



AVALIAÇÃO DOS GRÂNULOS DE AMIDO EM PLANTAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) PROVENIENTES DE AUTOFECUNDAÇÃO

Aline Cardoso Sales¹; Vanderlei da Silva Santos²; Juraci Souza Sampaio Filho³; Maycon Cerqueira Campos³; Antonio Mauth Pinheiro dos Santos Junior³; Luciana Alves de Oliveira²

¹Estudante de Agroecologia da *Universidade Federal do Recôncavo da Bahia*. E-mail: alineagroeco2010@hotmail.com

²Pesquisador da *Embrapa Mandioca e Fruticultura*. E-mails: vanderlei.silva-santos@embrapa.br, luciana.oliveira@embrapa.br

³Estudante de Agronomia da *Universidade Federal do Recôncavo da Bahia*. E-mail: juracyjunio@hotmail.com, mayconccampos@yahoo.com.br, antoniopinheiro028@gmail.com

Introdução

O amido possui inúmeras aplicações nas indústrias de papel e celulose, petrolífera, mineração, de alimentos, farmacêutica, e outras (CARDOSO & SOUZA, 2002). A indústria modifica o amido, dando-lhe diferentes aplicações. Existe também a possibilidade de a própria planta produzir amido diferenciado. Um exemplo é o amido ceroso ou “waxy”, descoberto em mandioca em uma planta resultante de autofecundação (CEBALLOS et al., 2007).

O amido ceroso distingue-se do comum (nativo) por ter no máximo 5% de amilose, enquanto o amido comum de mandioca tem em torno de 20% de amilose e 80% de amilopectina. Amidos com baixos teores de amilose são importantes, por exemplo, na indústria alimentícia, por não sofrerem retrogradação, isto é, perda de água no processo de aquecimento e resfriamento, e assim, o alimento não endurece, aumentando sua vida de prateleira (MUNHOZ et al., 2004).

A mandioca é uma espécie alógama, e por essa razão, espera-se que as plantas sejam heterozigóticas na maioria dos locos. Dessa forma, acredita-se que muitos alelos recessivos responsáveis por características importantes em mandioca estejam em heterozigose, e portanto, sem expressão fenotípica. O amido ceroso, por exemplo, é uma característica controlada por um alelo recessivo (wx), o qual foi exposto à homozigose ($wxwx$) por meio de uma autofecundação, realizada no Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT (CEBALLOS et al., 2007).

O tamanho dos grânulos de amido é outra característica que influencia suas propriedades físico-químicas, bem como os processos do refinamento (LINDEBOOM et al., 2004). Ceballos et al. (2008) relatam a obtenção de plantas com grânulos pequenos de amido, as quais foram provenientes de irradiação com raios gama, seguida de autofecundação. O objetivo desse trabalho foi testar se a autofecundação pode alterar o tamanho e formato dos grânulos de amido de mandioca.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura. As plantas avaliadas foram provenientes da autofecundação de três clones, BRS Formosa, Mani Branca e Fécula Branca.

As sementes obtidas da autofecundação desses três clones foram germinadas em sementeira, sendo as plantas S₁ resultantes transplantadas para o campo aos 30 dias após a semeadura.

Aos 12 meses após a semeadura, as plantas foram colhidas individualmente, e as raízes de cada planta levadas ao laboratório, para avaliação do amido. No laboratório, as raízes foram inicialmente lavadas, descascadas e trituradas, sendo a amostra filtrada em tecido “voil”. Em um bequer com 1,8 mL de solução de iodo a 2% adicionou-se 0,2 mL da solução filtrada. Essa solução de cada amostra com o iodo foi colocada em câmara de Neubauer e observada num microscópio óptico acoplado a uma máquina fotográfica. Cada amostra foi fotografada 10 vezes, e posteriormente as fotos foram analisadas com o auxílio do software ASSESS (LAMARI, 2002).

