

1 **Eficiência fotoquímica e qualidade pós-colheita de mangueiras 'Ubá'**  
2 **(*Mangifera indica* L. cv. Ubá).**

3  
4 **Leonardo Faria Silva<sup>1</sup>; Camilla Zanotti Gallon<sup>1</sup>; Diolina Moura Silva<sup>1</sup>; Thais  
5 **Araújo Santos<sup>1</sup>; Xismania Soares da Silva Gasparini<sup>1</sup>****

6 <sup>1</sup> UFES – Universidade Federal do Espírito Santo – PPGBV, CCHN. Av. Fernando Ferrari 514,  
7 Goiabeiras, Vitória/ES, CEP 29075-910 [fariasilva.leonardo@gmail.com](mailto:fariasilva.leonardo@gmail.com), [millazg@gmail.com](mailto:millazg@gmail.com),  
8 [diu@terra.com.br](mailto:diu@terra.com.br), [thaisarsant@gmail.com](mailto:thaisarsant@gmail.com), [xmenin@gmail.com](mailto:xmenin@gmail.com)

9 **RESUMO**

10 O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação da qualidade pós-colheita da manga 'Ubá'  
11 com a influência da exposição a diferentes níveis de radiação solar sobre a cinética da  
12 emissão de fluorescência da clorofila *a*. O experimento foi conduzido comparando-se  
13 dois tratamentos, um com plantas expostas a maior radiação solar pela manhã e outro  
14 pela tarde. Utilizou-se para as medidas de campo um fluorômetro portátil Mod. Handy  
15 PEA (Hansatech Instruments<sup>®</sup>) e um radiômetro Mod. LI-1400 (LI-COR Biosciences).  
16 Os sólidos solúveis totais, a acidez titulável e a relação entre os dois foram observados  
17 nos frutos colhidos em dois estádios de maturação. Pôde-se concluir que o estresse  
18 luminoso induziu o aumento de sólidos solúveis totais nos frutos das plantas expostas a  
19 estas condições. Sobretudo os frutos colhidos no estágio mais avançado de  
20 amadurecimento, que apresentaram melhor qualidade de sabor. Porém, os produtores do  
21 Pólo de Manga preferem colher os frutos no ponto de maturidade fisiológica, devido às  
22 dificuldades no transporte. Portanto, dependendo do ponto de colheita adotado, ambas  
23 as regiões são propícias para o cultivo.

24 **PALAVRAS-CHAVE:** *Mangifera indica* L. cv. Ubá; radiação; estresse; fotossíntese

25  
26 **ABSTRACT**

27 **Photochemical efficiency and postharvest quality 'Ubá' mango trees (*Mangifera***  
28 ***indica* L. cv. Ubá)**

29 The aim of this study was to evaluate the relation of 'Ubá' mango postharvest quality  
30 with the influence of exposure to different levels of solar radiation on the emission  
31 kinetics of chlorophyll *a* fluorescence. The experiment was conducted comparing two  
32 treatments, one with plants exposed to greater solar radiation in the morning and another  
33 in the afternoon. It was used for field measurements a portable fluorometer Mod. Handy  
34 PEA (Hansatech Instruments<sup>®</sup>) and a radiometer Mod. LI-1400 (LI-COR Biosciences).

35 The total soluble solids, total titratable acidity and the relation between the two were  
36 observed in fruits harvested in two ripening stages. It was concluded that the light stress  
37 induced the increase of soluble solids in the fruits of plants exposed to these conditions.  
38 Especially fruits at advanced stage of maturity, that had better quality of flavor.  
39 However, producers Manga Pole prefer reap the rewards in physiological maturity  
40 point, due to transport problems. Therefore, depending on the adopted point of harvest,  
41 both regions are favorable for cultivation.

