

QUALIDADE DE GRÃO EM ARROZ¹

0
Pitio Perpétuo Guimarães²

Qualidade de grão é uma das prioridades dos programas de melhoramento de arroz. O objetivo é obter linhas com grãos longos e finos; alto rendimento de engenho; endosperma translúcido; teores de amilose e temperatura de gelatinização intermediários, consistência de gel macia e elevado teor protéico.

A natureza triplóide do endosperma e a influência do ambiente na maioria das propriedades físico-químicas do grão, fazem com que a seleção e os estudos genéticos para as características de grãos sejam mais difíceis e menos precisos que para os caracteres agrônômicos.

Em um programa de melhoramento as avaliações para dimensões de grão, aparência de endosperma e temperatura de gelatinização podem começar com sementes F3; teor de amilose e consistência de gel com sementes F4; e rendimento de engenho e teor de proteína em linhas fixadas.

Programas nacionais de melhoramento precisam ter a sua disposição uma estrutura mínima para fazer testes simples de qualidade de grão e evitar dispêndios de recursos na condução de populações segregantes que possam resultar em linhas sem aceitação comercial devido as características de grão.

14659
1 - MAR. 1994

INTRODUÇÃO

Há alguns anos, qualidade de grão, era uma característica varietal com baixa prioridade nos programas de melhoramento de arroz, uma vez que os esforços estavam concentrados em melhorar a produtividade e o nível de resistência às pragas, enfermidades e

¹Apresentado na VII Reunião da Comissão Técnica de Arroz da Região II (CTArroz-II), 22 a 25 de Agosto de 1989. Campinas, São Paulo, Brasil.

²Melhorista do Programa de Arroz do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Estación Santa Rosa, Apartado Aéreo 2898, Villavicencio, Colombia.

outros estresses. Atualmente, qualidade de grão é uma das características decisivas na adoção de uma linha melhorada como variedade comercial, sendo um dos principais objetivos considerados na maioria dos programas de melhoramento. O arroz de sequeiro no Brasil é um exemplo típico dessa mudança.

Uma das maiores dificuldades em melhorar a qualidade de grão é a diversidade de setores envolvidos no processo de avaliação dessas características. No caso de uma variedade resistente a enfermidades, a avaliação do produtor é decisiva à sua adoção. Entretanto, qualidade de grão tem ainda que passar pelo crivo de donos de engenho de beneficiamento, donos de postos de revenda (armazéns, supermercados, etc), compradores e consumidores. Além disso, a avaliação dessa característica varia, de acordo com países e regiões dentro de um país. Por exemplo, o consumidor japonês prefere arroz de grãos curtos, processado recentemente e que permita ser consumido como uma massa pegajosa, já o consumidor brasileiro gosta do arroz de grãos longos e finos, que cresçam na panela e que permaneçam separados, macios e soltos. Qual é a base para essa diferença em qualidade? Quando japoneses e brasileiros são entrevistados sobre o assunto, a resposta é idêntica - o sabor é melhor.

A qualidade do grão de arroz é uma característica difícil de se trabalhar, pela natureza triplóide ($3n$) do endosperma cujo comportamento está relacionado a um complexo de propriedades físico-químicas como: tamanho, forma e rendimento de engenho dos grãos; aparência e composição química do endosperma e valor nutricional.

Baseado nessas propriedades, o programa de melhoramento de arroz do CIAT, busca materiais com grãos longos e finos, e de alto rendimento de engenho, com endosperma translúcido, teores de amilose e temperatura de gelatinização intermediários e consistência de gel macia.

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO GRÃO DE ARROZ

O envelhecimento é essencial para uma boa análise de qualidade. Grãos colhidos recentemente mudam sua textura durante os três ou quatro primeiros meses. O armazenamento melhora o rendimento de engenho e faz com que o amido fique menos solúvel em água, fazendo com que o arroz tenha maior expansão e absorva mais água durante o cozimento, resultando em um produto mais solto e com mais flóculos. Importante para a comparação de resultados de uma análise é o uso de materiais plantados no mesmo local e data, e com o mesmo manejo, para evitar diferentes efeitos ambientais sobre o material.