As variáveis medidas foram o número de grânulos, o perímetro (µm), a área (µm²) e a circularidade (medida adimensional) dos grânulos de amido, obtida por meio da equação:

$$\text{circularidade} = \frac{\text{perímetro}^2}{4 \times \text{área}} \quad (\text{LAMARI, 2002}),$$

sendo o grânulo mais arredondado quanto mais próximo de 1,0 for esse valor.

Resultados e Discussão

Foram avaliados grânulos de amido de 16 plantas provenientes da autofecundação da BRS Formosa, nove da Mani Branca e cinco da Fécula Branca. Na Tabela 1 são apresentados os dados da área dos grânulos (µm²) e da circularidade, nos três clones citados e em suas progênes S₁.

Tabela 1. Dados da área (µm²) e circularidade de grânulos de amido de três clones de mandioca e suas progênes S₁.

Clone/progênie	Área (µm ²)	Circularidade	Número de grânulos
	amplitude	amplitude	
BRS Formosa	1,09-356,26	0,31-1,35	183
Progênie S ₁ (média de 16 plantas)	1,08-362,99	0,34-1,36	7601
Progênie S ₁ (amplitude)	0,83-540,24	0,19-1,62	-
Fécula Branca	1,06-391,67	0,14-1,07	843
Progênie S ₁ (média de 5 plantas)	1,21-272,67	0,55-1,65	2404
Progênie S ₁ (amplitude)	0,61-324,3	0,41-2,04	-
Mani Branca	0,86-409,77	0,20-1,44	957
Progênie S ₁ (média de 9 plantas)	0,87-409,79	0,37-1,67	5014
Progênie S ₁ (amplitude)	0,61-524,38	0,28-2,24	-

Observa-se nessa Tabela que, quanto à área dos grânulos, as médias das progênes S₁ dos clones Formosa e Mani Branca apresentam amplitudes de variação bastante semelhantes à dos respectivos parentais, o que sugere que a autofecundação não resultou em nenhuma mudança na área dos grânulos de amido, no

caso desses dois clones. Entretanto, quando se considera a amplitude, isto é, os valores mínimos e máximos observados, vê-se que, nos três casos, a amplitude de variação dos indivíduos S₁ foi maior que a do clone parental. Tomando como exemplo a BRS Formosa, a sua amplitude de variação quanto ao tamanho dos grânulos de amido foi de 1,09 a 356,26 μm², e na média das 16 plantas resultantes da sua autofecundação (S₁), a amplitude foi de 1,08 a 362,99 μm², isto é, valores bastante próximos. Entretanto, quando se consideram o menor e o maior valores observados nesses 16 indivíduos, independentemente de eles pertencerem ou não a uma mesma planta, a variação (0,83 a 540,24 μm²) é maior que nos outros dois casos.

A mesma tendência ocorre quando se observa a circularidade, isto é, a amplitude de valores da BRS Formosa e da Mani Branca são bastante próximas à média das respectivas progênes S₁, enquanto a diferença entre o maior e o menor valor, dessas duas progênes e da progênie da Fécula Branca, é maior.

Assim, para investigar um pouco mais se a autofecundação pode ou não provocar mudanças no tamanho e forma dos grânulos de amido de mandioca, os grânulos foram agrupados em classes, quanto ao tamanho e à circularidade.

Em relação à área, os grânulos foram subdivididos nas classes de 0-50, 50-100 e >100 μm², e quanto à circularidade, as classes foram as seguintes: 0-0,90, 0,90-1,10 e >1,10. Os dados são apresentados na Tabela 2. Vê-se que houve um aumento da frequência de grânulos maiores, nas progênes S₁ da BRS Formosa e da Mani Branca. No caso da BRS Formosa, 63% dos grânulos apresentaram áreas entre 0 e 50 μm², enquanto na progênie S₁ correspondente, apenas 43% dos grânulos tiveram áreas nessa faixa. Essa diminuição, nas plantas S₁, do percentual de grânulos menores correspondeu a um aumento do percentual nas duas outras classes; 26% dos grânulos das plantas S₁ da BRS Formosa enquadraram-se na classe de 50 a 100 μm², enquanto no parental esse percentual foi de 19%. Na classe acima de 100 μm², esses percentuais foram de 31 e 18%, respectivamente.

