

# INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE FRUTOS DE LARANJEIRAS SANGUÍNEAS QUANTO A SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E CONCENTRAÇÃO DE ANTOCIANINAS

RODRIGO ROCHA LATADO<sup>1</sup>, VANESSA VOIGT<sup>1</sup>, PEDRO CÉSAR DOS SANTOS<sup>2</sup>  
e LENICE MAGALI DO NASCIMENTO<sup>1</sup>

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivos caracterizar onze parâmetros físico-químicos e determinar o acúmulo de antocianinas de frutos inteiros e do suco de laranjas sanguíneas, a partir de lotes de frutos avaliados no dia da colheita e após o tratamento dos frutos por até 60 dias, sob refrigeração a 10°C. Utilizaram-se dez variedades de laranjeiras sanguíneas pertencentes ao Banco de Germoplasma do Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC. Essas variedades apresentaram sucos de frutos sem antocianinas ou com baixos teores, quando processados no mesmo dia da colheita. O armazenamento dos frutos nas condições do experimento induziu ao acúmulo de antocianinas nos sucos com concentrações estatisticamente diferentes (Teste Scott-Knott,  $\alpha = 0,05$ ) nas variedades avaliadas. As do grupo Moro apresentaram suco contendo os maiores teores de antocianinas. A maioria das variedades foi considerada como semelhante entre si quanto aos parâmetros físicos e químicos avaliados, e adequada ao consumo como fruta de mesa e/ou processamento. A conservação dos frutos durante 60 dias em câmara fria alterou algumas das características físico-químicas dos frutos e do suco, mas não tão drasticamente que impossibilitasse o seu uso comercial.

**Termos de indexação:** Citrus, laranja, pigmento, suco, conservação, frio.

---

<sup>1</sup> Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC, 13.490-970, Cordeirópolis (SP). E-mail: van\_voigt@yahoo.com.br; lenice@centrodecitricultura.br; rodrigo@centrodecitricultura.br

<sup>2</sup> UNESP-Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, Centro, 15385-000, Ilha Solteira (SP). E-mail: santospc@agr.feis.unesp.br

## SUMMARY

### INFLUENCE OF COLD STORAGE ON THE CONCENTRATION OF ANTHOCYANINS AND THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF BLOOD ORANGE FRUITS

This study aimed to characterize eleven physical and chemical parameters of fruits and fruit juices and to determine the accumulation of anthocyanins in juices, in samples evaluated on the harvest day and during 60 days of fruit storage, under refrigeration conditions, at 10°C. Ten blood orange varieties from the Germplasm Bank of the Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC were used in these experiments. The evaluated blood orange varieties showed none or low anthocyanin content in fruit juices, when evaluated on the day of the harvest. The fruit storage under experimental conditions induced the accumulation of anthocyanins in juices with statistically different concentrations among varieties (Scott-Knott test,  $\alpha = 0.05$ ). The varieties of the Moro group presented juice with the highest levels of anthocyanin. Most of the blood orange evaluated varieties was considered similar in physical and chemical parameters and suitable for consumption as a fresh fruit and/or to processing. The fruit storage for 60 days at 10°C affected some physical and chemical characteristics of the fruit and the juice, but not dramatically enough that can restrain its commercial use.

**Index terms:** Citrus, orange, pigment, juice, storage, cold.

## 1. INTRODUÇÃO

As laranjeiras sangüíneas são caracterizadas pela coloração vermelho intensa (violácea) da polpa e do suco, devido a sua capacidade de produzir antocianinas (BITTERS, 1961). Esses pigmentos, considerados como fonte de cores para os produtos alimentares, podem ser tidos como agentes terapêuticos por possuírem a capacidade de inativar radicais livres, atuando na prevenção de algumas doenças coronárias e de certos tipos de câncer (ROSS & KASUM, 2002).

As principais antocianinas presentes nos frutos das laranjeiras sanguíneas são a cianidina-3-glucosídeo e a cianidina-3 (6'-malonil glucosídeo), responsáveis pela sua coloração avermelhada (HILLEBRAND et al., 2004; LO PIERO et al., 2005). KELEBEK et al. (2008) identificaram e quantificaram seis tipos de antocianinas presentes no suco de frutos de laranjeiras Moro e Sanguinello, encontrando-se a cianidina-3-glucosídeo e a cianidina-3 (6'-malonil glucosídeo) em maior quantidade no suco, em ambas as variedades.

O Banco Ativo de Germoplasma do Centro APTA Citros Sylvio Moreira/IAC (BAG-Citros/IAC) apresenta 17 variedades pertencentes ao grupo das laranjeiras sanguíneas, sendo a maioria originada da região do Mediterrâneo. No Brasil, ainda não são cultivadas comercialmente, mas apresentam grande potencial, por serem as únicas variedades capazes de produzir frutos contendo antocianinas.

Nessas variedades, a síntese e o acúmulo de antocianinas no suco dos frutos dependem de vários fatores, dentre os quais a ocorrência de clima ameno ou de alta amplitude térmica diária na região de cultivo (MEREDITH & YOUNG, 1969), bem como o efeito de genótipos (RAPISARDA & GIUFFRIDA, 1992; KELEBEK et al., 2008; LATADO et al., 2008).