A seguir será discutido, de modo sumário, algumas propriedades dos grãos de arroz como : tamanho, forma e peso; rendimento de engenho; aparência do endosperma; teor de amilose; temperatura de gelatinização; consistência de gel; e teor de proteína.

Tamanho, forma e peso.

Tamanho e forma de grão estão entre as características varietais mais estáveis e de maior importância. Preferências por tamanho ou forma variam de um grupo de consumidores a outro. Alguns países preferem grãos curtos e arredondados, outros, grãos longos e finos. No Brasil, em Abril de 1989, o preço mínimo para o arroz irrigado (saca de 60 kg) era de NCz\$9,84 e para o de sequeiro de NCz\$7,56, um diferencial de preço de 23,2%, baseado nas diferenças de tamanho e forma dos grãos produzidos pelas variedades de irrigado e sequeiro.

O Laboratório de Análise de Qualidade de Arroz do CIAT avalia os grãos baseados em seu comprimento após beneficiamento e os classifica segundo a seguinte tabela:

CATEGORIA		TAMANHO EM MM
Curto	(C)	< 5,5
Médio	(M)	5,6 a 6,5
Longo	(L)	6,6 a 7,5
Extra longo	(EL)	> 7,6

Baseado na forma a classificação é a seguinte :

FORMA	RELAÇÃO COMPRIMENTO/LARGURA
Redondo	< 1,1
Arredondado	1,1 a 2,0
Médio	2,1 a 3,0
Fino	> 3,0

Como exemplos do uso dessas tabelas de classificação temos que os grãos das variedades CICA 8 e METICA 1 medem 6,75 e 6,49 mm e são classificados como longo e médio, respectivamente.

Através do melhoramento é possível obter qualquer combinação desejada entre as classes apresentadas nas tabelas anteriores, com exceção de grãos longos ou extra longos e redondos. Tamanho e forma não tem correlação com teor de amilose, temperatura de gelatinização e consistência de gel, entretanto correlacionam-se com rendimento de engenho.

A herança das características relacionadas as dimensões dos grãos são reportadas na literatura como variando de monogênica a poligênica, nesta última se concentra a maioria dos resultados. Para o comprimento de grão há estudos que mostram dominância de longo sobre

curto e vice-versa, em casos poligênicos há predominância de efeitos aditivos ou dominantes, de acordo com o cruzamento analisado. Largura e espessura também apresentam-se como poligênicos, a maioria dos estudos reporta dominância parcial para o tipo de grão estreito sobre o largo.

Baseado na literatura e na experiência em trabalhar com cruzamentos envolvendo diferentes tipos de grão, pode-se dizer que : tamanho e forma são características poligênicas onde o produto do cruzamento localiza-se entre os pais e em F2 é possível selecionar-se transgressivos em ambas direções. Todavia, essas características são altamente herdáveis e fixadas no início do processo seletivo, ou seja, se na geração F2 não se encontra o tipo de grão desejado, as probabilidades de encontrá-lo em F3 são praticamente nulas.

Peso de grãos é uma característica mais influenciada pelo ambiente do que as mencionadas anteriormente, portanto, sua avaliação é relativa e de menor importância. Normalmente estimada como peso de 100 grãos, mostra-se com herança poligênica e distribuição normal na geração F2. A literatura reporta a presença de efeito materno para peso de grãos.

Rendimento de engenho.

Rendimento de engenho de uma variedade ou linhagem de um programa de melhoramento é obtido baseado na quantidade de grãos inteiros e quebrados produzidos no beneficiamento de uma amostra de arroz com casca. Esse resultado é normalmente expresso em percentagem.

Este teste é feito a partir de uma amostra de 1,0 kg de arroz em casca, o qual produz resultado próximo ao obtido comercialmente. Entretanto, o teste pode ser realizado com um mínimo de 100 g, baixando-se o nível de precisão. O beneficiamento separa quatro frações : inteiro, três quartos, meio e o restante. O resultado de interesse comercial é o rendimento total que considera as frações

inteiro e três quartos. Todavia, ao melhorista cabe buscar materiais com maior percentagem de inteiros, a qual é uma característica herdável.

