



ESTABILIDADE GENÉTICA DA TOLERÂNCIA À DETERIORAÇÃO FISIOLÓGICA PÓS-COLHEITA EM RAÍZES DE MANDIOCA

Marcela Tonini Venturini¹, Leandro Ribeiro dos Santos², Carlos Ivan Aguilar Vildoso³, Vanderlei da Silva Santos⁴, Eder Jorge de Oliveira⁵

¹Estudante de doutorado da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Av. Ruy Barbosa, 144, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. cosalin2@yahoo.com.br; ²l.ribeiro@hotmail.com; ³vildoso@hotmail.com; ⁴vanderlei.silva-santos@embrapa.br e ⁵eder.oliveira@embrapa.br

Temática: Melhoramento genético e biotecnologia

Resumo

O objetivo deste estudo foi identificar fontes de tolerância à deterioração fisiológica pós-colheita (DFPC) da raiz da mandioca com maior estabilidade genética nos diferentes anos de avaliação. Foram utilizadas raízes de mandioca de 418 genótipos para avaliação DFPC em quatro ensaios. Cinco raízes de cada genótipo foram avaliadas nas porções proximal, mediana e distal da raiz aos 0, 2, 5 e 10 dias após a colheita. Os valores genéticos preditos ($\mu+g$), bem como a estabilidade (Si), adaptabilidade (Ai) e estabilidade + adaptabilidade (Zi) foram avaliados por meio da média harmônica do valor genotípico, desempenho relativo dos valores genotípicos e média harmônica do desempenho relativo do valor genotípico, respectivamente, utilizando a metodologia de modelos mistos. Aproximadamente 53% dos 15 melhores acessos com base em $\mu+g$ foram coincidentes com os métodos Si, Ai e Zi. Porém, elevado grau de concordância foi observado para o método Zi em relação à Si e Ai. A contribuição média dos 15 melhores acessos selecionados para Zi, para a severidade da DFPC, foi de 0,14 vezes a média geral do ensaio. Em função da significativa redução na DFPC, estes acessos podem ser utilizados para o desenvolvimento de cultivares tolerantes para o controle efetivo deste estresse.

Palavras Chave: Análise REML/BLUP, *Manihot esculenta* Crantz, DFPC.

Introdução

Um dos problemas relacionados ao sistema de produção da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) está relacionado à deterioração fisiológica pós-colheita (DFPC). A DFPC está relacionada a alterações fisiológicas e/ou bioquímicas nas raízes da mandioca, geralmente não relacionados ao ataque de micro-organismos, fazendo com que as raízes de mandioca se tornem implantáveis e não comercializáveis após 24 a 48 horas dependendo da variedade (REILLY et al., 2007), restringindo consideravelmente o tempo de processamento das raízes.

A tolerância varietal deve ser um componente importante no controle da DFPC. A seleção de genótipos mais tolerantes à DFPC pode permitir uma maior competitividade da cultura tanto para o consumo *in natura* como para a indústria, pelo maior tempo de conservação das raízes após a colheita. Variações no comportamento de variedades quanto à tolerância à DFPC têm sido relatadas na literatura (SALCEDO et al., 2010). Contudo, estudos desta natureza são limitados no germoplasma brasileiro de mandioca. Assim, este presente trabalho teve como objetivo identificar fontes de tolerância à DFPC com maior estabilidade genética nos diferentes anos de avaliação do germoplasma.

Material e Métodos

Os experimentos foram instalados no Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no município de Cruz das Almas (Bahia). Foram utilizadas raízes de 418 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca (BAG-Mandioca), colhidas aos 10-12 meses após plantio. As avaliações ocorreram nos anos agrícolas de 2011 e 2012 (primeiro e segundo semestres de 2011 e 2012). Estas quatro épocas de avaliação foram consideradas ambientes independentes para as análises. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições e cinco raízes por repetição.