42 **KEYWORDS:** *Mangifera indica* L. cv. Ubá; radiation; stress; photosynthesis

43

#### 44 **INTRODUÇÃO**

45 No ano de 2003 foi criado o Polo de Manga para a Indústria no Estado do Espírito  
46 Santo, com foco na cultivar Ubá (INCAPER, 2009). O Polo oferece ao produtor fonte  
47 de renda alternativa por favorecer o cultivo diversificado, proporcionar à população uma  
48 maior variedade de alimentos e incrementar o agronegócio. A variedade Ubá tem sido  
49 preferida pela indústria de sucos por ter uma polpa com maior teor de sacarose e menor  
50 acidez (SILVA et al., 2012), por possuir sabor, aroma e cor de polpa marcantes  
51 (OLIVEIRA et al., 2013) e conter antioxidantes naturais, como  $\beta$ -caroteno e vitamina C,  
52 superiores às variedades comumente encontradas no mercado (MATA et al., 2011). No  
53 entanto, a indústria tem sido sujeita a flutuações no fornecimento de frutos devido à  
54 irregularidade na produção da mangueira 'Ubá'.

55 Ampliar o conhecimento da fisiologia pré e pós-colheita dessa cultivar é de grande  
56 importância para classificá-la diante dos estresses abióticos. O excesso de luz,  
57 geralmente acompanhado de altas temperaturas, pode provocar danos no aparelho  
58 fotossintético como a fotoinibição da fotossíntese (ADIR et al., 2003). Uma das  
59 ferramentas muito usadas para compreender o rendimento fotossintético diante de  
60 condições ambientais adversas é a fluorescência da clorofila *a* (STRASSER e  
61 STRASSER, 1995; STRASSER et al., 2004). As respostas a estes estresses podem  
62 também provocar alterações na maturação dos frutos, interferindo no ponto de colheita e  
63 no sabor, porém, pesquisas desse âmbito são ainda escassas para a cultivar Ubá. Assim,  
64 o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da exposição a diferentes níveis de  
65 radiação solar sobre a cinética da emissão de fluorescência da clorofila *a* e sua relação  
66 com a qualidade pós-colheita da manga 'Ubá'.

## 67 MATERIAL E MÉTODOS

68 Plantas de *Mangifera indica* L. cv. Ubá foram selecionadas aleatoriamente, numa  
69 lavoura comercial não irrigada, dentro do Polo de Manga, no município de Colatina, ES.  
70 Os tratamentos foram identificados como SM (Sol da Manhã) – plantas com maior  
71 exposição à radiação solar (radiação fotossinteticamente ativa = RFA) pela manhã, entre  
72 7h e 12h e ST (Sol da Tarde) – plantas com maior exposição à radiação solar (RFT) no  
73 período da tarde, entre 12 e 17h. A RFT foi medida no terço médio da copa das plantas  
74 entre novembro de 2014 e janeiro de 2015, nos horários de 7h às 17h e expressa em  
75  $\mu\text{mols m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , utilizando-se um radiômetro Mod. LI-1400 (LI-COR Biosciences). As  
76 medidas de fluorescência rápida da clorofila *a* nas folhas foram realizadas com um  
77 fluorômetro portátil Mod. Handy PEA (Hansatech Instruments®). Os dados foram  
78 detalhados usando-se o teste JIP (STRASSER e STRASSER, 1995; STRASSER et al.,  
79 2004). Utilizaram-se dez repetições de cada tratamento, obtendo-se a média de cada  
80 tratamento e comparando-as com a média geral.

81 Os frutos utilizados para as análises de qualidade da polpa foram colhidos entre sete e  
82 onze horas da manhã e classificados em dois estádios de maturação: o maduro  
83 fisiologicamente (MF), frutos que atingiram o ponto de maturidade fisiológica,  
84 identificados pelos produtores no momento da colheita por apresentarem casca verde  
85 escura e uma protuberância na região do pedúnculo, chamada de “ombro” e o maduro  
86 (M), frutos que já completaram a maturação e iniciaram o amadurecimento ainda na  
87 planta, apresentam cor da casca amarela e estão prontos para o consumo. Logo após a  
88 colheita, os frutos foram transportados para o laboratório do Núcleo de Estudos da  
89 Fotossíntese da Universidade Federal do Espírito Santo, em Vitória, ES, onde foram  
90 higienizados com peróxido de hidrogênio a 5% e armazenados a 24 °C. As análises  
91 foram feitas no dia da colheita e repetidas a cada dois dias até o completo  
92 amadurecimento da polpa, ocorrido no 4º dia. A polpa foi homogeneizada para as  
93 análises de sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável (AT). O teor de SST foi  
94 expresso em °Brix e determinado com refratômetro manual modelo 103 (Biobrix). AT  
95 foi expressa em gramas de ácido cítrico por cem gramas de amostra e determinada por  
96 titulação com NaOH 0,1M (AOAC, 1995). Determinou-se também a razão SST/AT. O  
97 delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três repetições em  
98 duplicatas, sendo três frutos por repetição. A diferença entre as médias foi avaliada para