No caso da Mani Branca, o percentual de grânulos na classe de 50 a 100 μm² foi exatamente o mesmo (20%) no clone parental (Mani Branca) e na média das nove plantas S₁. Por essa razão, a diminuição de 12% (63% na Mani Branca contra 51% nas plantas S₁) no percentual de grânulos com área de 0 a 50 μm² correspondeu a um aumento igual (12%) de grânulos com tamanhos acima de 100 μm², nas plantas S₁.

Tabela 2. Distribuição percentual dos grânulos de amido de três clones de mandioca e suas progênes S₁ em classes quanto à área e circularidade.

	Área (μm ²)			Circularidade		
	0-50	50-100	> 100	0-0,90	0,90-1,10	>1,10
BRS Formosa	63	19	18	21	74	5
Média dos S ₁	43	26	31	19	64	17
Fécula Branca	30	23	47	71	29	0
Média dos S ₁	48	26	26	9	58	33
Mani Branca	63	20	17	33	59	7
Média dos S ₁	51	20	29	14	66	20

Na Fécula Branca, observa-se que a autofecundação provocou, sobre a área dos grânulos, um efeito oposto ao observado na BRS Formosa e Mani Branca, isto é, observou-se aumento da frequência de grânulos menores, nas plantas provenientes de autofecundação. Enquanto na Fécula Branca, o percentual de grânulos com áreas acima de 100 μm^2 foi de 47%, na progênie S_1 foi de 26%. Nas outras duas classes, as plantas S_1 apresentaram maiores percentuais de grânulos que o clone parental (26% contra 23% na classe de 50 a 100 μm^2 , e 48% contra 30% na classe de 0 a 50 μm^2). Ceballos et al. (2008) obtiveram grânulos de amido menores em plantas de mandioca submetidas à autofecundação e irradiação.

Com relação à circularidade, as plantas resultantes da autofecundação dos três clones avaliados apresentaram, em relação a seus parentais, menor percentual de grânulos na classe de 0 a 0,90, sendo essa diferença muito grande no caso da Fécula Branca (71%) em relação aos seus descendentes S_1 (9%). No caso da BRS Formosa, essa diminuição ocorreu também na classe de 0,90 a 1,10, enquanto para os outros dois clones, as plantas S_1 apresentaram aumento do percentual de grânulos nas classes de 0,90 a 1,10 e $>1,10$.

Conclusões

A autofecundação resulta em alteração no tamanho (área) e formato (circularidade) dos grânulos de amido de mandioca.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia-FAPESB pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

Referências

CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. da S. Importância, potencialidades e perspectivas do cultivo da mandioca na América Latina. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 29-47. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 2).

CEBALLOS, H.; SÁNCHEZ, T.; MORANTE, N. et al. Discovery of an Amylose-free Starch Mutant in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 7469-7476, 2007.

CEBALLOS, H.; SÁNCHEZ, T.; DENYIER, K. et al. Induction and Identification of a Small-Granule, High-Amylose Mutant in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 7215-7222, 2008.

LAMARI, L. **ASSESS**: image analysis software for plant disease quantification. St. Paul, Minnesota: APS Press, 2002. 119p.

LINDEBOOM, N.; CHANG, P.R.; TYLER, R.T. Analytical, Biochemical and Physicochemical Aspects of Starch Granule Size, with Emphasis on Small Granule Starches: A Review. **Starch/Stärke**, v. 56, p. 89-99, 2004.

MUNHOZ, M.P.; WEBER, F.H.; CHANG, Y.K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 403-406. 2004.