

Mota, J.V.R., Venturini, M.T., Pereira, M.E.C., Oliveira, E.J., Silva, M.L.C. 2015. Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica pós-colheita em raízes de mandioca. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

1 **Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica**
2 **pós-colheita em raízes de mandioca. Josuel V. R. Mota¹; Marcela T.**
3 **Venturini²; Marcio E. C. Pereira²; Eder J. de Oliveira²; Marília L. C. Silva³**

4
5 ¹UFRB – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Rua Rui Barbosa 710, 44380-000 – Cruz das
6 Almas – BA.; ²Embrapa Mandioca e Fruticultura – Rua Embrapa s/n, 44380-000 – Cruz das Almas – BA;
7 ³UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana – Av. Transnordestina s/n, 44036-900 – Feira de
8 Santana - BA. josuelvictor@hotmail.com, cosalin2@yahoo.com.br, marcio.pereira@embrapa.br,
9 eder.oliveira@embrapa.br, lilaengal@yahoo.com.br

10
11 **RESUMO**

12 A comercialização da mandioca é limitada por causa da deterioração fisiológica
13 pós-colheita (DFPC) que se manifesta nas raízes dentro de 24 a 48 horas causando
14 perdas de qualidade e valor comercial. O presente trabalho objetivou avaliar a
15 correlação entre a atividade da peroxidase e a severidade da deterioração fisiológica em
16 raízes de mandioca tolerantes e susceptíveis à DFPC ao longo do armazenamento.
17 Raízes de mandioca provenientes de duas áreas experimentais (COOPAMIDO e UFRB)
18 foram avaliadas no dia da colheita e aos 02, 05 e 10 dias após, em cinco
19 repetições/genótipo/dia. A DFPC foi avaliada visualmente conforme a severidade (%)
20 dos sintomas distribuídos na fatia das raízes em três cortes transversais (proximal,
21 mediano e distal) ao longo da raiz inteira. As notas da DFPC foram transformadas em
22 valores da área abaixo da curva de progresso da deterioração (AACPD). A análise da
23 AACPD gerou quatro grupos, dos quais foram selecionados nove genótipos para
24 extração e determinação da atividade da enzima peroxidase nos mesmos dias de
25 avaliação visual da DFPC. Houve aumento da atividade da peroxidase ao longo do
26 período de armazenamento, apresentando alta correlação positiva (> 80%) com a
27 severidade dos sintomas de DFPC. Os resultados deste estudo sugerem que a peroxidase
28 esteja envolvida no processo de deterioração fisiológica pós-colheita das raízes de
29 mandioca dos genótipos avaliados, sendo um potencial indicador a ser utilizado no
30 melhoramento da cultura para a identificação e geração de genótipos mais tolerantes à
31 DFPC.

32 **PALAVRAS-CHAVE:** *Manihot esculenta* Crantz; enzima oxidativa; estresse
33 fisiológico; melhoramento vegetal

34 **ABSTRACT**

35 **Correlation between peroxidase and postharvest physiological**
36 **deterioration severity in cassava roots.**

Mota, J.V.R., Venturini, M.T., Pereira, M.E.C., Oliveira, E.J., Silva, M.L.C. 2015. Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica pós-colheita em raízes de mandioca. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