Pode-se obter o incremento na concentração de antocianinas nos frutos e no suco de algumas das variedades de laranjeiras sanguíneas por tratamento pós-colheita dos frutos, mantidos em baixas temperaturas durante um período variável entre 30 e 90 dias. RAPISARDA et al. (2001) observaram o acúmulo de antocianinas em frutos de laranjeiras Tarocco e Moro quando conservados a 8°C, durante até 85 dias. LO PIERO et al. (2005) também obtiveram resultados semelhantes com frutos de laranja Tarocco quando conservados a 4°C, durante o máximo de 75 dias.

O presente estudo teve dois objetivos, a saber: 1º) caracterizar fisicamente frutos e, quimicamente o suco de variedades de laranjeiras sanguíneas pertencentes ao BAG-Citros/IAC e 2º) determinar a influência do armazenamento a frio no acúmulo de antocianinas no suco de frutos e nas propriedades físico-químicas, respectivamente, de frutos e de suco.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Desenvolveram-se dois experimentos e no primeiro deles (Experimento I – avaliação dos frutos e do suco no mesmo dia da colheita) utilizaram-se frutos de dez variedades de laranjeiras sanguíneas, coletados no BAG-Citros/IAC (Cordeirópolis/SP; latitude: 22°32' sul, longitude: 47°27' oeste e altitude: 639m): Moro Acireale (CN 45), Moro Acireale-3 (CN 47), Malta Blood-Argentina (CN 75), Blood Oval (CV 87), Ruby Blood (CN 157), Sanguínea cv. (CN 428), Doble Fina Blood (CN 1333), Sanguínea Vascaro (CN 1349), Tarocco Blood (CN 1371) e Sanguínea Rotuma Blood (CN 1372), além de frutos de laranjeira Pêra, usados como controle.

Cada variedade era representada por três plantas com 19 anos de idade, todas cultivadas sem irrigação e enxertadas sobre tangerineira Cleópatra.

Realizou-se a avaliação das características físico-químicas dos frutos e do suco de frutos, com a coleta de amostras de frutos em três datas: 12 de junho, 14 de julho e 15 de agosto de 2008. Em cada data e para cada variedade, coletaram-se amostras ao acaso de dez frutos, cujas variáveis físicas foram: massa, altura e largura. Calcularam-se, também, a relação altura/largura dos frutos (A/L) e o número de frutos por caixa (40,8 kg), por meio da fórmula:  $40.800/\text{massa de um fruto (g)}$ .

Extraiu-se suco dos frutos de cada uma das três amostras temporais em extratora FMC Centenário e, posteriormente, aferiu-se a massa, teor de sólidos totais (ST), acidez total (AT) e teor de vitamina C, conforme método descrito por LATADO et al. (2008). Para cada amostra, calculou-se também o *ratio* do suco (relação ST/AT), o rendimento de suco dos frutos [(massa do suco de dez frutos/massa de dez frutos)\*100] e o teor de sólidos totais por caixa [ $\text{ST}/\text{caixa} = (\text{ST}/100) * (\text{rendimento de suco}/100) * 40,8$ ], expresso em quilograma de ST.caixa<sup>-1</sup>.

Montou-se o experimento I com delineamento fatorial (fontes de variação: variedade, tempo e interação variedade x tempo), sendo os valores médios referentes aos onze parâmetros mensurados submetidos à análise de variância (teste F) e comparados estatisticamente pelo teste Scott-Knott ( $\alpha = 0,05$ ), utilizando-se *software* SASM-Agri – Sistema para Análise e Sepa-

ração de Médias em Experimentação Agrícola (ALTHAUS et al., 2001), o qual compara e agrupa médias estatisticamente similares entre si. Visando determinar o padrão de acúmulo ou de redução de ST, AT, *ratio* e teor de vitamina C no suco ao longo da maturação dos frutos, realizaram-se, ainda, para essas quatro variáveis, análises de regressão linear e testes de paralelismo e de coincidência das retas ( $\alpha = 0,05$ ) (software ESTAT, versão 2.0/2001), utilizando-se os dados das três épocas de colheita dos frutos.

Realizou-se o experimento II (avaliação dos frutos e do suco aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a colheita e tratamento de refrigeração) com as mesmas variedades, exceto a laranja Sanguínea Vascaro (CN 1349), e adicionalmente, incluiu-se a laranja Sanguínea Blood Red (CN 1375). Como controle, empregou-se a laranja Valência.

Em agosto de 2007, coletaram ao acaso amostras de aproximadamente 200 frutos de cada uma das variedades, lavaram-nos em água corrente, desinfetaram-nos superficialmente por meio de imersão durante cinco minutos em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 5% e secaram-nos à temperatura ambiente. Em seguida, acondicionaram-nos em caixas de papelão, armazenando-os em câmara fria a 10°C e 90% de U.R. (umidade relativa), durante 60 dias.

Para cada uma das cinco épocas de avaliação (0, 15°, 30°, 45° e 60° dia após a colheita) retiraram-se duas amostras de cinco frutos de cada variedade, as quais se avaliaram, primeiramente, quanto aos parâmetros físicos dos frutos – como descrito no experimento I. Na sequência, extraiu-se e homogeneizou-se o suco dos frutos de cada amostra, avaliando-se os mesmos parâmetros químicos anteriormente descrito (experimento I).