99 o mesmo estádio. Compararam-se os tratamentos por dia de armazenamento e os dias de  
100 armazenamento por tratamento, sob os critérios do teste de Duncan considerando  $p \leq$   
101 0,5, utilizando-se o programa SAS 9.0.

102

## 103 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

104 As plantas do tratamento SM estavam expostas a RFA média de  $750 \mu\text{mols m}^{-2} \text{s}^{-1}$  no  
105 início da manhã, atingindo  $1500 \mu\text{mols m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ao meio dia e cerca de  $350 \mu\text{mols m}^{-2} \text{s}^{-1}$   
106 ao final da tarde. Estas plantas emitiram menos fluorescência, registrada na curva OJIP  
107 (Figura 1A), do que as plantas expostas predominantemente ao sol da tarde (tratamento  
108 ST), que recebiam cerca de  $100 \mu\text{mols m}^{-2} \text{s}^{-1}$  pela manhã com subida gradativa até o  
109 meio dia ( $1700 \mu\text{mols m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e às 17h ainda recebiam  $850 \mu\text{mols s}^{-1} \text{m}^{-2}$ . O  
110 detalhamento da curva OJIP, usando-se parâmetros do teste JIP, mostrou que o aparato  
111 fotossintético das plantas ST sofreram mais danos (Figura 1B). Houve diminuição da  
112 fração média de centros de reação abertos do fotossistema II (FSII) no intervalo de  
113 tempo entre  $F_0$  e  $F_M$  ( $Sm/t_{Fm}$ ), queda no fluxo de transporte de elétrons entre o FSII e o  
114 fotossistema I (FSI) por secção transversal energizada ( $ET_0/CS_0$ ) e como consequência a  
115 eficiência do FSI caiu diminuindo o desempenho total ( $PI_{total}$ ). Estas afirmativas são  
116 confirmadas pela menor eficiência com que um elétron pode mover-se desde o  
117 intersistema até os aceptores de elétrons do FSI ( $\delta R_0$ ), menor fluxo máximo de elétrons  
118 redutores dos receptores finais de elétrons do FSI ( $RE_0/RC$ ), e consequentemente menor  
119 rendimento quântico para a redução dos aceptores finais de elétrons do FSI por fóton  
120 absorvido ( $\phi R_0$ ). Portanto, a exposição das plantas ao Sol da tarde causou sérios danos  
121 ao FSI.

122 Não foi registrada queda na eficiência fotoquímica do FSII ( $F_V/F_M = \phi P_0$ ) nos horários  
123 das análises em nenhum tratamento. Resultados divergentes foram encontrados por  
124 Lucena et al. (2012) em plantas da mangueira 'Ubá' sob estresse salino. Os autores  
125 observaram uma queda de 27,4% na eficiência fotoquímica do fotossistema II ( $F_V/F_M$ ).

126 No tratamento SM houve aumento dos teores de sólidos solúveis totais gradativamente  
127 do dia zero até o total amadurecimento, sobretudo, para os frutos colhidos no estádio  
128 MF, pois no estádio M não houve diferenças significativas (Tabela 1). O tratamento ST  
129 apresentou valores superiores de SST no dia da colheita para ambos os estádios, o que

