

# **$\beta$ -caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais em polpa de frutos de aceroleira conservada por congelamento durante 12 meses**

## *$\beta$ -carotene, ascorbic acid and total anthocyanins in fruit pulp of the acerola tree conserved by the cold for 12 months*

Paolo Germano Lima de ARAÚJO<sup>1</sup>, Raimundo Wilane de FIGUEIREDO<sup>2\*</sup>, Ricardo Elesbão ALVES<sup>3</sup>, Geraldo Arraes MAIA<sup>2</sup>, João Rodrigues de PAIVA<sup>3</sup>

### **Resumo**

Objetivou-se avaliar as alterações de  $\beta$ -caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais na polpa de frutos de clones de aceroleira conservada por congelamento. Os frutos dos clones BRS 152 (Sertaneja), BRS 235 (Apodi), BRS 236 (Cereja), BRS 237 (Roxinha), BRS 238 (Frutacor) e II 47/1 foram colhidos no estágio de maturação comercial (vermelho maduro) em Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil, transportados para a Planta Piloto de Processamento de Frutos da Embrapa Agroindústria Tropical, despulpados, acondicionada a polpa em sacos de polietileno (100 g), congelada, mantida em freezer a -20 °C, e avaliada a cada 30 dias durante 12 meses. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 13 (clones x tempo), com 3 repetições. A concentração de  $\beta$ -caroteno foi estável no clone Cereja, enquanto, nos demais, houve decréscimo durante todo o período do experimento. Houve pequeno decréscimo no teor de ácido ascórbico em todos os clones estudados durante o armazenamento, provavelmente devido à alta acidez da polpa, que auxilia na manutenção deste nutriente. O teor de antocianinas totais foi estável nos clones Frutacor e Sertaneja, enquanto nos demais houve diminuição. O clone II 47/1 foi dentre os estudados o que apresentou maiores teores de ácido ascórbico e antocianinas totais, mantendo estas características durante todo o armazenamento. De um modo geral, os clones em que se determinou menor teor de  $\beta$ -caroteno foram observadas as mais elevadas concentrações de antocianinas totais.

**Palavras-chave:** *Malpighia emarginata*; polpa; qualidade; conservação.

### **Abstract**

The objective of the work was to evaluate  $\beta$ -carotene, ascorbic acid and total anthocyanins alterations in fruit pulp of acerola tree clones conserved by the cold. The fruit clones BRS 152 (Sertaneja), BRS 235 (Apodi), BRS 236 (Cereja), BRS 237 (Roxinha), BRS 238 (Frutacor) and II 47/1 were harvested in a commercial maturation stage (ripe red) in Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil, carried to Planta Piloto de Processamento de Frutos da Embrapa Agroindústria Tropical, unpulped, the pulp was stored in polyethilene bags (100 g), frozen, kept in a freezer at -20 °C, and evaluated every 30 days for 12 months. The experiment was carried out with experimental delineament totally casualized in a factorial scheme 6 x 13 (clones x time), with 3 repetitions. The concentration of  $\beta$ -carotene in the Cereja clone was stable, while the other ones were decreased during the whole time of the experiment. There was a small decrease in the ascorbic acid level in all the clones in the study during the storage, probably due to the high acidity of the pulp, which helps maintain its nutrient. The total anthocyanins level were stable in the Frutacor and Sertaneja clones, however, it decreased in the other ones. The II 47/1 clone was, among all the studied clones, the one that presented the highest levels of ascorbic acid C and total anthocyanins, keeping these characteristics during the whole storage. In conclusion, the clones that presented the lowest level of  $\beta$ -carotene, showed the highest concentrations of total anthocyanins.

**Keywords:** *Malpighia emarginata*; pulp; quality; conservation.

## **1 Introdução**

Com o interesse internacional pela acerola por parte de consumidores, industriais e exportadores, o cultivo da aceroleira intensificou-se rapidamente no Brasil, no período de 1988 a 1992, principalmente pela adaptação da planta aos climas tropical e subtropical<sup>14</sup>. No entanto, a partir do início da década de 90, uma super oferta da fruta vem justificando estudos direcionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir dela, que, na maioria das vezes, concentra na fruta *in natura* e na polpa suas maiores formas de consumo<sup>18</sup>.

Alguns  $\beta$ -carotenos são capazes de ser convertidos em vitamina A e, como tal, desempenham um importante papel na prevenção de VADS (*Vitamin A Deficiency Syndrome*), que causa xerofthalmia, bem como distúrbios de crescimento na primeira infância<sup>16</sup>.

