



TOLERÂNCIA À DETERIORAÇÃO FISIOLÓGICA PÓS-COLHEITA EM RAÍZES DE MANDIOCA DE MESA NO ESPÍRITO SANTO

Pietra de Souza Rodrigues, Marcela Tonini Venturini, Thyanne Rangel Ferreira, Kayo Cesar Corrêa Lima, Lucas Calazans Santos, Lúcio de Oliveira Arantes, Sara Dousseau Arantes

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, Centro Regional de Desenvolvimento Rural - Centro Norte. Rodovia Governador Mário Covas, km 151 N - 29915140 - Linhares - ES, Brasil.

pietra_sr@hotmail.com, cosalin2@yahoo.com.br, thyanne_rangel@hotmail.com, correakayocesar@outlook.com, lucas.santos@incaper.es.gov.br, lucio.arantes@incaper.es.gov.br, sara.arantes@incaper.es.gov.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar variedades tolerantes à deterioração fisiológica pós-colheita (DFPC) em raízes de mandioca de mesa no município de Sooretama, ES. Raízes de 12 variedades de mandioca foram avaliadas aos 0, 2, 5 e 10 dias após a colheita nas partes proximal, mediana e distal das raízes. O experimento foi realizado em blocos casualizados, com três repetições e três raízes por parcela. A severidade da DFPC foi avaliada de acordo com as escalas diagramáticas de distribuição periférica e total com variação de 0% a 100%, e calculada a área abaixo da curva de progresso da deterioração (AACPD). Para as 12 variedades de mandioca de mesa avaliadas, os valores de AACPD resultaram em uma variação de 56,19 a 546,20 de deterioração fisiológica. A variedade Alegria obteve menor tolerância à DFPC, contrastando com a variedade Cacau que resultou em um menor valor de AACPD, apresentando maior tolerância à DFPC.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz., tempo de prateleira, variedades

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é conhecida pela sua rusticidade, tendo sido plantada em condições edafoclimáticas adversas, em áreas marginais e em solos de baixa fertilidade (SOUZA et al., 2006). Apesar desta rusticidade, a mandioca pode ser severamente afetada por estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos (déficit hídrico, danos mecânicos) responsáveis por alterar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, resultando em perdas econômicas consideráveis.

Dentre os danos abióticos, o dano mecânico, ocorrido principalmente durante a colheita (HAN et al., 2001) causa perdas de produção, afetando a palatabilidade e reduzindo o valor comercial das raízes para consumo *in natura* e para beneficiamento na indústria, devido a ocorrência de um processo complexo, que inviabiliza a comercialização das raízes, chamada de deterioração fisiológica pós-colheita (DFPC), que torna as raízes impalatáveis e sem valor comercial (HAN et al., 2001; REILLY et al., 2003, 2007), o que implica que o consumo das raízes deve ser realizado imediatamente após a colheita (VAN OIRSCHOT et al., 2000).

A DFPC começa nas primeiras 24-48 h após a colheita, sendo afetada por fatores ambientais, como temperatura (20-30°C), umidade relativa do ar (65-80%) e taxas de respiração da raiz, sendo que o manuseio e as condições de armazenamento das raízes influenciam na velocidade e magnitude dos sintomas (SILVA et al., 2003).

A ampla variabilidade genética presente no germoplasma da mandioca no Brasil permite sua utilização para o desenvolvimento de cultivares produtivas e tolerantes à DFPC. A tolerância varia em função do genótipo (SALCEDO et al., 2010; MORANTE et al., 2010), assim, o uso de cultivares melhoradas é um dos principais componentes tecnológicos do sistema produtivo da cultura.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar variedades de mandioca de mesa tolerantes à DFPC cultivadas no Norte do Espírito Santo.



Metodologia

O experimento foi conduzido no campo experimental do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), localizado no município de Sooretama, Norte do estado do Espírito Santo, Brasil.

A avaliação da severidade da DFPC foi realizada nas raízes das seguintes variedades de mandioca de mesa: Cacau, Escadara Jegue, Fritinho, Amarelinha, Pão do Chile, Cachoeiro, Orelha D'anta, Unha, Caravela, Branquinha, Lisão e Alegria.

As raízes das 12 variedades avaliadas foram colhidas 11 meses após o plantio e armazenadas em prateleiras com circulação de ar livre. As avaliações visuais dos sintomas de DFPC foram realizadas em três raízes aos 0, 2, 5 e 10 dias após a colheita em três repetições. Cortes transversais de 1,0 cm foram feitos nas posições proximal, mediana e distal das raízes.