Na quantificação dos teores de antocianinas totais no suco dos frutos (expresso em mg antocianinas L de suco<sup>-1</sup>) empregou-se o método espectrofotométrico, conforme descrito por LATADO et al. (2008), a partir de uma alíquota de 12mL de suco filtrado com peneira plástica fina e centrifugado a 3.500rpm, durante dez minutos.

Efetuarão-se as análises estatísticas, como citado no primeiro ensaio, acrescidas das análises estatísticas dos dados de teores de antocianinas totais observados nas diversas variedades, em cada tempo de armazenamento separadamente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados médios dos parâmetros físico-químicos dos frutos e do suco dos frutos referentes ao experimento I encontram-se na Tabela 1. O fator tempo influenciou significativamente apenas a magnitude dos parâmetros acidez total, *ratio* e teor de vitamina C do suco dos frutos, nas diversas variedades ( $0,0001 \leq p \leq 0,005$ ). O fator variedade sofreu influência em todos os parâmetros estudados ( $0,0001 \leq p \leq 0,048$ ), enquanto a intenção variedade x tempo foi não significativa para todos os parâmetros, o que demonstra que as variedades se comportaram de maneira uniforme nas diversas colheitas de frutos.

Entre as variedades estudadas, somente a laranja Moro Acireale 3 (CN 47) apresentou frutos com menor tamanho e massa em relação à laranja Pêra, mas dentro do padrão aceito pelo mercado de frutas frescas, isto é, com altura e largura de fruto acima ou próxima de 6 cm (DOMINGUES et al., 1997).

A laranja Blood Oval (CN 87) apresentou frutos com formato distinto das demais, porém, semelhante aos do controle, ambos com formato obovolado (relação A/L próxima de 1,15), enquanto os das laranjas Ruby Blood (CN 157) e Sanguínea cv. (CN 428) apresentaram-se com formato esférico (relação A/L menor que 1,0).

Dois grupos de variedades de laranjas foram distinguidos quanto ao parâmetro rendimento de suco dos frutos (Scott-Knott, 5%), classificando-se a laranja Pêra no grupo das que possuem frutos com maior rendimento de suco (51,3%-54,2%), que incluem as laranjas Moro Acireale (CN 45), Moro Acireale-3 (CN 47), Malta Blood-Argentina (CN 75), Blood Oval (CV 87) e Sanguínea Vascaro (CN 1349). Para o parâmetro teor de sólidos totais por caixa (ST caixa<sup>-1</sup>), as variedades superiores foram Moro CN 45 e 47, seguidas de Malta Blood (CN 75) e Sanguínea Rotuma Blood (CN 1372), que formaram outro grupo, e as demais variedades (Tabela 1). Em resumo, todas as variedades avaliadas apresentaram, em maior ou menor grau, características físicas adequadas para sua comercialização e processamento.

Os dados e as respectivas regressões lineares do parâmetro teor de sólidos totais do suco de frutos (experimento I) encontraram-se na Figura 1A. Nesta, pode-se observar que os teores de sólidos totais se situaram na

faixa entre 8,8 e 13,0°brix, com a tendência de incremento ao longo das coletas para algumas variedades e ligeira redução no teor de sólidos totais para outras (Figura 1A).

**Tabela 1.** Médias dos dados de parâmetros físico-químicos de frutos e de suco de frutos, de onze variedades de laranjeira, com coletas em junho, julho e agosto de 2008, em Cordeirópolis, (SP)<sup>(1)</sup>

Variedade <sup>(2)</sup>	Massa (g)	Altura (cm)	Largura (cm)	Relação A/L	Número frutos cx <sup>-1</sup>	Rendimento de suco (%)	ST/caixa (kg cx <sup>-1</sup> )
CN 45	141,5 b	7,0 a	6,4 b	1,10 b	289,5 b	53,9 a	2,60 a
CN 47	116,8 c	6,4 b	5,9 c	1,09 b	350,3 a	52,1 a	2,53 a
CN 75	166,3 a	6,9 a	6,9 a	1,01 c	247,5 c	54,2 a	2,33 b
CV 87	149,3 b	7,2 a	6,4 b	1,13 a	276,7 b	52,2 a	2,17 c
CN 157	173,2 a	7,0 a	7,2 a	0,98 d	237,5 c	49,3 b	1,84 d
CN 428	185,3 a	7,1 a	7,3 a	0,97 d	220,5 c	49,0 b	1,87 d
CN 1333	143,2 b	7,0 a	6,3 b	1,10 b	287,8 b	47,3 b	2,18 c
CN 1349	171,0 a	7,0 a	7,0 a	1,01 c	241,2 c	53,0 a	1,96 d
CN 1371	138,2 b	7,0 a	6,3 b	1,11 b	297,8 b	49,8 b	2,12 c
CN 1372	178,9 a	7,2 a	7,1 a	1,03 c	231,5 c	49,1 b	2,26 b
Pêra	141,5 b	7,1 a	6,3 b	1,14 a	289,0 b	51,3 a	2,06 c
Tempo	0,4 ns	1,3 ns	1,9 ns	0,4 ns	0,6 ns	4,6 ns	0,01 ns
Variedade <sup>(3)</sup>	4,1 *	2,9 *	10,7 **	40,3 **	5,8 **	3,5 *	14,0 **
Variedade x tempo	0,2 ns	0,5 ns	0,4 ns	0,8 ns	0,4 ns	0,4 ns	2,0 ns
CV (%)	11,6	3,1	3,5	1,6	10,1	4,1	5,3