A procura por alimentos que contenham elevado teor de ácido ascórbico tem aumentado o interesse pela acerola e seus produtos. Sendo uma fruta pequena, com sementes relativamente grandes, e muito perecível, seu consumo *in natura* é limitado. A fruta, entretanto, apresenta um bom rendimento em polpa, cerca de 75%. De acordo com FOLEGATTI e MATSUURA<sup>8</sup>, os principais produtos explorados comercialmente são a polpa pasteurizada congelada e o suco pasteurizado.

O conteúdo de ácido ascórbico, na acerola, é bastante variável em função do material genético, métodos culturais, manejo da colheita e métodos de processamento<sup>17</sup>.

A coloração vermelha forte é um fator importante na qualidade dos frutos e seus produtos, sendo afetada pelo conteúdo total de antocianinas e sua distribuição, pela quantidade de

Recebido para publicação em 22/3/2006

Aceito para publicação em 24/1/2007 (001697)

Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor para o Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos/UFC

<sup>1</sup> Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza - CE, Brasil, E-mail: araujopaolo@gmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, s/n, CP 12168, CEP 60356-000 Fortaleza - CE, Brasil, E-mail: figueira@ufc.br

<sup>3</sup> Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza - CE, Brasil, E-mail: elesbao@cnpat.embrapa.br

\*A quem a correspondência deve ser enviada

cromoplastos que armazenam estes pigmentos, pela formação de complexos antocianinas - metais, e pelo pH<sup>7</sup>. Segundo IBRAF<sup>10</sup> a indústria aceita frutos de aceroleira com coloração mais de 80% rosada, passando para o vermelho.

A Embrapa Agroindústria Tropical iniciou em 1995 um programa de melhoramento genético de aceroleiras, selecionando 100 plantas matrizes com boa formação de copa e demais características desejáveis de planta e de fruto, em um pomar comercial formado a partir de sementes, utilizando o método de seleção massal<sup>15</sup>. Em 2003, com base no desempenho das características morfológicas da planta, produção e físico-química dos frutos, foram selecionados e recomendados para o plantio comercial os clones: BRS 235 ou Apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor.

ALVES<sup>3</sup> cita que, em função da vida útil pós-colheita da acerola ser relativamente curta sob refrigeração, mesmo quando associada ao uso de embalagens que modificam a atmosfera, o congelamento tem sido utilizado como principal alternativa para armazenamento, seja como matéria-prima para o processamento industrial ou durante o transporte e distribuição.

CARNEIRO<sup>6</sup> cita que, nas condições usuais (-18 °C) para armazenamento de produtos congelados, a atividade microbiana é praticamente impedida, tendo em vista que a maioria dos microrganismos não se desenvolve em temperatura inferior a -10 °C. Além disso, a transição água-gelo ainda apresenta a vantagem de fixar a estrutura do tecido e a água, sob a forma de cristais, indisponibilizando-a como solvente e/ou como reativo. Assim a difusão de compostos químicos no tecido é muito lenta, o que, associado à diminuição na temperatura, contribui para o decréscimo na velocidade da maioria das reações.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações dos teores de  $\beta$ -caroteno, ácido ascórbico e antocianinas totais na polpa de frutos de clones de aceroleira, conservada por congelamento durante 12 meses.

## 2 Material e métodos

Os frutos selecionados para este experimento foram: BRS 235 - Apodi; BRS 236 - Cereja; BRS 237 - Roxinha; BRS 238 - Frutacor; II 47/1; e BRS 152 - Sertaneja, como testemunha.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação comercial em Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil, transportados para a Planta Piloto de Processamento de Frutos da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza - Ceará, onde a polpa foi obtida através de despulpadeira industrial com peneira de 1 mm, sendo, a seguir, acondicionada em sacos de polietileno (100 g), congelada, mantida em freezer doméstico a -18 °C e analisada, logo após a despulpa e em intervalos de 30 dias, por um período de 12 meses.

