

Universidade Estadual Paulista "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Faculdade de Ciências Farmacêuticas

Departamento de Alimentos e Nutrição

**INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO
CULTIVO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DO MARACUJÁ**
(Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.)

Mariana Serrão Macoris

Araraquara, São Paulo

2010

Universidade Estadual Paulista “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Faculdade de Ciências Farmacêuticas

Departamento de Alimentos e Nutrição

**INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO
CULTIVO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DO MARACUJÁ**
(Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.)

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Alimentos e Nutrição, área de Ciências dos Alimentos, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, para a obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição, área de Ciências dos Alimentos.

Mariana Serrão Macoris

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Magali Monteiro da Silva

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti

Araraquara, São Paulo

2010

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

M171i Macoris, Mariana Serrão
Influência do estágio de maturação e do cultivo na composição de voláteis do maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). / Mariana Serrão Macoris. – Araraquara, 2010.
209 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição
Orientador: Magali Monteiro da Silva
Co-orientador: Natália Soares Janzantti

. 1. Maracujá orgânico. 2. Composição de voláteis. 3. Estádio de maturação. I. Silva, Magali Monteiro da , orient. II. Janzantti, Natália Soares, co-orient. III. Título.

CAPES: 50700006

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Magali Monteiro da Silva
ORIENTADORA

Dra. Deborah dos Santos Garruti
MEMBRO

Profa. Dra. Karina de Lemos Sampaio
MEMBRO

Profa. Dra. Maria Regina Bueno Franco
MEMBRO

Dra. Melina Maçatelli
MEMBRO

Dedico aos meus pais
Eduardo e Néria, pelo
apoio e pela confiança de
que este sonho seria
realizado...

... e aos meus irmãos
Lucas e Carol, pelo
amor e sorrisos sempre
retribuídos.

Da minha aldeia vejo quanto da terra se pode ver do Universo...
Por isso a minha aldeia é tão grande como outra terra qualquer,
Porque eu sou do tamanho do que vejo
E não do tamanho da minha altura...

(Fernando Pessoa)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Magali Monteiro por toda a confiança depositada neste trabalho, pela orientação e ensinamentos transmitidos desde meu ingresso nesta Universidade, além das preciosas críticas e sugestões.

A Profa. Dra. Natália Soares Janzantti, co-orientadora, por toda a ajuda, correções, críticas e sugestões, e pelos conselhos tão valiosos.

À Banca examinadora, por todas as correções e sugestões dadas e por enriquecer este trabalho com sua experiência.

Aos meus dedicados julgadores que, sempre presentes e tão concentrados nas análises, possibilitaram a realização deste trabalho.

Às estagiárias Ingrid e Raíssa por toda a ajuda e dedicação nas análises físico-químicas e sensoriais.

A Empresa “Cia das Ervas”, na pessoa do Sr. Marcelo Cury, pelo fornecimento dos frutos orgânicos e à Cooperativa de produtores Rurais de Sumaré, na pessoa de Sr. Roni, pelo fornecimento dos frutos convencionais.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela Bolsa concedida.

Ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição e ao Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, onde este trabalho foi desenvolvido.

A todos os colaboradores do Departamento de Alimentos e Nutrição e, em especial a Lica, cujo apoio e experiência foram imprescindíveis à qualidade deste trabalho.

A todos os colaboradores e aos amigos do Lanagro-SP, pela amizade, compreensão e apoio, e por possibilitarem a conclusão deste trabalho, concomitantemente à demanda de análises diárias.

Aos colegas Alessandra, Michelle, Aline, Natália, Thalita e Caio pela amizade, companhia e pelas experiências trocadas...

Agradeço às amigas Ana, Carol Ferrari, Daisy e Juliana pela amizade e compreensão de sempre!

Aos meus pais, Eduardo e Néria, e meus irmãos Lucas e Carol por estarem ao meu lado sempre. Amo vocês!!!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO GERAL.....	xiv
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUÇÃO GERAL.....	20
OBJETIVOS GERAIS.....	25
Capítulo 1: CONTRIBUIÇÃO ODORÍFERA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO MARACUJÁ. UMA REVISÃO.....	26
RESUMO.....	27
INTRODUÇÃO.....	27
Isolamento dos compostos voláteis.....	28
Separação dos compostos voláteis.....	31
Identificação e quantificação dos compostos voláteis.....	32
Olfatometria.....	33
Compostos voláteis do maracujá.....	36
Importância odorífera dos compostos voláteis do maracujá.....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
ABSTRACT.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