O processo de beneficiamento separa o endosperma das demais partes. Em geral, 20 a 22% do total do grão é composto pela casca; 8 a 10% pelo embrião, pericarpo, nucelo e aleurona; e 70% pelo endosperma. Por exemplo, a cultivar CICA 8 possui um rendimento total de 68,8% e de inteiros igual a 59,9%; portanto 8,9% são grãos quebrados e 31,2% são casca, embrião, pericarpo, nucelo e aleurona.

Tamanho e forma de grão são características altamente correlacionadas com rendimento de engenho. Em geral, materiais com grãos longos e muito finos quebram mais que aqueles com grãos curtos ou médios. O melhor rendimento pode ser obtido com variedades de grãos médios e finos.

Como mencionado anteriormente, a percentagem de grãos inteiros é uma característica herdável, todavia é influenciada por uma série de fatores ambientais, principalmente pela temperatura e humidade durante o processo de maturação e pelos cuidados pós-colheita, como secagem e armazenamento.

Os programas de melhoramento podem obter sucesso em selecionar materiais com alto rendimento de grãos inteiros, mas, infelizmente, não há metodologia simples de avaliação à nível de plantas individuais. As análises para esta característica começam em linhas fixadas, geração F5 ou F6, onde já se conhece o potencial dos materiais em relação a outros requisitos.

Aparência do endosperma.

A aparência do endosperma é determinada pelo nível de opacidade causado pelo arranjo das partículas de amido e proteína. Zonas opacas ou gessadas são áreas onde esse arranjo das partículas é feito de forma não compacta, existindo espaços de ar entre elas. Tais áreas

podem estar localizadas na região dorsal, ventral ou central dos grãos e, de um modo geral, são chamadas de centro branco ou barriga branca.

O mercado consumidor é exigente quanto a aparência do endosperma, prefere grãos translúcidos sem nenhuma mancha de gesso, mesmo conhecendo que a opacidade desaparece com o cozimento e não altera as qualidades culinárias do produto. Os donos de engenho de beneficiamento também preferem grãos translúcidos, mas a razão destes é econômica, uma vez que, áreas de gesso são mais susceptíveis a quebra no beneficiamento, e conseqüentemente reduzem o valor comercial do produto.

O nível de opacidade dos grãos é controlado geneticamente. Entretanto, é afetado pelo ambiente, principalmente pela temperatura após a floração; temperaturas altas implicam em aumento de gesso, ao passo que baixas descrecem o nível ou o eliminam. Outros fatores que influenciam o nível de opacidade são a fertilidade do solo e o manejo da água, mas não se conhece bem como atuam. Todavia, existem genótipos que interagem pouco com o ambiente, como a variedade IR 22 que permanece sem gesso em quase todos ambientes.

No CIAT, a classificação, segundo a opacidade do endosperma, é feita obedecendo uma escala ascendente de 0 a 5, onde "0" corresponde a ausência de gesso e "5" a total gessamento dos grãos. Essa avaliação é feita baseada em cinco grãos tomados de forma representativa de uma amostra. No IIRRI a escala adotada baseia-se na percentagem de gesso : 0, ausência; 1, menos que 10%; 5, entre 11 e 20%; e 9, mais que 20%.

Seleção para materiais translúcidos deve começar em F2 ou F3, uma vez que essa característica se fixa nas gerações iniciais. Entretanto, tem-se que levar em consideração que a herdabilidade para esse caracter é baixa. A literatura mostra um controle poligênico e interação com o ambiente, mas existem trabalhos que descrevem o caracter como de herança monogênica recessiva. Os níveis de opacidade

podem combinar-se com qualquer outra característica de qualidade de grão.

Teor de amilose.

O amido constitui 90% do peso seco do arroz beneficiado e é composto por duas frações : amilose e amilopectina. O teor de amilose é o principal determinante das características culinárias do arroz.

O arroz do tipo "waxy" ou ceroso, usado em doces, comidas de criança e cereais, quase não possui amilose (1 a 2%) e quando cozido não expande em volume e permanece firme e pegajoso. O tipo "nonwaxy" ou não ceroso pode apresentar teores de amilose variando de 8 a 37%, sendo classificadas como baixas as variedades que apresentam teores entre 8 e 20%, intermediárias de 21 a 25% e altas acima de 25%.