37 Cassava commercialization is limited by postharvest physiological deterioration
38 (DFPC) which is visible within 24 to 48 hours after harvest, causing quality losses,
39 turning roots unedible and without commercial value. The present study aimed to
40 evaluate the correlation between peroxidase activity and the DFPC severity in cassava
41 roots from genotypes tolerant or susceptible to DFPC. Cassava roots from two
42 experimental areas (COOPAMIDO and UFRB) were assessed at the day of harvest and
43 at 02, 05 and 10 days after harvest, with five replicates/genotype/day. The DFPC was
44 visually evaluated according to the severity (%) of symptoms noticed in root pulp
45 perimeter and area in three cross-sections (proximal, medium and distal) along the
46 entire root. DFPC % was then transformed in values of area under the deterioration
47 progress curve (AACPD). AACPD analysis generated four groups from which nine
48 genotypes were selected for extraction and determination of peroxidase activity in the
49 same days of DFPC evaluation. There was an increase in peroxidase activity during
50 storage with high positive correlation (> 80%). The results of this study suggests that
51 peroxidase could be involved in the postharvest physiological deterioration process of
52 cassava roots from the assessed genotypes, being a potential indicator to be used in
53 cassava breeding for identification and generation of genotypes more tolerant to
54 DFPCpostharvest physiological deterioration process of cassava roots of
55 the genotypes evaluated,being a potential indicator to be used in the improvement of culture for the
56 identification and generation of more tolerant genotypes to DFPC..

57 **Keywords:** *Manihot esculenta* Crantz; oxidative enzyme; physiological stress; plant
58 breeding.

59
60

61 **INTRODUÇÃO**

62 Uma grave restrição à comercialização *in natura* de mandioca é o curto prazo de
63 utilização de suas raízes devido à vulnerabilidade a diversos estresses de natureza
64 abiótica, como danos mecânicos causados na colheita, transporte e armazenagem que
65 favorecem o aparecimento da deterioração fisiológica pós-colheita (DFPC). A DFPC se
66 caracteriza pelo acúmulo inicial das hidroxycoumarinas, gerando compostos coloridos,
67 azulados, evoluindo para marrons e preto, levando ao escurecimento dos feixes
68 vasculares da raiz (BUSCHMANN et al., 2000). A DFPC torna rapidamente as raízes
69 sem valor comercial (REILLY et al., 2007), o que implica que o consumo das raízes
70 deve ser realizado imediatamente após a colheita (VAN OIRSCHOT et al., 2000).

Mota, J.V.R., Venturini, M.T., Pereira, M.E.C., Oliveira, E.J., Silva, M.L.C. 2015. Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica pós-colheita em raízes de mandioca. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

71 Fatores como a disponibilidade de oxigênio ao tecido, a perda de água, e a
72 elevação da atividade enzimática (SILLANPAA et al., 2001) permitem o aumento do
73 escurecimento enzimático em raízes de mandioca relacionado à DFPC. A peroxidase é
74 enzima de ação importante neste processo sendo responsável por catalisar reações
75 oxidativas usando o peróxido como substrato ou o oxigênio como um acceptor de
76 hidrogênio (FREITAS et al., 2008). Esta reação de oxidação contribui para mudanças
77 negativas no sabor e cor dos vegetais, promovendo o escurecimento dos tecidos
78 danificados.

79 A melhor maneira de representar a epidemia de uma dada doença é através da
80 curva de progresso, que é expressa pela plotagem da proporção da doença versus o
81 tempo. Através dela, as interações entre patógeno, hospedeiro e ambiente podem ser
82 caracterizadas e as estratégias de controle podem ser avaliadas (BERGAMIN FILHO &
83 AMORIN, 1996).

84 Este trabalho objetivou avaliar a correlação entre a atividade da peroxidase e a
85 severidade da deterioração fisiológica em raízes de mandioca tolerantes e susceptíveis à
86 DFPC ao longo do armazenamento.

87

88 **MATERIAL E METÓDOS**

89 A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Pós-Colheita da Empresa Brasileira
90 de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) / Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e
91 Fruticultura (CNPMPF) localizada na cidade de Cruz das Almas, Bahia.

92 Após 12 meses de plantio, raízes de 18 genótipos oriundos do campo
93 experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e 16 genótipos
94 da Cooperativa de Produtores de Amido de Mandioca do Estado da Bahia (Coopamido),
95 foram colhidas, lavadas e secas cuidadosamente, e armazenadas a temperatura ambiente
96 durante 10 dias.

