

# SELEÇÃO ASSISTIDA POR MARCADORES PARA PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E CULINÁRIAS DO ARROZ

Tereza Cristina de Oliveira Borba<sup>1</sup>, Raíza Cavalcante Fonseca<sup>2</sup>, Priscila Zaczuk Bassinello<sup>3</sup>, Raquel Neves de Mello<sup>3</sup>, Rosângela Bevitori<sup>3</sup>

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., qualidade de grãos, marcadores moleculares.

## INTRODUÇÃO

Em países em que o consumo do arroz é expressivo, a qualidade do grão dita o valor de mercado (FITZGERALD et al., 2009), sendo fortemente relacionada a fatores culturais. Seus atributos, entretanto, são definidos pelo rendimento de grão após beneficiamento, dimensão e formato do grão e qualidades culinárias, sensoriais e nutricionais. Apesar da disponibilidade de diferentes métodos de análise para caracterização e avaliação da qualidade de grãos, estes, em geral, não são adequados para fenotipagem em larga escala. Além disto, esta avaliação/caracterização é conduzida no fim da safra o que impossibilita uma seleção precoce realizada no campo. Nesse sentido, o uso de marcadores moleculares relacionados a parâmetros culinários e tecnológicos auxiliaria em uma classificação mais rápida de cultivares e linhagens. O objetivo deste trabalho foi validar quatro diferentes marcadores moleculares descritos na literatura quanto a sua associação à qualidade culinária de arroz.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados onze genótipos de arroz quanto a:

- Temperatura de Gelatinização (TG) por dispersão alcalina (MARTINÉZ; CUEVAS, 1989) e por calorímetro de varredura diferencial (DSC) (FRANCO; CABRAL; TAVARES, 2002);
- Teor de Amilose (TA) por sistema de análise por injeção em fluxo (FIA) e por cromatografia de exclusão de tamanho (SEC) (FITZGERALD et al., 2009);
- Perfil viscoamilográfico da pasta de arroz por *Rapid Visco-Analyser* (RVA);
- Comportamento culinário (dureza e pegajosidade) dos grãos cozidos pelo teste de cocção (LIMA et al., 2006), sensorial e análise da textura instrumental (em texturômetro) dos grãos cozidos (PATINDOL; GU; WANG, 2010; SESMAT; MEULLENET, 2001) e do gel do RVA (SESMAT; MEULLENET, 2001).

Para a análise genômica, a extração de DNA foi realizada utilizando-se folhas (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Entre os marcadores utilizados, o Wx (AYRES et al, 1997), Wx10 (TRAN et al., 2011) e Sbe3 (HAN et al., 2004) foram visualizados em gel de agarose 2%, enquanto o marcador RM190 (CHEN et al., 2008) foi analisado em analisador genético automático (ABI3500xl). Para análise de associação utilizou-se o método GLM, (Modelo Linear Generalização) implementado no programa TASSEL versão 3.0.

---

<sup>1</sup> Doutor, Embrapa Arroz e Feijão, rodovia GO-462, Km 12, Zona Rural, 75375-000 - Santo Antônio de Goiás – GO. tereza.borba@embrapa.br

<sup>2</sup> Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás.

<sup>3</sup> Doutor, Embrapa Arroz e Feijão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificaram-se, no total, 35 associações significativas entre os quatro marcadores e os caracteres avaliados (Tabela 1) após a correção estatística. O marcador RM190 apresentou o maior número de associações significativas (14), enquanto os marcadores SbE3, Wx10 e Wx exibiram, respectivamente, uma, nove e onze associações significativas.

**Tabela 1:** Associação dos marcadores analisados a caracteres relacionados a aspectos culinários e tecnológicos do arroz.

Marcador	Caractere	R <sup>2</sup> *	Pvalor**
RM190	Dureza (Textura Instrumental)	0,34	0,0244
	Coesividade (textura gel do RVA)	0,42	0,0028
	Teor de Amilose Aparente	0,42	0,0027
	Temperatura da pasta (RVA)	0,43	0,0035
	Teor de Amilose Absoluto	0,48	4,00E-04
	Pegajosidade (Textura Instrumental)	0,49	3,00E-04
	Viscosidade de Pico (RVA)	0,49	8,40E-04
	Dureza (Teste de panela)	0,51	4,90E-04
	Viscosidade Final (RVA)	0,52	1,80E-04
	"Setback" (RVA)	0,52	7,00E-05
	"Trough" (RVA)	0,55	3,40E-04
	Quebra da viscosidade (RVA)	0,67	1,00E-05
	Temperatura de Pico (Temperatura de Gelatinização por DSC)	0,88	1,00E-05
	Temperatura de Gelatinização por Dispersão alcalina	0,99	1,00E-05
SbE3	Dureza (Textura Instrumental)	0,23	0,0050
	Pegajosidade (Teste de panela)	0,21	0,0082
Wx	Temperatura da pasta (RVA)	0,25	0,0067
	Viscosidade Final (RVA)	0,25	0,0039
	Temperatura de Pico (Temperatura de Gelatinização por DSC)	0,37	1,80E-04
	Quebra da viscosidade (RVA)	0,37	1,00E-04
	"Setback" (RVA)	0,37	7,00E-05
	Temperatura de Gelatinização por Dispersão alcalina	0,43	1,50E-04
	Coesividade (textura gel do RVA)	0,47	1,00E-05
	Teor de Amilose Aparente	0,62	1,00E-05
	Pegajosidade (Textura Instrumental)	0,69	1,00E-05
	Teor de Amilose Absoluto	0,72	1,00E-05
	Wx10	Quebra da viscosidade (RVA)	0,18
Temperatura da pasta (RVA)		0,23	0,0093
Dureza (Textura Instrumental)		0,24	0,0051
Pegajosidade (Textura Instrumental)		0,26	0,0028
Temperatura de Pico (Temperatura de Gelatinização por DSC)		0,43	3,00E-05
Temperatura de Gelatinização por Dispersão alcalina		0,43	1,90E-04
"Setback" (RVA)		0,55	1,00E-05
"Trough" (RVA)		0,59	1,00E-05
	Viscosidade Final (RVA)	0,60	1,00E-05

\* Coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).

\*\* P –valor corrigido após 100.000 permutações

Observou-se que o marcador RM190 está associado com o maior número de caracteres analisados, porém apresentou R<sup>2</sup> superior a 0,7 para apenas dois destes (Tabela 1). O marcador Wx, o segundo em número de associações identificadas, apresentou R<sup>2</sup> superior a 0,7 para um único caráter. Em relação aos marcadores Wx10 e SbE3, estes não se apresentaram como marcadores candidatos à SAM (seleção assistida por marcadores), seja pelas frequências alélicas não adequadas à análise de associação, seja pelos baixos valores de R<sup>2</sup>.

## CONCLUSÃO

A partir das informações derivadas da análise de associação foi possível a identificação de marcadores adequadas à SAM assim como alelos favoráveis a atributos culinários e tecnológicos. Conclui-se que os marcadores Wx e RM190, candidatos a utilização pelo laboratório de SAM da Embrapa arroz e feijão, apresentaram associações significativas e altas com propriedades físico-químicas e de textura.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de mestrado da estudante R.C.F. e à Embrapa pelo financiamento do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, N. M.; MCCLUNG, A. M.; LARKIN, P. D.; BLIGH, H. F. J.; JONES, C. A.; PARK, W. D. Microsatellites and a single-nucleotide polymorphism differentiate apparent amylose classes in an extended pedigree of US rice germ plasm. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, n.94, p. 773-781, November 1997.
- CHEN, M.H.; BERGMAN, C.; PINSON, S.; FJELLSTROM, R. Waxy gene haplotypes: Associations with apparent amylose content and the effect by the environment in an international rice germplasm collection. **Journal of Cereal Science**, London, v. 47, p. 536–545, June 2008.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. **Embrapa CENARGEN**, Brasília, DF, 3. ed. p. 220, 1998
- FITZGERALD, M. A.; BERGMAN, C. J.; RESURRECCION, A. P.; MÖLLER, J.; JIMENEZ, R.; REINKE, R. F.; MARTIN, M.; BLANCO, P.; MOLINA, F.; CHEN, M. H.; KURI, V.; ROMERO, M. V.; HABIBI, F.; UMEMOTO, T.; JONGDEE, S.; GRATEROL, E.; REDDY, K. R.; BASSINELLO, P. Z.; SIVAKAMI, R.; RANI, N. S.; DAS, S.; WANG, Y.F.; INDRASARI, S. D.; RAMLI, A.; AHMAD, R.; DIPTI, S.; S.; XIE, L.; LANG, N. T.; SINGH, P.; TORO, D. C.; TAVASOLI, F.; MESTRES, C. Addressing the dilemmas of measuring amylase in rice. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 86 n. 5, p. 492- 498, October 2009.
- FRANCO, C. M. L.; CABRAL, R. A. F.; TAVARES, D. Q. Structural and physicochemical of lintnerized native and sour cassava starches. **Starch/ Starke**, Weinheim, v. 54, p. 469-475, Apr. 2002.
- HAN, Y.; XU, M.; LIU, X.; YAN, C.; KORBAN, S. S.; CHEN, X.; GU, M. Genes coding for starch branching enzymes are major contributors to starch viscosity characteristics in waxy rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Science**, Clare, v. 166, p. 357–364, February 2004.
- LIMA, C. H. A. M. de; COBUCCI, R. de M. A. C.; BASSINELLO, P. Z.; BRONDANI, C.; COELHO, N. R. A. Seleção e treinamento de painel sensorial para avaliação de diferentes cultivares de arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, Brasília, DF. **Anais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.
- MARTÍNEZ, C.; CUEVAS, F. **Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz**. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Tercera Edición. Cali, Colômbia. September, 1989.
- SESMAT, A., MEULLENET, J. F. Prediction of rice sensory texture attributes from a single compression test, multivariate regression, and a step wise model optimization method. **Journal Food Science**, London, v. 66, p. 124-131, January 2001.
- TRAN, N. A.; DAYGON, V. D.; RESURRECCION, A. P.; CUEVAS, R. P.; CORPUZ, H. M.; FITZGERALD, M. A. A single nucleotide polymorphism in the Waxy gene explains a

significant component of gel consistency. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 123,p. 519- 525, August 2011.