O plantio do experimento foi realizado em Abril/2016, quando foram observadas as seguintes condições ambientais: temperatura média de 26,6°C; umidade relativa do ar de 70±3% e precipitação de 4,5 mm. A colheita do experimento foi realizada em Março/2017, sob temperatura média de 26,3°C, umidade relativa do ar de 69±3% e precipitação de 2,4 mm. Destaque para os meses de Fevereiro e Abril de 2017, que obtiveram precipitação de 49,0 mm e 79,2 mm, respectivamente.

A severidade da DFPC foi avaliada de acordo com as escalas diagramáticas propostas por Wheatley e 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 deterioração (AACPD).

O delineamento do experimento foi em blocos casualizados, trabalhando com 12 variedades de mandioca mansa, com três repetições e avaliação de três raízes por parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar® (Ferreira, 2000).

Resultados

A deterioração fisiológica pós-colheita (DFPC) foi significativamente influenciada a 5% de probabilidade entre as variedades, não havendo diferença significativa entre blocos. O coeficiente de variação (CV) foi mais alto para variedades (54,08) quando comparado à variação Blocos (38,48) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a avaliação da deterioração fisiológica pós-colheita (DFPC) em 12 variedades de mandioca de mesa.

Fonte de variação	GL	QM
		DFPC
Blocos	2	7973,0904 ^{ns}
Variedades	11	202854,1385 ^{**}
CV 1(%)		38,48
CV 2 (%)		54,08
Média geral		247,74

*, ** significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ^{ns}: não significativo

Observa-se na Tabela 2, valores de AACPD, que relaciona as variedades testadas em nível de severidade da DFPC.

Podem ser observados valores de AACPD para as 12 variedades de mandioca de mesa avaliadas com variação de severidade de 56,19 a 546,20. Das 12 variedades avaliadas, oito variedades (Pão do Chile, Cachoeiro, Orelha D'anta, Unha, Caravela, Branquinha, Lisão e Alegria) obtiveram valores de AACPD acima da média geral (247,74).

O grau de tolerância à DFPC ficou de acordo com a seguinte sequência de genótipos: Cacau, Escadara Jegue, Fritinho, Amarelinha, Pão do Chile, Cachoeiro, Orelha D'anta, Unha, Caravela, Branquinha, Lisão e Alegria (Tabela 2).



As variedades Cacau e Escadere Jegue apresentaram alta tolerância a DFPC, que correspondem a polpa da raiz de cor creme, o que corrobora com pesquisas realizadas, indicando que materiais de mandioca com alto teor de carotenóides, possuem maior tolerância à DFPC.

Tabela 2. Valores da área abaixo da curva do progresso da deterioração (AACPD- DFPC) em raízes de mandioca de mesa de acordo com as escalas de notas da distribuição periférica dos sintomas (WHEATLEY et al., 1985) e não-periférica dos sintomas (VENTURINI et al., 2015).

Variedades	DFPC	Variedades	DFPC
Cacau	56,19 A	Orelha D'anta	287,32 BCD
Escadere Jegue	109,68 A	Unha	322,15 CD
Fritinho	116,75 A	Caravela	333,88 D
Amarelinha	119,31 A	Branquinha	374,55 D
Pão do Chile	152,52 AB	Lisão	395,57 DE
Cachoeiro	158,71 ABC	Alegria	546,20 E

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si em nível de 5% pelo teste de Tukey.

Considerando valores de AACPD, as variedades Cacau, Escadere Jegue, Fritinho, Amarelinha, Pão do Chile e Cachoeiro não diferiram estatisticamente a 5% de probabilidade, ficando todos abaixo da média geral (247,74). A variedade Alegria (546,20) foi quem obteve menor tolerância à DFPC não diferindo estatisticamente da variedade Lisão (395,57) (Tabela 2).

Tanto no plantio, quanto na época de colheita, o valor de precipitação foi muito baixo, de 4,5 mm e 2,4 mm respectivamente. A umidade relativa do ar foi de 69%, sendo a mais baixa do período desde a colheita ao plantio, sendo a temperatura (26,3°C) uma das mais altas do período do experimento a campo.

Discussão

O coeficiente de variação dos genótipos foi elevado (54,08%), indicando a existência de variabilidade genética possível de seleção para tolerância à DFPC, observando uma variação da severidade de 56,19 a 546,20. Valores acima de 10% já indicam haver presença de variabilidade genética com possibilidade de seleção (BASTOS et al., 2007).