<sup>(1)</sup>Média de duas amostras (cinco frutos/época de colheita) de cada variedade. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup>Legenda: CN 45-Moro Acireale; CN 47-Moro Acireale-3; CN 75-Malta Blood-Argentina; CV 87-Blood Oval; CN 157-Ruby Blood; CN 428-Sanguínea cv.; CN 1333-Doble Fina Blood; CN 1349-Sanguínea Vascaro; CN 1371-Tarocco Blood e CN 1372-Sanguínea Rotuma Blood.

<sup>(3)</sup>\* e \*\* - significativos ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A maioria das variedades apresentou suco com tendência de redução da acidez ao longo das coletas, podendo-se definir dois grupos - um formado por laranjeiras com suco de baixa acidez, caso da Sanguínea cv. (CN 428), e outro, por laranjeiras com sucos mais ácidos, como os das variedades Doble Fina Blood (CN 1333) e Blood Oval (CV 87) (Figura 1B). O *ratio* dos sucos foi o parâmetro em que se observou a maior diferença entre as variedades, - 5,3 e 14,7 -, e tendência de incremento ao longo das coletas na maioria delas (Figura 1C).

As análises de regressão e os testes de paralelismo e coincidência de retas dos dados de teor de sólidos totais, acidez e *ratio* do suco possibilitaram identificar as variedades que apresentavam padrão de maturação diferente em relação à laranjeira Pêra. As laranjeiras Sanguínea cv. (CN 428) e Tarocco Blood (CN 1371) foram classificadas como tendo frutos com maturação mais precoce, devido à produção de frutos com menor acidez e/ou maior *ratio*, enquanto as laranjeiras Doble Fina Blood (CN 1333) e Blood Oval (CV 87) foram consideradas como de maturação mais tardia de frutos, por produzirem fruto contendo suco com maior acidez e/ou *ratio* significativamente menor. As demais foram tidas como variedades com maturação de frutos na meia-estação, de forma semelhante à laranjeira Pêra. Esses parâmetros também foram usados por DOMINGUES et al. (1997), LATADO et al. (2008) e RAPISARDA et al. (2008) para definir os estádios de maturação e a melhor época de colheita dos frutos de diversas variedades.

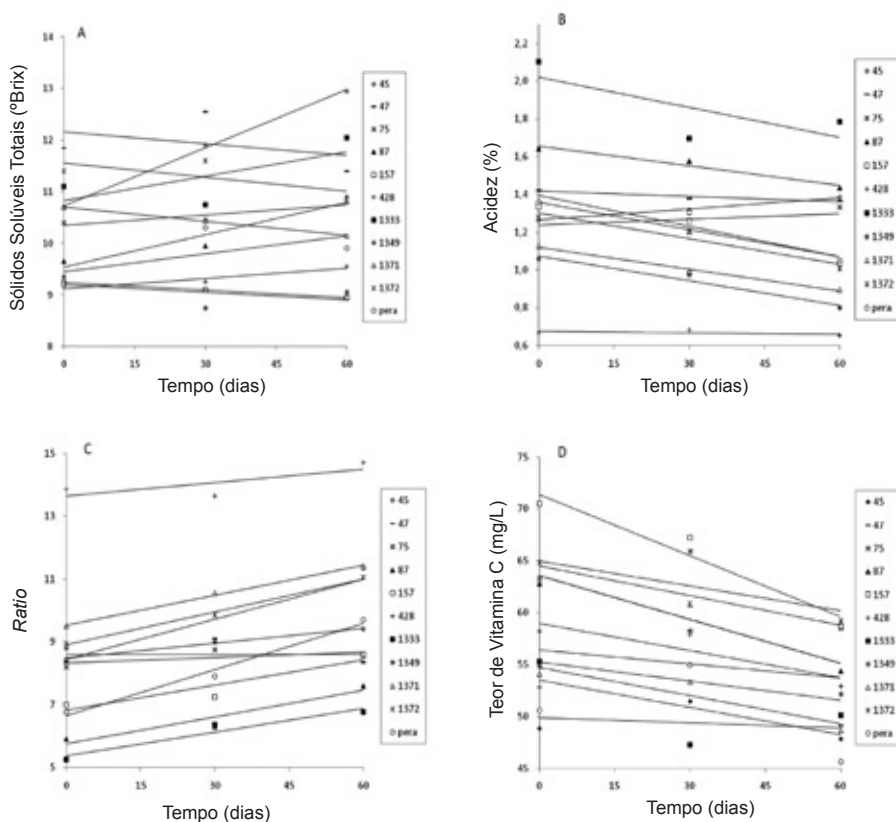
Todas as variedades apresentaram redução no teor de vitamina C no suco dos frutos ao longo das três coletas (Figura 1D), com valores entre 45,6 e 70,5 mg L<sup>-1</sup> de suco. RAPISARDA et al. (2008) observaram aumento dos teores de vitamina C nos primeiros 30 dias de avaliação, seguido de uma redução nos 30 dias subsequentes, em um estudo com dois híbridos triplóides resultantes do cruzamento entre Clementina Monreal diplóide e laranjeira Tarocco tetraplóide.