Como características culinárias as variedades com teor de amilose baixo apresentam um cozimento aquoso, os grãos ficam pegajosos e quando se passa do ponto de cozimento partem-se e tendem a desintegrar-se. A classe intermediária é a desejada, uma vez que o cozimento é menos aquoso, há expansão em volume, os grãos ficam soltos e macios, mesmo após o resfriamento. Variedades com alto teor de amilose apresentam-se com cozimento seco, expansão em volume, os grãos ficam soltos e macios (pouco menos que a classe intermediária), todavia quando resfriados endurecem.

A determinação do teor de amilose é feita baseada na medida da transmissão da luz através de uma solução à base de iodo, hidróxido de sódio e ácido acético. Para a análise desta característica o Laboratório de Análise de Qualidade de Arroz do CIAT requer 50 grãos, para trabalhar com duas repetições ou 30 grãos sem repetição. A capacidade de trabalho é de 50 amostras por dia com repetição.

O teor de amilose pode variar até 6 pontos percentuais devido a influência ambiental. Entre plantas de uma mesma variedade pode chegar a 2% e entre panículas de uma mesma planta de 3 a 7%, portanto

o uso de amostras de mistura de plantas é recomendado, uma vez que aumenta a precisão. Temperatura média durante o período de maturação dos grãos é um dos fatores que influencia o teor de amilose, quando alta faz com que o teor baixe e vice-versa.

A herança desta característica não está claramente entendida; entretanto, a literatura relata que alto teor tem dominância incompleta sobre baixo e é controlado por um gene maior e vários modificadores. Cruzamentos com o objetivo de obter linhas com teores intermediários tem necessariamente que envolver pelo menos um progenitor com essa característica, caso contrário a possibilidade de sucesso é pequena.

Temperatura de gelatinização (TG)

É uma propriedade do amido e determina o tempo necessário para o cozimento do arroz. É medida pela temperatura na qual 90% dos grânulos de amido são gelatinizados ou inchados irreversivelmente em água quente e pode variar de 55 a 79°C. A temperatura durante a maturação dos grãos afeta a formação de amido e influencia a temperatura de gelatinização (temperatura alta resulta em mais alta TG).

Para este teste se requer 10 grãos de arroz beneficiados que são incubados por 23 horas a 30°C em uma solução 1,7% de hidróxido de potássio (10 ml de KOH). Esse resultado está bastante correlacionado ao teor de amilose e é um bom método para estimá-lo, uma vez que requer uma metodologia de avaliação muito mais simples.

A avaliação dessa característica é feita segundo a seguinte escala de dispersão alcalina :

- 1, grãos não afetados;
- 2, grãos inchados;
- 3, grãos inchados com ligeiras aberturas e ligeira dispersão ao redor;
- 4, grãos inchados um pouco abertos com dispersão ao

- redor;
- 5, grão totalmente abertos com formação de uma larga dispersão ao redor;
 - 6, grãos quase totalmente dispersos, quase não se observando sua forma; e
 - 7, grãos totalmente desintegrados, frequentemente só se observa o embrião.

Esses valores de dispersão alcalina correspondem as seguintes temperaturas de gelatinização : 1-2, A-alta (de 75 a 79°C); 3-5, I-intermediária (de 70 a 74°C); e 6-7, B-baixa (de 55 a 69°C). O Laboratório de Análise de Qualidade de Arroz do CIAT pode realizar até 500 amostras por dia deste teste. Os resultados são apresentados em uma tabela com os valores de dispersão de 1 a 7 e com o número de grãos classificados em cada valor; baseado nessa informação enquadram-se os materiais nas classes de TG mencionadas anteriormente. Alguns exemplos são apresentados no quadro a seguir :

LINHAS								MÉDIA x	CLASSIFICAÇÃO
	1	2	3	4	5	6	7		
IR 8							10	7,0	B
BLUEBONNET 50					10			5,0	I
COLOMBIA 1		10						2,0	A
CICA 8					10			5,0	I
METICA 1					10			5,0	I
IR 22							10	7,0	B
CT8320-1-14-4P		2		4	4			4,0	I,A
CT8837-1-2-8			5		5			4,0	A/I
CT8837-1-2-4		2	1		3		4	5,0	B,I,A
CT8678-9-6-1		8					2	3,0	A,B
CT8665-1-12-6		9					1	2,5	A

As consequências culinárias da temperatura de gelatinização podem ser descritas como : altas, requerem mais água e tempo para cozinhar, o arroz fica excessivamente macio e tende a desintegrar-se quando se passa do ponto de cozimento; intermediárias e baixas temperaturas requerem menos tempo e água para cozimento. Esta é a principal razão pela qual os consumidores rejeitam arroz com alta temperatura de gelatinização e pela ênfase dos programas de melhoramento em selecionarem linhas com valores intermediários.