97 No dia da colheita e aos 02, 05 e 10 dias após, cinco raízes de cada genótipo
98 foram avaliadas, fazendo-se três cortes transversais ao longo da raiz: distal, medial e
99 proximal. Em seguida foram dadas notas variando de 1 a 10 para cada fatia,
100 correspondente à porcentagem da superfície de corte, apresentando coloração
101 característica da DFPC (1 = 10%, 2 = 20%, etc.). As notas médias foram transformadas
102 em valores de área abaixo da curva de progresso da deterioração (AACPD), de acordo

Mota, J.V.R., Venturini, M.T., Pereira, M.E.C., Oliveira, E.J., Silva, M.L.C. 2015. Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica pós-colheita em raízes de mandioca. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

103 com: $AACPD = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_{i+1} + Y_i)}{2} \times (T_{i+1} - T_i)$, em que n é o número de observações; Y_i é a
104 severidade da DFPC na i -ésima observação; T_i é o tempo em dias na i -ésima
105 observação. Os dados de AACPD foram transformados (raiz quadrada de $X+1$) e
106 submetidos à análise de variância e teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para
107 determinação de grupos.

108 A partir do agrupamento definido pela análise estatística, acessos que
109 apresentaram a mesma classificação tanto na área experimental da UFRB como da
110 Coopamido, foram selecionados para determinação da atividade enzimática. Foram
111 utilizadas amostras de 2 cm de espessura dos cortes usados para avaliação da DFPC, as
112 quais foram cortadas em cubos pequenos, os quais foram triturados para extração
113 enzimática em solução tampão pH 6 e centrifugação a 4.000 rpm a 4°C por 10 minutos.
114 A determinação da atividade enzimática da peroxidase foi baseada nos métodos de Liu
115 et al. (2008) e Shalini et al. (2008), em temperatura ambiente, acompanhando-se a
116 reação a 470 nm em espectrofotômetro UV/VIS, sendo expressa como atividade
117 específica ($U \cdot L^{-1} \cdot mg \text{ proteína}^{-1} \cdot 10^{-6}$) Os valores de atividade enzimática foram
118 submetidos à análise de correlação com os valores da DFPC (%) para ambas as áreas.

119

120 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

121 A análise dos valores de AACPD pelo teste de Scott-Knott resultou na formação
122 de quatro grupos de acessos em cada local em que nove acessos apresentaram a mesma
123 classificação, sendo dois mais tolerantes à DFPC – menores valores de AACPD – e a
124 variedade Corrente altamente susceptível – maiores valores de AACPD (Figura 1).

125 A atividade da enzima peroxidase aumentou durante o armazenamento e variou
126 inicialmente (dia da colheita) entre 1 e 12 x 10⁶ U min⁻¹ mg⁻¹ proteína e atingiu valores
127 entre 4 e 48 U x 10⁶ min⁻¹ mg⁻¹ proteína aos 10 dias após a colheita. Os maiores
128 aumentos de atividade foram observados entre o segundo e o quinto dia. Outros
129 trabalhos também relatam aumento da atividade da enzima peroxidase em raízes de
130 mandioca mediante aumento da incidência de deterioração fisiológica (Reilly et al.,
131 2003; Owiti et al., 2011; Ramos et al. 2013).

132 Alta correlação positiva (> 80%) foi observada entre a atividade da enzima
133 peroxidase e a severidade da DFPC (%), tanto para as análises de raízes da área da

Mota, J.V.R., Venturini, M.T., Pereira, M.E.C., Oliveira, E.J., Silva, M.L.C. 2015. Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica pós-colheita em raízes de mandioca. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

134 COOPAMIDO (Figura 2) quanto da área da UFRB (Figura 3). Os resultados deste
135 estudo sugerem que a peroxidase esteja envolvida no processo de deterioração
136 fisiológica pós-colheita das raízes de mandioca dos genótipos avaliados.