Capítulo 2: INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL DA POLPA DE MARACUJÁ (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	50
RESUMO.....	51
INTRODUÇÃO.....	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	55
Material.....	55
Reagentes e solventes.....	56
Métodos.....	56
Otimização da extração dos compostos fenólicos totais da polpa de maracujá.....	56
Determinação dos compostos fenólicos totais (TPC).....	57
Determinação da atividade antioxidante total (AAT).....	57
Avaliação físico-química.....	58
Análise estatística.....	58
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
Otimização da extração dos compostos fenólicos totais da polpa de maracujá.....	58
TPC e AAT da polpa de maracujá.....	61
Avaliação físico-química.....	63
Correlação entre valores de TPC, AAT e ácido ascórbico da polpa de maracujá.....	64
CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

Capítulo 3: ACEITAÇÃO DO SUCO DE MARACUJÁ ORGÂNICO E CONVENCIONAL E CARACTERIZAÇÃO DA POLPA AO LONGO DA MATURAÇÃO.....	71
RESUMO.....	72
INTRODUÇÃO.....	73
MATERIAL E MÉTODOS.....	75

Material.....	75
Métodos.....	76
Avaliação físico-química.....	76
Avaliação sensorial.....	76
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
Avaliação físico-química.....	78
Avaliação sensorial.....	82
Mapa de preferência interno.....	91
Correlação entre parâmetros físico-químicos e sensoriais.....	93
CONCLUSÕES.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
Capítulo 4: INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NA IMPORTÂNCIA ODORÍFERA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO MARACUJÁ (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	100
RESUMO.....	101
INTRODUÇÃO.....	102
MATERIAL E MÉTODOS.....	104
Material.....	104
Métodos.....	105
Isolamento dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional.....	105
Cromatografia gasosa de alta resolução (CG).....	105
Cromatografia gasosa-espectrometria de massas (CG-EM).....	105
Cromatografia Gasosa-Olfatometria (CG-O).....	106
Análise dos resultados.....	107
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	108
Perfil de compostos voláteis da polpa de maracujá.....	108
CG-O.....	116

CONCLUSÕES.....	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
ANEXOS.....	125
CONCLUSÕES GERAIS.....	153
ANEXOS.....	156

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2: INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL DA POLPA DE MARACUJÁ (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	50
Figura 1. Superfície de resposta para as variáveis: a) volume de amostra (V_a) e volume de metanol (V_m); b) volume de metanol (V_m) e volume de solução extratora (V_s) e c) volume de amostra (V_a) e volume de solução extratora (V_s).....	61
Figura 2. Correlação entre o conteúdo de ácido ascórbico e o conteúdo de compostos fenólicos totais (TPC) da polpa de maracujá orgânico (a) e convencional (b) ao longo da maturação	65
Figura 3. Correlação entre a atividade antioxidante total (AAT) o conteúdo de ácido ascórbico da polpa de maracujá orgânico (a) e convencional (b) ao longo da maturação.....	65
Figura 4. Correlação entre o conteúdo de compostos fenólicos totais (TPC) e atividade antioxidante total (AAT) da polpa de maracujá orgânico (a) e convencional (b) ao longo da maturação.....	66
 Capítulo 3: ACEITAÇÃO DO SUCO DE MARACUJÁ ORGÂNICO E CONVENCIONAL E CARACTERIZAÇÃO DA POLPA AO LONGO DA MATURAÇÃO.....	 71
Figura 1. Questionário de recrutamento dos julgadores para a análise sensorial de aceitação do suco de maracujá.....	77
Figura 2. Ficha de avaliação utilizada no teste de aceitação sensorial do suco de maracujá.....	79
Figura 3. Frequência das respostas dos valores hedônicos atribuídos pelos julgadores..	83
Figura 4. Frequência de consumo dos julgadores.....	84
Figura 5. Frequência das respostas dos julgadores para a importância do sabor característico de maracujá, doçura e acidez na aceitação global.....	84
Figura 6. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo aparência do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.....	87