Alguns autores defendem que a cor da polpa da raiz da mandioca está relacionada com a tolerância ou não à DFPC. Com isso, as variedades de maior tolerância como (Cacau (creme) e Escadere Jegue (creme) encontram-se de acordo com Sánchez et al. (2006), que relataram uma maior tolerância a DFPC em genótipos com altos teores de carotenóides. Em seu conjunto, estes resultados mostram que a DFPC não só é dependente das condições ambientais, mas também de fundo genético, que é uma informação de extrema importância para programas de melhoramento e para os produtores de mandioca.

De acordo com Wheatley et al. (1985), algumas condições ambientais, tais como temperatura e umidade relativa do ar influenciam na expressão da DFPC, principalmente quando há danos mecânicos. Este é um dos principais entraves para a cultura da mandioca, pois o ferimento mecânico é prejudicial e dificilmente é impedido durante a colheita (HUANG et al., 2001), acentuando a dificuldade na colheita, pois o solo estava seco, com precipitação muito baixa (2,4 mm). De acordo com a Huang et al. (2001), os sintomas típicos da DFPC ocorrem mais rapidamente quando a cultura é colhida e armazenada em baixa umidade do ar, o que coincide com os resultados encontrados nesse experimento.

Conclusão

Para as 12 variedades de mandioca de mesa avaliadas, os valores de AACPD resultaram em uma variação de 56,19 a 546,20 de deterioração fisiológica. A variedade Alegria obteve menor tolerância à DFPC, com valor de AACPD de 546,20, contrastando com a variedade Cacau que resultou em um



menor valor de AACPD (56,12), apresentando maior tolerância à DFPC e podendo ser indicada para estudo em programa de melhoramento.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão à bolsa e auxílio financeiro para a pesquisa e ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) pela estrutura física para desenvolvimento das atividades do projeto proposto.

Referências

BASTOS, I. T.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; PERTERNELLI, L. A.; SILVEIRA, L. C. I.; DONDA, L. R.; FORTUNATO, A. A.; COSTA, P. M. A.; FIGUEIREDO, I. C. R. Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 195-203, 2007.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In... REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000. **Anais...** São Carlos, SP: SIB, p. 255-258, 2000.

HAN, Y.; GOMEZ-VASQUEZ, R.; REILLY, K.; LI, H.; TOHME, J.; COOPER, R.M.; BEECHING, J.R. Hydroxyproline-rich glycoproteins expressed during stress responses in cassava. **Euphytica**, v.120, p.59-70, 2001.

HUANG, J.; BACHEM, C.; JACOBSEN, E.; VISSER, R.G.F. Molecular analysis of differentially expressed genes during postharvest deterioration in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) tuberous roots. **Euphytica**, v.120, p.85-93, 2001.

MORANTE, N.; SANCHEZ, T.; CEBALLOS, H.; CALLE, F.; PEREZ, J.C.; EGESI, C.; CUAMBE, C.E.; ESCOBAR, A.F.; ORTIZ, D.; CHAVEZ, A.L.; FREGENE, M. Tolerance to postharvest physiological deterioration on in cassava roots. **Crop Science**, v.50, p.1333-1338, 2010.

REILLY, K.; BERNAL, D.F.; GOMEZ-VASQUEZ, 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.

REILLY, K.; GOMEZ-VASQUEZ, R.; BUSCHMAN, H.; TOHME, J.; BEECHING, J.R. Oxidative stress responses during cassava post-harvest physiological deterioration. **Plant Molecular Biology**, v.53, p.669-685, 2003.

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, p. 3138-3144. 2010.

SÁNCHEZ, T.; CHÁVEZ, A.L.; CEBALLOS, H.; RODRIGUES-AMAYA, D.B.; NESTEL, P.; ISHITANI, M. Reduction or delay of post-harvest physiological deterioration in cassava roots with higher carotenoid content. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.634-639, 2006.

SILVA, V.V.; SOARES, N.F.F.; GERALDINE, R.M. Efeito da embalagem e temperatura de estocagem na conservação da mandioca minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 197-202, 2003.



SOUZA, L.S.da; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P. de; FUKUDA, W.M.G. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas – Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006, p. 817.

VAN OIRSCHOT, Q.E.A.; O'BRIEN, G.M.; DUFOUR, D.; EL-SHARKOWY, M.A.; MESA, E. The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and quality characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.1866-1873, 2000.

VENTURINI, M.T.; SANTOS, L.R.dos; OLIVEIRA, E.J.de. Development of a diagrammatic scale for the evaluation of postharvest physiological deterioration in cassava roots. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p. 562-570, 2015.

WHEATHEY, C.C.; SCHOWABE, W.W. Scopoletin involvement in post-harvest deterioration of cassava root. **Journal of Experimental Botany**, v.36, p.783-791, 1985.