137

138 **AGRADECIMENTOS**

139 À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) e Coordenação
140 de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa aos
141 autores, respectivamente, durante o período de desenvolvimento das atividades; à
142 Embrapa, pelo financiamento do projeto que gerou este trabalho; e à COOPAMIDO e
143 UFRB pela cessão das áreas para condução do experimento no campo.

144

145 **REFERÊNCIAS**

146

147 BERGAMIN FILHO, A.; AMORIN, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia**
148 **e controle econômico**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p.79-97, 1996.

149 BUSCHMANN, H.; RODRIGUEZ M.X.; TOHME, J.; BEECHING, J.R. Accumulation
150 of Hydroxycoumarins During Post-harvest deterioration of Tuberous Roots of Cassava
151 (*Manihot esculenta* Crantz). **Annals of Botany**, v.86, p.1153-1160, 2000.

152 FREITAS, A. A.; FRANCELIN, M. F.; HIRATA, G. F.; CLEMENTE, E.; SCHMIDT,
153 F. L. Atividade das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das
154 cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geleias. **Ciência e Tecnologia de**
155 **Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 172-177, jan./fev./mar.2008.

156 LIU, X.; GAO, Y.; PENG, X.; YANG, B.; XU, H.; ZHAO, J. Inactivation of
157 peroxidase and polyphenol oxidase in red beet (*Beta vulgaris* L.) extract with high
158 pressure carbon dioxide. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.9,
159 p. 24–31, 2008.

160 LOURENÇO, E.J.; NEVES, V.A.and da SILVA, M.A. Polyphenoloxidase from sweet
161 potato: Purification and properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**,
162 v.40, p.2369-2373, 1992.

163 OWITI, J.; GROSSMANN, J.; GEHRIG, P.; DESSIMOZ, C.; LALOI, C.; HANSEN,
164 M.B.; GRUISSEM, W.; VANDERSCHUREN, H. iTRAQ-based analysis of changes in

Mota, J.V.R., Venturini, M.T., Pereira, M.E.C., Oliveira, E.J., Silva, M.L.C. 2015. Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica pós-colheita em raízes de mandioca. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

165 the cassava root proteome reveals pathways associated with post-harvest physiological
166 deterioration. **The Plant Journal**, v. 67, p. 145-156, 2011.

167 RAMOS, P.A.S.; SEDIYAMA, T.; VIANA, A.E.S.; PEREIRA, D.M.; FINGER, F.L.
168 Efeito de inibidores da peroxidase sobre a conservação de raízes de mandioca in natura.
169 **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, p. 116-124, 2013.

170 REILLY, K.; BERNAL,D.F.; GOMEZ-VASQUEZ,R.; TOHME,J.;BEECHING,J.R.
171 Towards identifying the full set of genes expussed during cassava post-harvest
172 physiological deterioration. **Plant Molecular Biology**, v.64, p.187-203, 2007.

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

176 SHALINI, G.R., U.S. SHIVARE, U.S., BASU, S. Thermal inactivation kinetics
177 of peroxidase in mint leaves. **Journal of Food Engineering**, v.85, p.147–153, 2008.

178 SILLANPAA, M.; ORMA, M.; RAMO, J.; OIKAIR, A. The importance of ligand
179 speciation in environmental research: a case study. **The Science of the Total**
180 **Environment**, Finland, v. 267, p. 23-31, 2001.

181 VAN OIRSCHOT, Q.E.A.; O'BRIEN,G.M.; DUFOUR,D.; EL-SHARKOWY,M.A.;
182 MESA,E. The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and
183 quality characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.1866-
184 1873, 2000.