Figura 7. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo aroma do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.....	88
Figura 8. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo impressão global do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.....	88
Figura 9. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo sabor do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.....	88
Figura 10. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo sabor característico de maracujá do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.....	89
Figura 11. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo acidez do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela	90
Figura 12. Distribuição de frequência de respostas de intenção de compra dos sucos de maracujá convencional e orgânico dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.....	91
Figura 13. Mapa de Preferência Interno dos sucos (a) de maracujá convencional do estádio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 (C 1/3), 2/3 (C 2/3) e 3/3 amarela (C 3/3) e de maracujá orgânico do estádio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 (O 1/3), 2/3 (O 2/3) e 3/3 amarela (O 3/3) e dos julgadores (b), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação do atributo impressão global.....	93
 Capítulo 4: INFLUÊNCIA DO TIPO DE CULTIVO E ESTÁDIO DE MATURAÇÃO NA IMPORTÂNCIA ODORÍFERA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO MARACUJÁ (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	100
Figura 1. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá orgânico do estádio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela.....	111
Figura 2. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá orgânico do estádio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela.....	112

Figura 3. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela.....	113
Figura 4. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela.....	113
Figura 5. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela.....	114
Figura 6. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela.....	114

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2: INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL DA POLPA DE MARACUJÁ (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	50
Tabela 1. Níveis codificados e reais das variáveis independentes avaliadas na extração dos compostos fenólicos totais da polpa de maracujá.....	56
Tabela 2. Delineamento fatorial completo composto central (2^3), com 3 variáveis independentes, 6 pontos axiais e 3 repetições no ponto central.....	56
Tabela 3. Valores reais das variáveis estudadas e resultados experimentais.....	59
Tabela 4. Estimativa dos efeitos, erro puro, e significância dos efeitos (p).....	60
Tabela 5. Análise de variância do modelo experimental.....	60
Tabela 6. Conteúdo de compostos fenólicos totais (TPC) e atividade antioxidante total (AAT) da polpa de maracujá orgânico e convencional de diferentes estádios de maturação.....	62
Tabela 7. Médias ¹ e desvios padrão dos resultados da avaliação físico-química do maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.....	64
Capítulo 3: ACEITAÇÃO DO SUCO DE MARACUJÁ ORGÂNICO E CONVENCIONAL E CARACTERIZAÇÃO DA POLPA AO LONGO DA MATURAÇÃO.....	71
Tabela 1. Médias ¹ , desvios padrão e coeficiente de variação (% entre parênteses) dos resultados da avaliação físico-química da polpa de maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.....	81
Tabela 2. Caracterização dos julgadores participantes da análise de aceitação do suco de maracujá orgânico e convencional de diferentes estádios de maturação.....	83
Tabela 3. Médias ¹ de aceitação sensorial do suco preparado com a polpa de maracujá convencional e orgânico dos diferentes estádios de maturação.....	85

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os parâmetros físico-químicos e sensoriais do maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2,3 e 3/3 amarela.....	95
 Capítulo 4: INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NA IMPORTÂNCIA ODORÍFERA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO MARACUJÁ (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	100
Tabela 1. Área padronizada dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional dos diferentes estádios de maturação.....	109
Tabela 2. Picos odoríferos da polpa de maracujá orgânico e convencional dos três estádios de maturação detectados por CG-O.....	119

RESUMO GERAL

Os compostos voláteis desempenham papel fundamental para o aroma e o sabor das frutas. Os principais compostos responsáveis pelo aroma do maracujá são da classe dos ésteres, terpenos e aldeídos, que contribuem para o aroma doce, frutal, floral e verde da fruta. A concentração dos compostos antioxidantes nas frutas depende sobremaneira de fatores genéticos, condições edafoclimáticas, estágio de maturação e tipo de cultivo. Os objetivos deste trabalho foram obter informações a respeito das etapas que envolvem o estudo da composição de voláteis das frutas e realizar o levantamento dos compostos voláteis do maracujá já identificados visando dar suporte ao trabalho experimental; determinar a influência do tipo de cultivo e do estágio de maturação no conteúdo de compostos fenólicos totais (TPC) e na atividade antioxidante total (AAT) da polpa de maracujá; avaliar a aceitação sensorial do suco preparado com polpa de maracujá obtido por cultivo orgânico e convencional e as características físico-químicas da polpa ao longo da maturação; determinar a composição de voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional, avaliando suas alterações ao longo da maturação; e avaliar a importância odorífera dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional dos estágios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela para o aroma global da fruta. A influência do estágio de maturação e do cultivo no teor de compostos fenólicos totais (TPC) e na atividade antioxidante total (AAT) da polpa maracujá orgânico e convencional foi avaliada durante a maturação da fruta, sendo a extração de TPC otimizada usando delineamento fatorial composto central (2^3), cujas variáveis foram volume de amostra, volume de metanol na solução extratora e volume de solução extratora. TPC foi determinado empregando o método de Folin-Ciocalteu e a AAT usando a reação de descoloração do radical ABTS. Os parâmetros físico-químicos avaliados nas polpas foram sólidos solúveis, acidez titulável, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico. O teste de aceitação foi realizado com 102 consumidores do produto, representativos do público alvo. Para o estudo dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional ao longo da maturação foi utilizado *headspace* dinâmico como técnica de