O teor de  $\beta$ -caroteno foi analisado pelo método oficial da AOAC 941.15, com modificações<sup>5</sup>, sendo homogeneizados 20 mL de suco, 0,050 g de MgCO<sub>3</sub>, 20 mL de acetona e 30 mL de hexano em recipiente de aço inox, por 2 minutos, quando, então, o material foi filtrado a vácuo, em funil de buchner com filtro de papel Whatman qualitativo nº 1. O papel foi lavado com acetona gelada até ficar descolorido. Em seguida, transferiu-se

o filtrado para um funil de separação e adicionou-se água e uma pitada de NaCl. Após um mínimo de três lavagens, transferiu-se o hexano contendo os pigmentos para um balão de 25 mL contendo 2,25 mL de acetona, completando-se o volume com hexano. Para separar os pigmentos, foram utilizadas minicolumnas Sep-Pack com sílica 690 mg, fase normal, colocadas sobre balões volumétricos de 10 mL, e 2 mL da amostra foram introduzidas na coluna. A coluna foi lavada com acetona - hexano (1 : 9) em um balão de 10 mL que foi aferido com o mesmo solvente (acetona - hexano). As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 452 nm utilizando curva padrão para  $\beta$ -caroteno e os resultados expressos em  $\mu\text{g.g}^{-1}$ .

Para determinação do teor de ácido ascórbico, 1 g da polpa obtida, após extração e homogeneização, foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL, com o auxílio de 50 mL de ácido oxálico 0,5% e completado o volume com água destilada. Uma alíquota de 4 mL do extrato foi colocada em erlenmeyer, completado o volume até 50 mL com água destilada, e titulado com solução de DCFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,02%) até coloração em róseo claro permanente, de acordo com STROHECKER e HENNING<sup>19</sup>. Os resultados foram expressos em  $\text{mg.100 g}^{-1}$ .

A determinação de antocianinas totais seguiu a metodologia de FRANCIS<sup>9</sup>. Tomou-se 1 g da polpa do fruto de aceroleira em recipiente de aço inox, adicionando-se cerca de 30 mL de solução extratora de etanol 95% + HCl 1,5 N (85:15). A amostra foi triturada em homogeneizador de tecidos tipo "turrax", por dois minutos em velocidade "1", e transferida para balão volumétrico de 50 mL, envolto em papel alumínio, sendo o volume completado com solução extratora. Para a extração, deixou-se o material por uma noite em refrigerador. Em seguida, filtrou-se para um Becker de 100 mL, também envolto em alumínio. Imediatamente, procedeu-se à leitura da absorbância, a 535 nm, com os resultados expressos em  $\text{mg.100 g}^{-1}$  de polpa e calculados através da fórmula: fator de diluição x absorbância/98,2.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 13, tendo como fatores clones e tempos, respectivamente. Foram utilizadas 3 repetições, de cada embalagem contendo 100 g de polpa de acerola congelada.

Os resultados foram avaliados estatisticamente através de análise de variância, e verificando interação entre os fatores, o tempo foi desdobrado dentro de cada clone e os resultados submetidos à análise de regressão polinomial. Foram consideradas equações de até 3º grau. O coeficiente de determinação mínimo para utilização das curvas foi de 0,70. As análises foram realizadas com auxílio do programa SISVAR versão 3.01.

## 3 Resultados e discussão

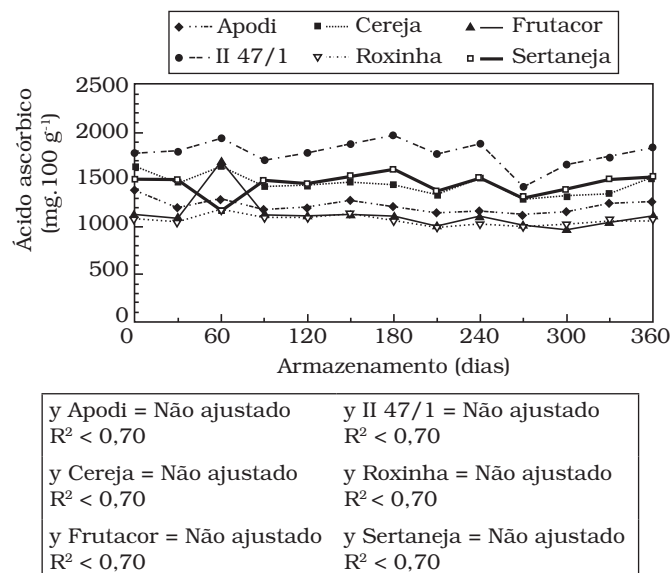
Houve pequeno decréscimo no teor de ácido ascórbico em todos os clones durante o armazenamento, provavelmente devido à alta acidez da polpa, que auxilia na manutenção deste nutriente.

Ao final do experimento, o clone II 47/1 permaneceu com 1836,79  $\text{mg.100 g}^{-1}$  de ácido ascórbico, enquanto o Roxinha

com 1068,12 mg.100 g<sup>-1</sup> (Figura 1). Resultados próximos foram encontrados por OLIVEIRA et al.<sup>13</sup> de 470,24 até 1655,53 mg.100 g<sup>-1</sup>, estudando polpas congeladas de frutos de aceroleiras comercializadas nos Estados da Paraíba e Pernambuco.