A análise estatística dos teores de antocianinas totais presentes no suco dos frutos de onze variedades de laranjeira, com avaliação conjunta dos dados de vários tempos de tratamento sob refrigeração (experimento II) demonstraram que os fatores tempo, variedade e a interação tempo x variedade, influenciaram significativamente esse parâmetro ( $p \leq 0,0001$ ). Dessa



forma, foi necessário comparar os resultados médios das variedades (Tabela 2), em cada tempo, separadamente.

Logo após a colheita, os frutos de diversas variedades não apresentaram antocianinas, à exceção das laranjeiras Moro Acireale (CN 45) e Moro Acireale-3 (CN 47), que relevaram baixos teores (Tabela 2).



**Figura 1.** Gráficos e as regressões lineares dos dados dos parâmetros teor de sólidos totais (A), acidez (B), *ratio* (C) e teor de vitamina C (D), do suco de frutos de variedades de laranja sanguínea e da laranja Pêra (controle), com coletas em junho, julho e agosto de 2008, em Cordeirópolis, (SP). Legenda: CN 45-Moro Acireale; CN 47-Moro Acireale-3; CN 75-Malta Blood-Argentina; CV 87-Blood Oval; CN 157-Ruby Blood; CN 428-Sanguínea cv.; CN 1333-Doble Fina Blood; CN 1349-Sanguínea Vascaro; CN 1371-Tarocco Blood e CN 1372-Sanguínea Rotuma Blood.

Segundo MEREDITH & YOUNG (1969), isso pode ser explicado pela existência de temperaturas médias diárias mais elevadas no local de cultivo das plantas durante o outono e o inverno, o que pode ter resultado na baixa produção natural de antocianinas nos frutos. RAPISARDA et al. (2008) também observaram que o suco de frutos dos híbridos Tacle e Clara apresentaram baixos teores de antocianinas, 12,9 e 1,8 mg L<sup>-1</sup> respectivamente, mesmo quando cultivados na Itália, em condições de clima mais frio no inverno.

**Tabela 2.** Médias dos teores de antocianinas totais presentes no suco dos frutos de onze variedades de laranjeira, com avaliações após a colheita (dia 0) e durante o tratamento térmico (10°C, por até 60 dias)<sup>(1)</sup>

Variedade <sup>(2)</sup>	Teores de antocianinas no suco (mg L <sup>-1</sup> )				
	dia 0	15º dia	30º dia	45º dia	60º dia
CN 45	9,4 a	22,6 a	66,2 a	117,9 a	100,0 a
CN 47	2,2 b	22,0 a	75,6 a	99,1 a	106,8 a
CN 75	0,0 c	3,9 b	10,1 b	47,1 b	69,6 a
CV 87	0,0 c	9,7 b	0,0 b	3,5 c	3,1 b
CN 157	0,0 c	0,0 b	1,6 b	0,0 d	0,6 b
CN 428	0,0 c	0,0 b	6,6 b	0,0 d	0,0 b
CN 1333	0,0 c	0,0 b	2,9 b	0,0 d	7,6 b
CN 1371	0,0 c	0,0 b	0,0 b	1,5 d	1,5 b
CN 1372	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 d	0,3 b
CN 1375	0,0 c	0,0 b	0,0 b	7,5 c	18,9 b
Valência	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 d	0,0 b
Variedade <sup>(3)</sup>	30,8**	5,9**	18,8**	71,3**	23,8**
CV (%)	18,7	55,2	38,5	20,1	29,4

<sup>(1)</sup> Média de duas amostras, de cinco frutos de cada variedade. Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> Legenda: CN 45-Moro Acireale; CN 47-Moro Acireale-3; CN 75-Malta Blood-Argentina; CV 87-Blood Oval; CN 157-Ruby Blood; CN 428-Sanguínea cv.; CN 1333-Doble Fina Blood; CN 1371-Tarocco Blood; CN 1372-Sanguínea Rotuma Blood e CN 1375- Sanguínea Blood Red.