185

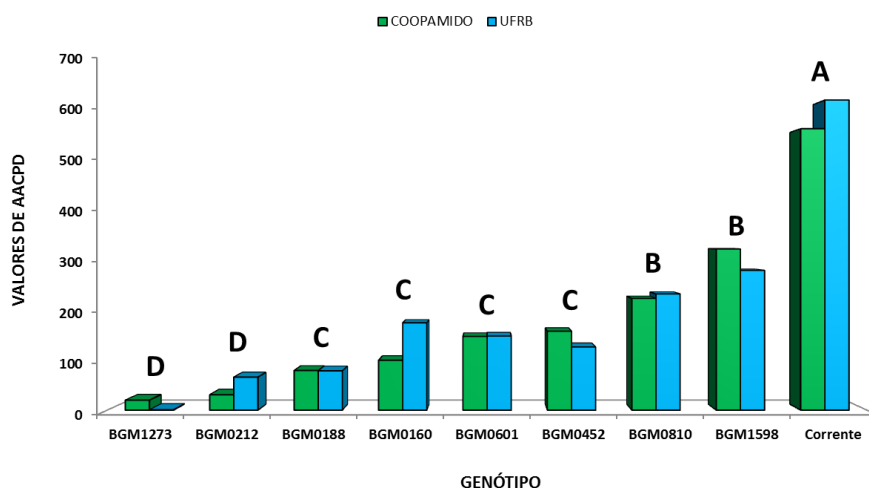
186

187

188

189

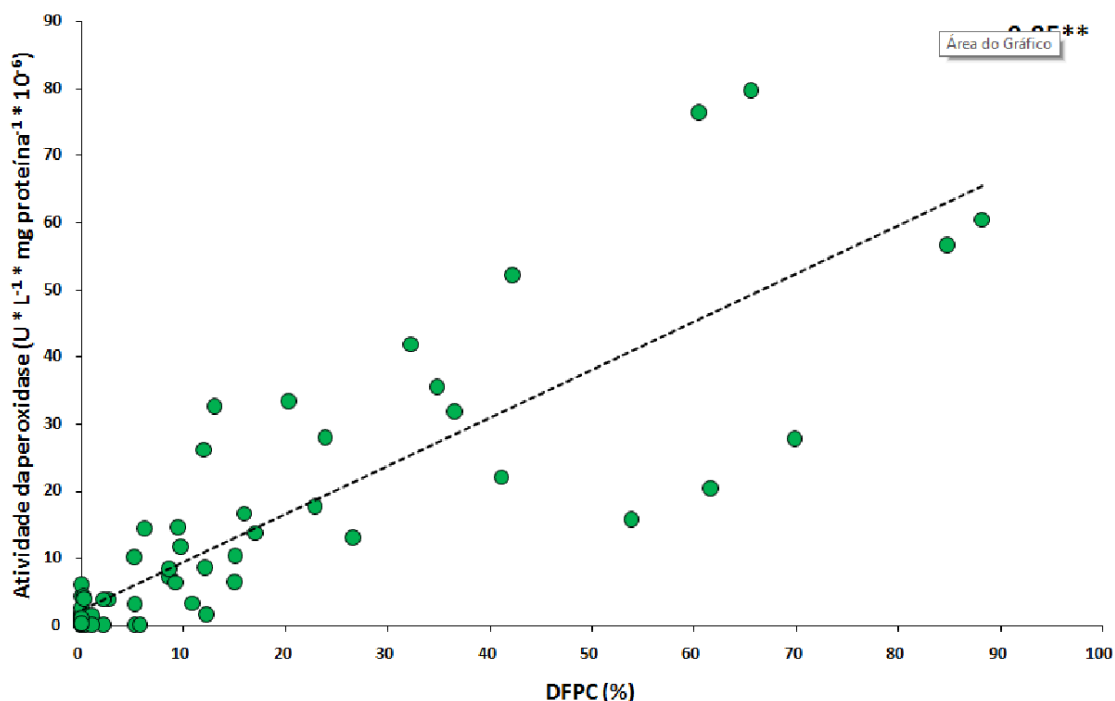
Mota, J.V.R., Venturini, M.T., Pereira, M.E.C., Oliveira, E.J., Silva, M.L.C. 2015. Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica pós-colheita em raízes de mandioca. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.