YAMASHITA et al.<sup>20</sup>, estudando a estabilidade do ácido ascórbico em produtos de acerola, determinaram perdas de aproximadamente 3% em polpas de acerola armazenadas a -12 e -18 °C durante um período de quatro meses, bem inferiores às encontradas por ARAÚJO et al.<sup>4</sup> de 2,77 a 17,88% em quatro diferentes clones de aceroleira, armazenadas por 12 meses.

O clone II 47/1 se destacou entre os demais clones estudados, quanto ao teor desta vitamina, além de apresentar a maior concentração no início do experimento, mantendo essa característica durante todo o armazenamento.



**Figura 1.** Ácido ascórbico (mg.100 g<sup>-1</sup>) da polpa de frutos de clones de aceroleira conservada por congelamento (-18 °C) por 12 meses.

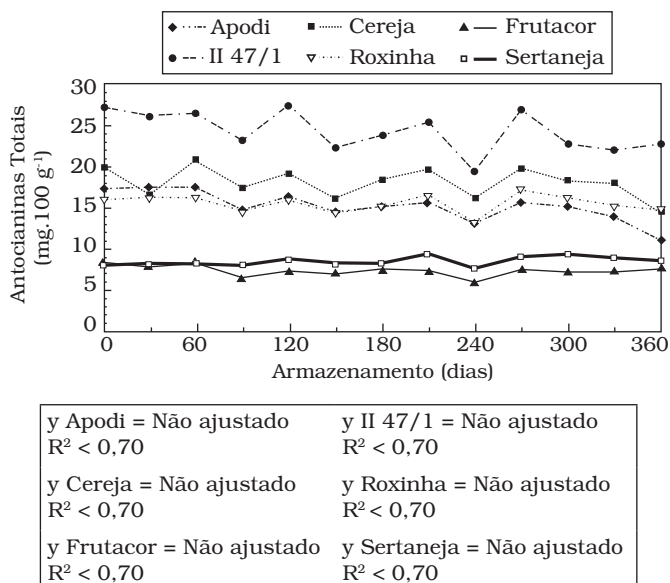
O teor de antocianinas totais foi estável ao longo do período de armazenamento nos clones Frutacor e Sertaneja, enquanto nos demais houve diminuição de até 36,27%, como no caso do clone Apodi (Figura 2).

As antocianinas são pigmentos responsáveis pela coloração vermelha na acerola, daí a importância de mensurá-las, pois o interesse comercial está principalmente na aparência, sendo que a polpa de acerola amarelada será provavelmente recusada pelos consumidores.

Perdas próximas às encontradas neste trabalho foram verificadas em diversas pesquisas. LIMA et al.<sup>11</sup> determinaram perda de 4,27 e 3,75% em armazenamento da polpa congelada de acerola por 180 dias, enquanto AGOSTINI-COSTA et al.<sup>1</sup> encontraram redução de 14% em 12 meses de armazenamento da polpa congelada de acerola, e LIMA et al.<sup>12</sup> encontraram

redução de 3,4 até 23,6% em 12 diferentes acessos de aceroleira por um período de armazenamento da polpa congelada de seis meses.

O clone II 47/1 foi o que apresentou maiores teores de antocianinas totais desde a obtenção da polpa, até o final do experimento. A manutenção deste pigmento é de fundamental importância para o transporte, armazenamento e comercialização do produto durante longos períodos.



**Figura 2.** Antocianinas totais (mg.100 g<sup>-1</sup>) da polpa de frutos de clones de aceroleira conservada por congelamento (-18 °C) por 12 meses.