<sup>(3)</sup> Valor de F calculado para análises realizadas em cada tempo separadamente. \*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

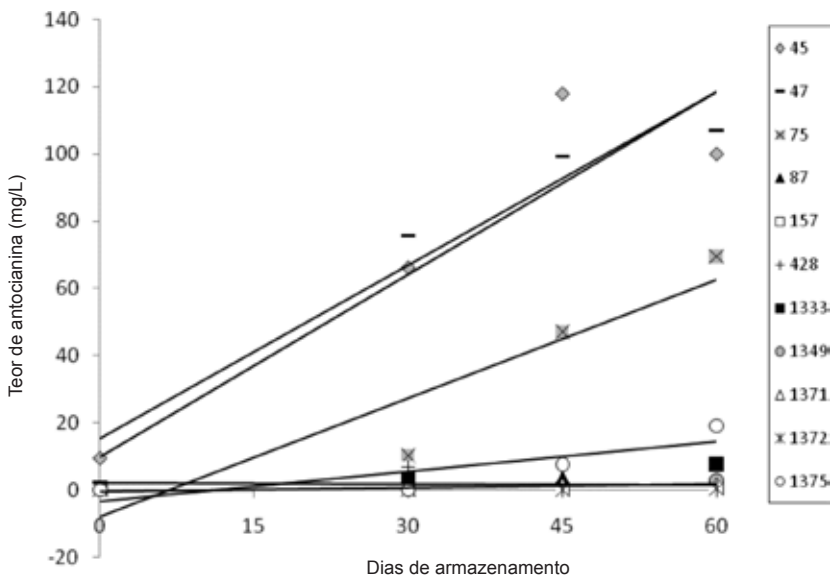
As análises de regressão linear e os testes de coincidência e paralelismo de retas demonstraram que as variedades Moro Acireale (CN 45) e Moro Acireale-3 (CN 47) foram as que mais acumularam antocianinas no suco durante o tratamento térmico no frio, apresentando padrão idêntico entre si (teste F para coincidência e teste t para paralelismo de retas, não significativos,  $F = 0,03$  e  $t = -0,13$ ), seguidas da laranjeira Malta Blood-Argentina (CN 75), com padrão intermediário, e da laranjeira Sanguínea Blood Red (CN 1375), com suco contendo baixo conteúdo de antocianinas. As outras variedades não acumularam antocianinas (Figura 2). KELEBEK et al. (2008) comprovaram que a variedade Moro também acumulou maiores teores de antocianinas em comparação com a Sanguinello, quando cultivadas na Turquia.

Nas Figuras 3A e 3C, observa-se a coloração amarela da polpa dos frutos e dos sucos dos frutos das onze variedades de laranjeira sanguínea e do controle, na condição inicial (sem tratamento térmico), e coloração vermelha mais intensa da polpa e do suco de algumas variedades, durante o tratamento térmico dos frutos a 10°C, por 60 dias (Figuras 3B e 3D). LATADO et al. (2008) também observaram diferenças entre oito variedades de laranjeiras sanguíneas quanto à capacidade de acumular antocianinas no suco dos frutos, utilizando o mesmo tratamento térmico, com a observação do acúmulo máximo de 164,1 mg L<sup>-1</sup> no suco de laranjeira Moro Acireale-2 e 71,9 mg L<sup>-1</sup> no de Tarocco.

Para os demais parâmetros físicos e químicos e do suco do experimento II, as análises estatísticas demonstraram que houve um efeito significativo para o fator tempo (dias de armazenamento), em todos os parâmetros avaliados ( $0,0001 \leq p \leq 0,044$ ), à exceção do rendimento de suco ( $p \geq 0,27$ ). O fator variedade também influenciou todos os parâmetros estudados ( $0,0001 \leq p \leq 0,0036$ ), enquanto a interação variedade x tempo foi sempre não significativa ( $p \geq 0,084$ ). Segundo tais resultados, o tratamento térmico de frutos resultou em alterações em vários parâmetros físicos e químicos dos frutos e dos sucos, mas de forma uniforme, para todas as variedades estudadas e nos diversos tempos.

Para a maioria das variedades, observou-se uma tendência à redução da altura, largura (dados não apresentados) e da massa dos frutos durante o tratamento térmico (Figura 4A), provavelmente devido à perda de água causada pela evapotranspiração, o que levou ao murchamento dos frutos, com conseqüente redução do tamanho e da massa.