130 pode estar relacionado com o estresse luminoso sofrido por estas plantas. Em relação à  
131 AT não houve diferença entre os tratamentos para nenhum estágio e dia de análise.  
132 De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis totais e a acidez da  
133 polpa são utilizados como medida indireta para determinar a doçura da fruta. Para um  
134 melhor indicativo do sabor do fruto, os autores sugerem analisar a relação entre esses  
135 dois parâmetros. Portanto, a razão SST/AT mostrou que os frutos colhidos no estágio M  
136 apresentaram-se mais saborosos que os frutos colhidos no estágio MF durante todo o  
137 amadurecimento, porém não foram observadas diferenças significativas entre os frutos  
138 das plantas SM e ST. Frutos colhidos no estágio MF melhoraram gradativamente o seu  
139 sabor, enquanto os colhidos no estágio M não apresentaram grandes diferenças durante  
140 o amadurecimento. Pode-se inferir que o adoçamento do fruto está mais relacionado ao  
141 tempo de ligação do fruto à planta mãe do que a incidência de RFA a qual a planta está  
142 exposta.  
143 Diante disso, concluiu-se que o maior aumento da produção de sólidos solúveis totais  
144 nos frutos foi relacionado com o estresse luminoso causado pela exposição das plantas  
145 ao Sol da tarde. Também nestas condições, os frutos colhidos no estágio mais avançado  
146 de amadurecimento apresentaram melhor qualidade de sabor. Porém, devido às  
147 dificuldades de manipulação e transporte, os produtores do Polo de Manga ainda têm  
148 preferência pelos frutos colhidos no ponto de maturidade fisiológica. Portanto, estes  
149 resultados indicam o benefício do plantio em ambas as regiões, dependendo do ponto de  
150 colheita a ser adotado.

151

## 152 REFERÊNCIAS

153 ADIR, N., ZER, H., SHOCHAT, S., OHAD, I. Photoinhibition – a historical  
154 perspective. **Photosynthesis Research**, Netherlands, v.76, p.343–370, 2003.

155

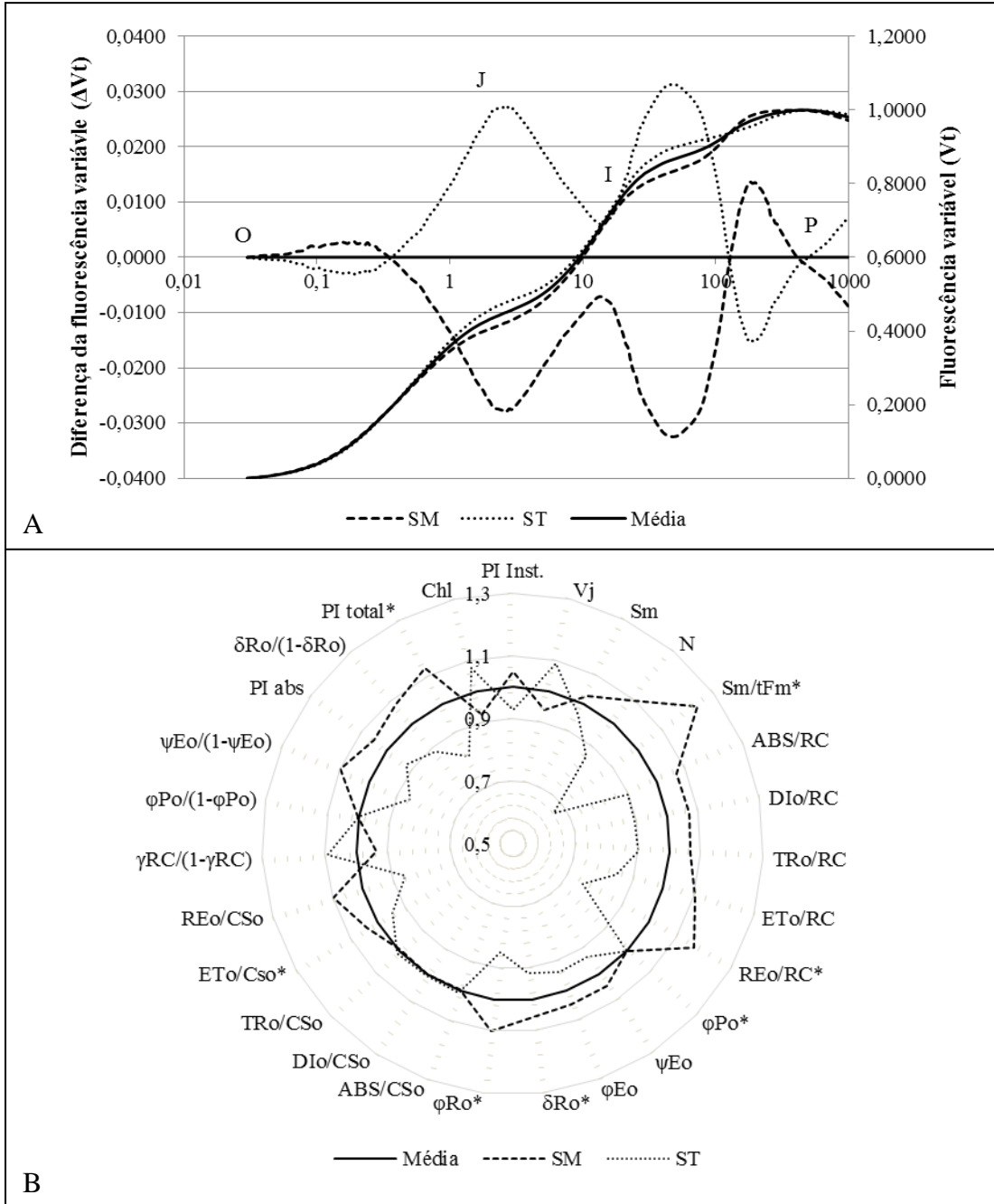
156 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Food composition,  
157 additives, natural contaminants. In: \_\_\_\_\_. (Org.) **Official methods of analysis of**  
158 **AOAC International**. Washington: Ed. AOAC International, 1995, p. 1-23.