Foram realizados três cortes transversais ao longo da raiz à partir da extremidade proximal para a realização das avaliações visuais da DFPC aos 0, 2, 5 e 10 dias após a colheita. A severidade da DFPC foi avaliada de acordo com as escalas diagramáticas propostas por Wheatley & Schowabe (1985) e Venturini et al. (2015), com variação de 0% a 100%. Os valores médios da DFPC para cada raiz foram calculados pela média dos escores dos três cortes transversais e em seguida utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da DFPC (AACP-DFPC).

A seleção conjunta da severidade, estabilidade e adaptabilidade do germoplasma de mandioca para resistência à DFPC foi realizada com base na média harmônica da performance relativa dos valores genéticos (Z_i) preditos, conforme descrito por Resende (2004). Todas as análises foram realizadas por meio do software Selegen-Reml/Blup (RESENDE, 2002).

Resultados e Discussão

Os resultados sobre a estabilidade (S_i), adaptabilidade (A_i), e estabilidade e adaptabilidade simultaneamente (Z_i) para severidade da DFPC dos 15 melhores acessos de germoplasma de mandioca são apresentados na Tabela 1. Verifica-se que sete acessos de mandioca com maior tolerância à DFPC com base nos critérios S_i , A_i e Z_i não coincidiram com os 15 melhores acessos com base na menor severidade dos valores genéticos preditos ($\mu+g$) livres da interação genótipo (G) x ambiente (A) (Tabela 1). A coincidência entre todos os critérios foi de 53,33% (acessos BGM0623, BGM0624, BGM0626, BGM0878, BGM1190, BGM1209, BGM1342 e BGM1370).

Tabela 1. Valores genéticos preditos ($\mu+g$), estabilidade (S_i), adaptabilidade (A_i), estabilidade e adaptabilidade simultânea de valores genéticos (Z_i) dos 15 acessos de mandioca com maior tolerância à deterioração fisiológica pós-colheita.

Acesso	$\mu+g$	Acesso	S_i	Acesso	A_i	$A_i * \bar{X}$	Acesso	Z_i	$Z_i * \bar{X}$
BGM1209	633,0	BGM1342	60,0	BGM1342	0,0	67,0	BGM1342	0,04	67,0
BGM0624	658,8	BGM0878	118,0	BGM0878	0,1	131,6	BGM0878	0,08	131,6
BGM1190	806,5	BGM0623	137,5	BGM0623	0,1	153,4	BGM0623	0,10	153,4
BGM0930	909,3	BGM1124	159,9	BGM1209	0,1	202,0	BGM0624	0,11	182,8
BGM1370	946,4	BGM1067	188,0	BGM1124	0,1	209,6	BGM1190	0,12	188,6
BGM0928	977,4	BGM1567	211,0	BGM1567	0,2	235,5	BGM1209	0,12	196,7
BGM1179	985,6	BGM0624	214,1	BGM1024	0,2	239,2	BGM1124	0,13	209,6
BGM0626	989,9	BGM1024	214,4	BGM0624	0,2	239,3	BGM1567	0,15	235,5
BGM0356	1013,3	BGM1370	217,1	BGM1067	0,2	246,5	BGM1024	0,15	239,2
BGM1342	1026,0	BGM1190	220,9	BGM1370	0,2	263,2	BGM1067	0,15	246,5
BGM0367	1045,3	BGM0626	226,9	BGM1508	0,2	291,9	BGM1370	0,16	263,2
BGM0878	1050,4	BGM1209	230,2	BGM0626	0,2	340,4	BGM0626	0,18	284,2
BGM1371	1057,1	BGM1508	261,6	BGM0745	0,3	445,7	BGM1508	0,18	291,9
BGM0623	1058,6	BGM1524	276,8	BGM1190	0,3	452,7	BGM1524	0,20	314,1
BGM0497	1064,8	BGM0540	320,9	BGM1607	0,3	460,2	BGM0540	0,23	366,1

\bar{X} : média geral dos ensaios

Houveram algumas pequenas alterações no ordenamento dos valores genéticos dos acessos pelos três métodos aplicados (S_i , A_i e Z_i), que não afetaram a correlação positiva do comportamento genotípico ao longo dos ensaios de avaliação. Desta forma, os métodos S_i , A_i e Z_i apresentaram certo grau de concordância no ordenamento dos materiais (Tabela 1).