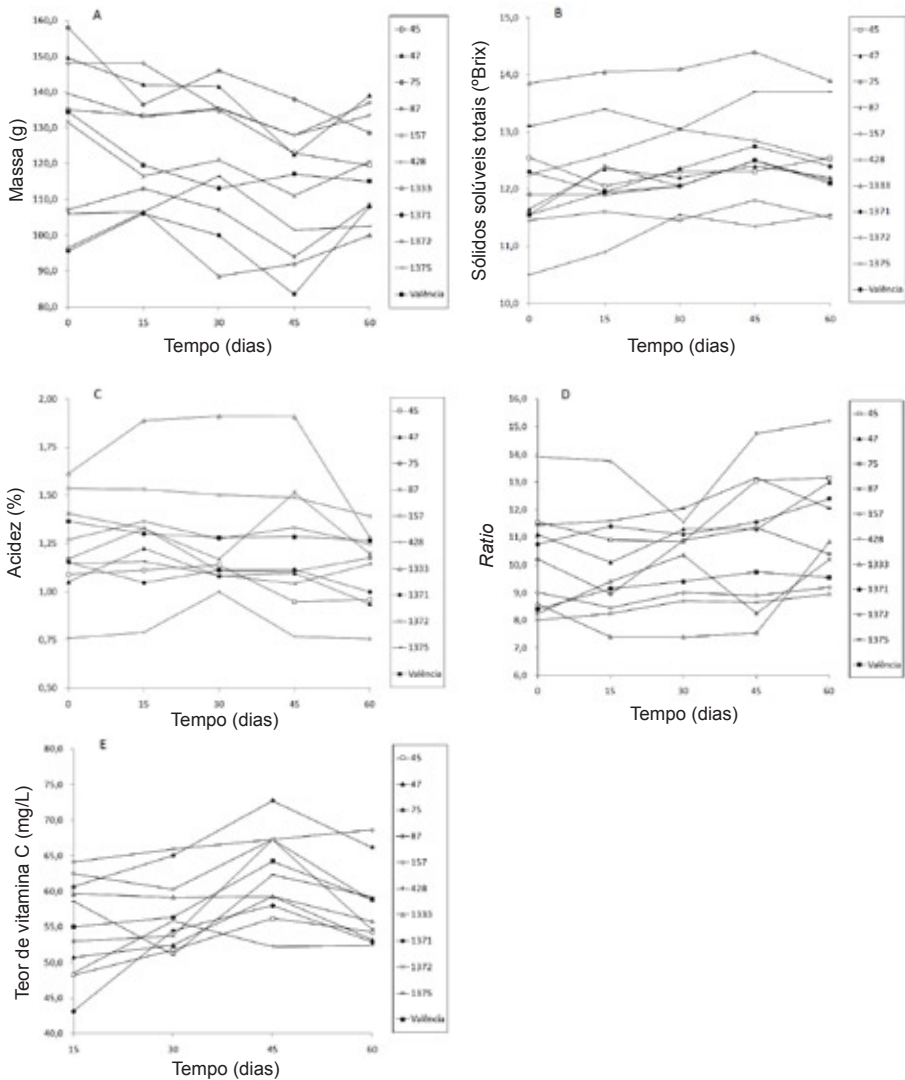
Variedade	Equação da reta	Coefficiente de determinação
CN 45	$y = 1,84x + 7,91$	$R^2 = 0,86$
CN 47	$y = 1,91x + 3,86$	$R^2 = 0,94$
CN 75	$y = 1,22x - 10,33$	$R^2 = 0,88$
CV 87	$y = -0,00x + 3,25$	$R^2 = 0,0001$
CN 157	$y = 0,008x + 0,20$	$R^2 = 0,08$
CN 428	$y = 0,001x + 1,32$	$R^2 = 0,0001$
CN 1333	$y = 0,10x - 0,93$	$R^2 = 0,52$
CN 1371	$y = 0,03x - 0,29$	$R^2 = 0,75$
CN 1372	$y = 0,001x - 0,05$	$R^2 = 0,50$
CN 1375	$y = 0,30x - 3,78$	$R^2 = 0,75$



**Figura 2.** Gráfico e regressões lineares dos teores de antocianinas totais presentes no suco dos frutos de laranjeiras sanguíneas, tratados termicamente em câmara fria (10°C), durante até 60 dias. Legenda: CN 45-Moro Acireale; CN 47-Moro Acireale-3; CN 75-Malta Blood-Argentina; CV 87-Blood Oval; CN 157-Ruby Blood; CN 428-Sanguínea cv.; CN 1333-Doble Fina Blood; CN 1371-Tarocco Blood; CN 1372-Sanguínea Rotuma Blood e CN 1375- Sanguínea Blood Red.



**Figura 3.** Amostras de frutos de variedades de laranjeira no dia da colheita (A) e após 60 dias de tratamento térmico em câmara fria (10°C) B. Amostras de suco de frutos de doze variedades de laranjeira no dia da colheita C. e após 60 dias de tratamento térmico em câmara fria (10°C) D. Legenda: CN 45-Moro Acireale; CN 47-Moro Acireale-3; CN 75-Malta Blood-Argentina; CV 87-Blood Oval; CN 157-Ruby Blood; CN 428-Sanguínea cv.; CN 1333-Doble Fina Blood; CN 1349-Sanguínea Vascaro; CN 1371-Tarocco Blood; CN 1372-Sanguínea Rotuma Blood e CN 1375- Sanguínea Blood Red.



**Figura 4.** Gráficos dos parâmetros massa dos frutos (A), teor de sólidos totais (B), acidez total (C), *ratio* (D) e teor de vitamina C (E), do suco de frutos de variedades de laranja sanguínea e de laranja Valência (controle), tratados termicamente em câmara fria (10°C), durante até 60 dias. Legenda: CN 45-Moro Acireale; CN 47-Moro Acireale-3; CN 75-Malta Blood-Argentina; CV 87-Blood Oval; CN 157-Ruby Blood; CN 428-Sanguínea cv.; CN 1333-Doble Fina Blood; CN 1371-Tarocco Blood; CN 1372-Sanguínea Rotuma Blood e CN 1375-Sanguínea Blood Red.