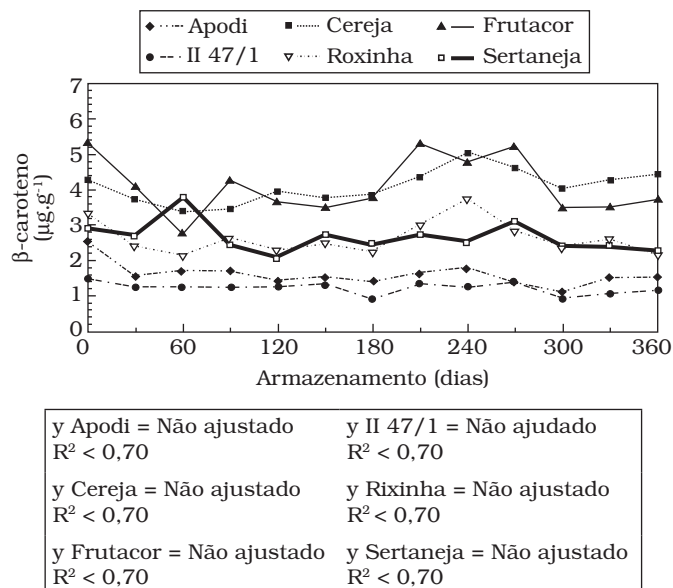
Os valores iniciais de  $\beta$ -caroteno na polpa dos frutos estudados variaram de 1,48 (II47/1) a 5,34  $\mu\text{g.g}^{-1}$  (Frutacor). AGUIAR<sup>2</sup> encontrou teores de  $\beta$ -caroteno em frutos maduros de aceroleira de experimentos de melhoramento genético localizados em Brasília-DF, Ibiapina e Pacajus (CE) de 0,3 a 11,28  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , sendo a média geral de 3,54  $\mu\text{g.g}^{-1}$ .

A concentração de  $\beta$ -caroteno foi estável no clone Cereja enquanto nos demais decresceu de 21,45% no II 47/1 até 39,54% no Apodi durante todo o período do experimento (Figura 3). Perdas equivalentes foram encontradas por AGOSTINI-COSTA et al.<sup>1</sup>, 26% e ARAÚJO et al.<sup>4</sup> 35,06%.

Os carotenos de um modo geral se apresentam na cor amarela, no caso da acerola, devido ao elevado teor de antocianinas totais, esta coloração não é representativa como em outros frutos. De um modo geral os clones em que se determinou menor teor de  $\beta$ -caroteno foram observadas as mais elevadas concentrações de antocianinas totais.

#### 4 Conclusões

O clone II 47/1 foi, dentre os estudados, o que apresentou maiores teores de ácido ascórbico e antocianinas totais em sua polpa, mantendo estas características durante o período de 360 dias de armazenamento.



**Figura 3.**  $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) da polpa de frutos de clones de aceroleira conservada por congelamento ( $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por 12 meses.

A concentração de  $\beta$ -caroteno apresentou-se estável no clone Cereja durante todo o período do experimento, demonstrando superioridade com relação ao encontrado no mercado atual para os mesmos frutos.

## Referências bibliográficas

- AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.
- AGUIAR, L. P.  $\beta$ -caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético. 2001. 87 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- ALVES, R. E. Qualidade de acerola submetida à diferentes condições de congelamento, armazenamento e aplicação pós-colheita de cálcio. 1999. 117 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ARAUJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; MOURA, C. H. M. Estabilidade da polpa de frutos de novos clones de aceroleira conservada por congelamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004. Recife. *Anais...* Recife: CBCTA, 2004. CD-ROM.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Vitamins e other nutrients, 1995, Chapter 45, p. 4. Washington D.C.
- CARNEIRO, C. S. Estruturação e morfologia de cristais de gelo sob a influência de concentrações e combinações de substâncias diversas. 1997. 135 f. Dissertação (Mestrado em
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 783p.
- FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. Produtos. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da acerola**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 164-184, 2003.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.) **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181-207.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Soluções fruta a fruta: acerola**. São Paulo, 1995. 59 p.
- LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, L. S.; LIMA, D. E. S. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 669-670, 2002.
- LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, D. E. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.
- OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, caju e caju. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.
- PAIVA, J. R.; CAVALCANTE, J. J. V.; SABRY NETO, H.; FREITAS, A. S. M.; SOUSA, F.H.L. Variabilidade genética em caracteres morfológicos de populações de plantas jovens de acerola. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 350-352, 2001.
- PAIVA, J. R.; CORREIA, M. P. F.; FREIRE, F. C. O.; BRAGA SOBRINHO, R. JUCÁ, W. Seleção massal de acerola em plantio comercial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 3, p. 505-511, 1999.
- RAMALHO, R. A.; ANJOS L. A.; FLORES H. Valores séricos de vitamina A e teste terapêutico em pré-escolares atendidos em uma unidade de saúde do Rio de Janeiro. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 14, n. 1, p. 5-12, 2001.
- SILVA, J. J. M. Fatores que afetam o conteúdo do ácido ascórbico da acerola (*Malpighia glabra* L.). *Caderno de Agricultura*. v. 1, n. 1, 1994. p. 23.
- SOARES FILHO, W. S.; OLIVEIRA, J. R. P. Introdução. In: RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. **A cultura da acerola**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p. 15-16.
- STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.
- YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNÁNDEZ, J. G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.