159

Faria-Silva, L.; Gallon, C. Z.; Silva, D. M.; Santos, T. A; Gasparini, X. S. S. 2015. Eficiência fotoquímica e qualidade pós-colheita de mangueiras 'Ubá' (*Mangifera indica* L. cv. Ubá). In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

- 160 CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, M. I. F. Pós-colheita de frutas e hortaliças:  
161 Fisiologia e manuseio. In: \_\_\_\_\_. (Org.) **Qualidade pós-colheita: Avaliação das**  
162 características físico-químicas e químicas. Lavras: Ed. UFLA, 2005. p. 541-734.  
163
- 164 INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural). **Polo**  
165 **de Manga para a Indústria no Estado do Espírito Santo**. Documento nº 181. 3 ed.  
166 2009.  
167
- 168 LUCENA, C. C.; SIQUEIRA, D. L.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R. Salt stress  
169 change chlorophyll fluorescence in mango. **Revista Brasileira de Fruticultura**,  
170 Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1245-1255, 2012.  
171
- 172 MATA, G. M. S. C.; OLIVEIRA, D. S.; DELLA LUCIA, C. M.; CAMPOS, F. M.;  
173 QUEIROZ, J. H.; PINHEIRO-SANTANA, H. M. Teores de  $\beta$ -caroteno e vitamina C  
174 durante o amadurecimento da manga 'Ubá' (*Mangifera indica* L. cv. 'Ubá'). **Revista**  
175 **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.70, n.2. p. 225-229, 2011.  
176
- 177 OLIVEIRA, G. P.; SIQUEIRA, D. L.; SILVA, D. F. P.; MATIAS, R. G. P.;  
178 SALOMÃO, L. C. C. Caracterização de acessos de mangueira Ubá na Zona da Mata  
179 Mineira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n6, p. 962-969, 2013.  
180
- 181 SILVA, D. F. P.; SALOMÃO L. C. C.; SIQUEIRA D. L.; CECON P. R.; STRUIVING  
182 T. B. Amadurecimento de manga 'Ubá' com etileno e carbureto de cálcio na pós-  
183 colheita. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 213-220, 2012.  
184
- 185 STRASSER, B.J.; STRASSER, R.J. Measuring fast fluorescence transients to address  
186 environmental questions: The JIP-test. In: MATHIS, P. (Org.). **Photosynthesis: from**  
187 **Light to Biosphere**. Netherlands: Ed. Kluwer Academic Publishers, 1995, p. 977– 980.  
188  
189  
190