Os teores de sólidos totais, a acidez total e o *ratio* do suco dos frutos de diversas variedades foram influenciados de maneira desigual durante o tratamento térmico dos frutos no frio, não podendo ser observada uma tendência comum. O teor de ST do suco de algumas variedades apresentou pequena tendência de aumento durante os primeiros 45 dias de tratamento, seguido de redução nos 15 dias subsequentes (Figura 4B). Já a acidez total do suco apresentou uma pequena tendência a declínio durante todo o período, mas não para todas as variedades (Figura 4C). A redução contínua desse parâmetro desde o início do tratamento térmico também foi observada por RAPISARDA et al. (2001). Segundo ECHEVERRIA & VALICH (1989), durante o armazenamento de laranjeiras em câmara fria, as concentrações de ácidos orgânicos podem ser reduzidas devido a sua utilização para a produção de energia e fermentação alcoólica.

De maneira geral, o *ratio* do suco dos frutos apresentou pequena tendência a incremento durante os 60 dias para todas as variedades (Figura 4D). Como exemplo, pode-se citar a laranjeira Moro Acireale (CN 45), com incremento no *ratio* do suco, de 11,0 a 13,0. RAPISARDA et al. (2008) também observaram incrementos no *ratio* de dois híbridos de laranjeira sanguínea quando armazenados a 6°C durante 42 dias, passando de 10,5 a 16,2 (híbrido Tacle) e de 11,8 a 17,4 (híbrido Clara).

O teor de vitamina C apresentou o mesmo padrão do ST do suco, com aumento nos primeiros 45 dias e redução nos 15 dias subsequentes (Figura 4E).

Diante dos resultados, pode-se afirmar que o tratamento térmico dos frutos durante 60 dias em câmara fria a 10°C alterou quase todas as características físico-químicas dos frutos e do suco, porém, não tão drasticamente que impossibilitasse o seu uso comercial.

#### 4. CONCLUSÕES

1. Frutos obtidos de onze variedades de laranjeiras sanguíneas pertencentes ao BAG Citros/IAC apresentaram baixos teores de antocianinas no suco, quando avaliadas logo após a colheita.

2. O tratamento térmico (10°C, por até 60 dias), de frutos de algumas variedades de laranjeiras sanguíneas, possibilitou o acúmulo significativo de antocianinas no suco, porém com variação entre elas.



3. Entre as variedades, as do grupo Moro apresentaram suco contendo os maiores teores de antocianinas, durante e ao final de 60 dias de tratamento térmico a 10°C.

4. O tratamento térmico dos frutos das onze variedades de laranjeiras, a 10°C, durante até 60 dias, alterou significativamente quase todos os parâmetros físicos e químicos dos frutos e do suco, mas não impossibilitou o seu uso comercial.

### AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de Iniciação Científica a Vanessa Voigt.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTHAUS, R.A., CANTERI, M.G. & GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação e médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. In: X Encontro Anual de Iniciação Científica, 10, Parte 1, Ponta Grossa, p.280-281, 2001.
- BITTERS, W.P. Physical characters and chemical composition as affected by scions and rootstocks. In: SINCLAIR, W.B. (Ed.). **The orange: its biochemistry and physiology**. Riverside: The University of California, 1961. p.56-95.
- DOMINGUES, E.T.; MATTOS JR., D.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; POMPEU JR., J.; FIGUEIREDO, O.J. & SUGAHARA, V.Y. Seleção de clones de laranja Pêra, quanto ao período de maturação, com uso de análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, n.1, p.89-101, 1997.
- ECHEVERRIA, E. & VALICH, J. Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia oranges. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, n.114, p.445-449, 1989.
- HILLEBRAND, S.; SCHWARZ, M. & WINTERHALTER, P. Characterization of anthocyanins and pyranoanthocyanins from blood orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.52, p.7331-7338, 2004.
- LATADO, R.R.; TOGNATO, P.C.; STENICO-SILVA, M.E.; NASCIMENTO, L.M. & SANTOS, P.C. Acúmulo de antocianinas e características físicas e químicas de frutos de laranjas sanguíneas durante o armazenamento a frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p.604-610, 2008.



- KELEBEK, H.; CANBAS, A. & SELLI, S. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] grown in Turkey. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** n.107, p.1710-1716, 2008.
- LO PIERO, A.R.; PUGLISI, I.; RAPISARDA, P. & PETRONE, G. Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** n.53, p.9083-9088, 2005.
- MEREDITH, F.I. & YOUNG, R.H. Effect of temperature on pigment development in red blush grapefruit and ruby blood oranges. In: **International Citrus Congress**, 1968, Riverside, USA. **Proceedings**. Riverside: University of California, 1969. v.1, p.271-276,
- RAPISARDA, P.; BELLOMO, S.E.; FABRONI, S. & RUSSO, G. Juice quality of two new mandarin-like hybrids (*Citrus Clementina* Hort. Ex Tan X *Citrus Sinensis* L. Osbeck) containing anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.56, p.2074-2078, 2008.
- RAPISARDA, P.; BELLOMO, S.E. & INTELISANO, S. Storage temperature effects on blood orange fruit quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, n.49, p.3230-3235, 2001.
- RAPISARDA, P. & GIUFFRIDA, A. Anthocyanins level in Italian blood oranges. In: **7<sup>th</sup> International Citrus Congress**, 3, 1992, Acireale, Itália. **Proceedings**. Acireale: International Society of Citriculture, 1992. p.1130-1133.
- ROSS, J.A. & KASUM, C.M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects and safety. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, n.22, p.19-34, 2002.