A herança dessa característica, não está claramente explicada. A herbabilidade é alta e parece envolver um ou dois genes maiores. Linhas com alta TG podem ser obtidas de cruzamentos entre linhas com intermediária e baixa TG, entretanto, não se obtém linhas com baixa TG de cruzamentos entre intermediária e alta. Todas as classes podem ser obtidas da combinação alta e baixa TG.

Resultados obtidos no CIAT mostram que sementes F3 classificadas como possuindo alta temperatura de gelatinização raramente segregam nas gerações seguintes, facilitando com isso o descarte desses materiais. Todavia, sementes F3 classificadas como intermediária ou baixa TG permanecem segregando para todas as classes por mais algumas gerações.

Importante ao melhoramento para temperatura de gelatinização é saber que não apresenta correlação com outras características relevantes, como tipo de planta ou grão. Todavia são correlacionadas com teor de amilose. Linhas com alta TG sempre possuem baixo teor de amilose; intermediária TG não se correlaciona com baixo teor de amilose, mas pode apresentar alto ou intermediário. Temperaturas baixas podem corresponder a qualquer teor de amilose.

Consistência de gel.

é a medida em milímetros do caminhamento do gel do arroz beneficiado quando tratado com hidróxido de potássio 0,1 N. é uma

avaliação complementar para materiais com alto teor de amilose. Basicamente mostra o comportamento do arroz ao resfriar-se.

A classificação para consistência de gel usada pelo Laboratório de Análise de Qualidade de Arroz do CIAT é a seguinte : alta; comprimento do gel entre 27 e 35 mm (gel duro); intermediária, entre 36 e 49 mm (gel médio); e baixa, acima de 49 mm (gel macio). O Laboratório pode executar até 100 amostras com duas repetições por dia.

A literatura reporta poucos estudos sobre a consistência de gel e a informação disponível mostra gel duro como condicionado por um único gene dominante.

Teor de proteína.

Arroz é uma das principais fontes de proteínas e calorias para os seres humanos. O arroz contém 7% de proteína, cujo valor nutricional é um dos melhores entre os cereais. Melhoramento para esta característica deve focar um aumento no conteúdo protéico.

A variabilidade apresentada por essa característica é de origem varietal e ambiental. Dentro de uma variedade o teor de proteína pode variar até 6% devido ao ambiente e dentro de uma panícula de até 5%, principalmente quando altas doses de nitrogênio são usadas.

Poucos programas de melhoramento selecionam seus materiais baseado em teor de proteína, principalmente pela dificuldade metodológica e pela importância em relação a outras características relacionadas a qualidade do arroz.

O controle genético do teor de proteína é descrito na literatura como complexo onde se observa baixo teor dominando alto, presença de efeitos epistático e materno, e efeitos dominante e aditivo em F2 e F3. Hereditabilidade para esta característica é baixa, certamente devido a interação genótipo-ambiente. Tem-se que somente 25 a 50% da

variabilidade é devido aos fatores genéticos. Deste modo, a influência ambiental, combinada a natureza triplóide do endosperma, faz com que estudos genéticos para o caracter sejam extremamente difíceis.

LITERATURA CONSULTADA

- International Rice Research Institute. 1972. Rice Breeding. Los Baños, Laguna, Philippines.
- International Rice Research Institute. 1979. Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. Los Baños, Laguna, Philippines.
- International Rice Research Institute. 1985. Rice Grain Quality and Marketing. International Rice Research Conference, 1-5 June, 1985. Los Baños, Laguna, Philippines.
- International Rice Research Institute. 1988. Standard Evaluation System for Rice. Los Baños, Laguna, Philippines.
- Jennings, P.R.; Coffman, W.R. and Kauffman, H.E. 1979. Rice Improvement. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Philippines.
- Juliano, B.O., Editor. 1985. Rice : Chemistry and Technology. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.