191 STRASSER, R.J.; TSIMILLI-MICHAEL, M.; SRIVASTAVA, A. Analysis of the  
 192 chlorophyll *a* fluorescence transient. In: PAPAGEORGIOU, G.C.; GOVINDJEE, A.J.  
 193 (Org.). **Chlorophyll Fluorescence: a Signature of Photosynthesis**. Netherlands: Ed.  
 194 Kluwer Academic Publishers, 2004, p. 321–362.  
 195



196

197

198

199 **Figura 1:** Fluorescência da clorofila *a* (A) e parâmetros fotoquímicos (B) obtidos em  
 200 folhas de mangueiras adaptadas ao escuro. Os valores são relativos e normalizados com  
 201 a média das médias entre as plantas expostas ao Sol da manhã (SM) e as plantas  
 202 expostas ao Sol da tarde (ST).

203 **Figure 1:** Fluorescence of chlorophyll *a* (A) and photochemical parameters (B)  
 204 obtained in dark adapted leaves of mango trees. The values are relative and normalized  
 205 with the average the averages from plants exposed to morning sun (SM) and plants  
 206 exposed to afternoon sun (ST).

207  
 208  
 209  
 210

211 **Tabela 1.** Valores médios\* de AT, SST e SST/AT da polpa de frutos de manga 'Ubá'  
 212 colhidos em dois diferentes estádios de maturação (MF e M) e armazenados a 24 °C  
 213 durante 0, 2 e 4 dias após a colheita.

214 **Table 1.** Average values\* of AT, SST and SST / AT 'Uba' mango fruit pulp harvested  
 215 at two different maturity stages (MF and M) and stored at 24 °C for 0, 2 and 4 days  
 216 after harvest.

217

Tratamento	Estádio	Dia	AT (% ácido cítrico)	SST (°Brix)	SST/AT
			Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
SM	MF	0	1,63 ± 0,16 aA	7,27 ± 0,70 cB	4,48 ± 0,30 cB
		2	1,56 ± 0,06 aB	11,30 ± 1,40 bA	7,25 ± 0,66 bA
		4	1,04 ± 0,04 bA	16,27 ± 0,49 aB	15,72 ± 1,03 aA
	M	0	0,46 ± 0,05 aA	19,08 ± 0,38 bB	41,68 ± 5,76 bA
		2	0,44 ± 0,03 aA	19,93 ± 0,25 aA	45,03 ± 2,77 bA
		4	0,36 ± 0,01 bA	19,97 ± 0,51 aA	55,50 ± 3,23 aA
ST	MF	0	1,44 ± 0,11 bA	11,58 ± 0,81 bA	8,10 ± 1,15 bA
		2	2,02 ± 0,19 aA	10,40 ± 1,32 bA	5,20 ± 1,09 cA
		4	1,14 ± 0,08 cA	17,20 ± 0,10 aA	15,18 ± 1,20 aA
	M	0	0,44 ± 0,12 aA	21,33 ± 0,90 aA	50,23 ± 12,26 aA
		2	0,45 ± 0,06 aA	20,70 ± 2,07 aA	46,52 ± 7,49 aA
		4	0,35 ± 0,02 aA	20,97 ± 1,30 aA	59,90 ± 2,46 aA

218

219 SM = Sol da manhã; ST = Sol da tarde; MF = maturo fisiologicamente; M = maduro;  
 220 AT = acidez titulável; SST = sólidos solúveis totais; e DP = desvio padrão.

221 \*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si no mesmo estágio. As letras  
 222 minúsculas são as comparações do mesmo tratamento entre os dias e as letras  
 223 maiúsculas são as comparações do mesmo dia entre os tratamentos.

224 SM = morning Sun; ST = afternoon Sun; MF = mature physiologically; M = ripe; AT =  
 225 titratable acidity; SST = total soluble solids; and DP = standard deviation.

226 \* Means followed by the same letter do not differ in at the same stage. Lowercase letters  
 227 are comparisons of the same treatment between the days and uppercase are comparisons  
 228 of the same day between treatments.