190
191
192
193
194
195
196

Figura 1. Agrupamento dos genótipos de acordo com a área abaixo da curva do progresso da deterioração – AACPD.

Figure 1. Grouping of genotypes in accordance with the area under the curve of the progress of deterioration – AACPD. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015.

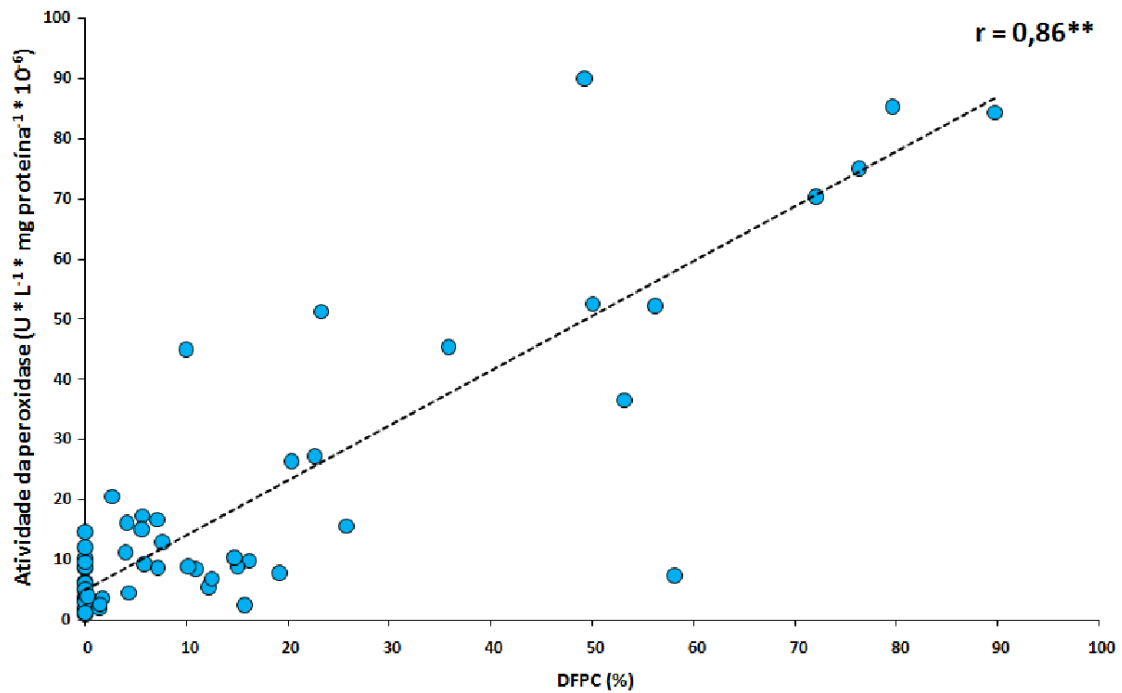


197
198
199
200
201
202
203
204
205

Figura 2. Correlação entre a atividade da enzima peroxidase e a porcentagem de deterioração fisiológica pós-colheita – DFPC em raízes provenientes da COOPAMIDO. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015.

Figure 2. Correlation between the activity of the enzyme peroxidase and the percentage of postharvest physiological deterioration – DFPC in roots from COOPAMIDO. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015.

Mota, J.V.R., Venturini, M.T., Pereira, M.E.C., Oliveira, E.J., Silva, M.L.C. 2015. Correlação entre peroxidase e severidade da deterioração fisiológica pós-colheita em raízes de mandioca. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.



206
207

208 **Figura 3.** Correlação entre a atividade da enzima peroxidase e a porcentagem de
209 deterioração fisiológica pós-colheita – DFPC em raízes provenientes da UFRB.
210 Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015.

211 **Figure 3.** Correlation between the activity of the enzyme peroxidase and the percentage
212 of postharvest physiological deterioration – DFPC in roots from UFRB. Embrapa
213 Mandioca e Fruticultura, 2015.