A coincidência entre os pares de critérios foi de 53,33% para $\mu+g$ x (S_i , A_i e Z_i); 86,67% para Z_i x (S_i e A_i) e 93,33% para S_i x Z_i . Portanto, considerando que o critério Z_i apresentou boa coincidência entre os acessos selecionados para tolerância à DFPC, predições seguras sobre valores genéticos podem ser feitas com base neste único critério de seleção, que contempla atributos de estabilidade e adaptabilidade simultaneamente.

Com o objetivo de selecionar os genótipos com maior tolerância à DFPC fisiológica e ao mesmo tempo maior estabilidade e adaptabilidade da tolerância, deve-se selecionar genótipos cuja estimativa da Z_i seja menor do que 1 (contrariamente ao que se deseja quando o objetivo é aumentar o valor do caráter, a exemplo da produtividade de raízes). Os valores Z_i indicam a superioridade média



do genótipo em relação à média do ambiente de avaliação. Assim, o acesso BGM1342 respondeu em média 0,04 vezes a média dos ensaios utilizados na avaliação da tolerância à DFPC. Para os 15 acessos selecionados com base no Zi estimou-se uma contribuição de 0,14 vezes a média geral do ensaio.

A média da AACP-DFPC dos 15 melhores acessos com base no critério Zi (224,69) foi quase 7 vezes inferiores à média geral dos quatro experimentos (1552,29). Isso certamente traduz-se em uma drástica redução na DFPC, principalmente considerando que os valores Zi são computados já penalizando os genótipos pela instabilidade dos ensaios e ao mesmo tempo capitalizando a capacidade de resposta (adaptabilidade) à melhoria do ambiente (entendido aqui como ensaios com menor expressão da DFPC).

Conclusão

Os acessos BGM0540, BGM0623, BGM0624, BGM0626, BGM0878, BGM1024, BGM1067, BGM1124, BGM1190, BGM1209, BGM1342, BGM1370, BGM1508, BGM1524 e BGM1567 foram os germoplasmas de mandioca que agregaram menor severidade da DFPC, associada à maior previsibilidade quanto à severidade da DFPC.

Agradecimentos

Agradecimento à CAPES, Fapesb e CNPq pela concessão à bolsa e auxílio financeiro para a pesquisa.

Bibliografia

- REILLY, K.; BERNAL, D.; CORTÉS, D.F.; GÓMEZ-VÁSQUEZ, R.; TOHME, J.; BEECHING, J.R. Towards identifying the full set of genes expressed during cassava post-harvest physiological deterioration. **Plant Molecular Biology**, v.64, p.187-203, 2007.
- RESENDE, M.D.V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 65p. (Embrapa Florestas - Documentos, 100).
- RESENDE, M.D.V. **Software Selegen-Reml/Blup**. Colombo: Embrapa Florestas, Colombo, 2002, 67p. (Embrapa Florestas. Documentos, 77).
- SALCEDO, A.; DEL VALLE, A.; SANCHEZ, B.; OCASIO, V.; ORTIZ, A.; MARQUEZ, P.; SIRITUNGA, D. Comparative evaluation of physiological post-harvest root deterioration of 25 cassava (*Manihot esculenta*) accessions: visual vs. hydroxycoumarins fluorescent accumulation analysis. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, v. 22, p. 3138-3144. 2010.
- VENTURINI, M.V.; SANTOS, V.S.; OLIVEIRA, E.J. Procedures for evaluating the tolerance of cassava genotypes to postharvest physiological deterioration. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n. 7, p. 562-570, 2015.
- WHEATHEY, C.C.; SCHOWABE, W.W. Scopoletin involvent in post-harvest deterioration of cassava root. **Journal of Experimental Botany**, v. 36, n. 5 p. 783-791, 1985.