODON, N. E.; JOHNSTON, T. H.; BOWMAN, D. H. **Evaluating the milling, cooking, and processing characteristics required of rice varieties in the United States**. Washington: USDA, 1972. 8 p.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