isolamento, separação e quantificação por cromatografia gasosa de alta resolução, e identificação por cromatografia gasosa-espectrometria de massas, além de análise olfatométrica usando a técnica OSME. A metodologia de superfície de resposta indicou como melhor condição para a extração de TPC o volume de 2 mL de polpa e 90 mL solução extratora contendo 40% (v/v) de metanol em água. A polpa orgânica apresentou variação de 281,8 a 361,9 mg de ácido gálico.L⁻¹ (p≤0,05) e a polpa convencional de 291,0 a 338,6 mg de ácido gálico.L⁻¹ (p≤0,05) durante a maturação. A polpa orgânica apresentou o maior valor de AAT, 1872,9 µmol de Trolox.L⁻¹, no estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela. A AAT da polpa convencional aumentou ao longo da maturação. A polpa de maracujá de ambos os tipos de cultivo apresentou valores de TPC que aumentaram ao longo da maturação. A AAT da polpa orgânica sugere que compostos bioativos de ação antioxidante exerçam forte influência nos estádios iniciais de maturação, quando o TPC ainda não atingiu sua máxima concentração. A polpa de maracujá proveniente de ambos os tipos de cultivo e estádios de maturação estava em conformidade com o PIQ em relação a todos os parâmetros avaliados. Houve aumento dos sólidos solúveis, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico da polpa orgânica e convencional, e redução da acidez titulável, ao longo da maturação. A aceitação dos sucos preparados com polpa orgânica e convencional aumentou ao longo da maturação. Comparando os tipos de cultivo, maiores médias de aceitação foram atribuídas à polpa orgânica do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela e à polpa convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela. Foram detectados 90 compostos voláteis dos quais 43 foram identificados. A classe química majoritária foi a dos ésteres (23), seguida dos álcoois (8), terpenos (6), aldeídos (3), cetonas (2) e ácidos (1). Cinquenta e seis compostos odoríferos foram obtidos usando a técnica olfatométrica OSME. Butanoato de etila foi o composto de maior contribuição odorífera para o aroma característico do maracujá. Hexanoato de etila, carbonato de dietila, acetato de propila e o composto não identificado de IR 2072 (pico S) também apresentaram contribuição odorífera para o aroma característico e doce do maracujá, com maior intensidade no maracujá orgânico. Acetato de *cis*-3-hexenila e alfa-terpineol, importantes para o aroma cítrico, floral e frutal do maracujá

também apresentaram maior intensidade odorífera no maracujá orgânico. Houve aumento da importância odorífera do acetato de propila, acetato de *cis*-3-hexenila e hexanoato de etila, relacionados aos aromas frutais e florais do maracujá, e redução da importância odorífera do octanoato de etila, 1-butanol e *cis*-3-hexen-1-ol, descritos como “verde, sintético”, ao longo da maturação. O acetato de propila, carbonato de dietila, alfa-terpineol e o composto não identificado de IR 2072 (pico S), presentes em baixa concentração, tiveram grande importância odorífera na polpa de maracujá orgânico e convencional.

ABSTRACT

Volatile compounds play a fundamental role in the aroma and flavor of fruits. Esters, terpenes and aldehydes are the volatile compounds with the major contribution to the flavor of the passion fruit, contributing to the sweet, frutal, floral and green characteristic flavor of the passion fruit. The content of antioxidant compounds in fruits is strongly affected by genetic factors, edaphoclimatic conditions, ripening stage and cultivation system. The aim of this work was to obtain information about the steps of the study of volatile compounds in fruits and to do a review of the volatile compounds ahead identified in passion fruit, to support the experimental research; determine the influence of the system cultivation and ripening stage on the total phenolic content (TPC) and antioxidant activity (AAT) of the passion fruit pulp; evaluate the sensory acceptance of the juice prepared using organic and conventional pulp and the physicochemical characteristics of the pulp during ripening, and evaluate the odoriferous contribution of the volatile compounds of organic and conventional passion fruit pulp from the stages of ripening of the color of the peel 1/3 yellow, 2/3 yellow and 3/3 yellow to the global aroma of the fruit. The effect of the ripening stage and cultivation system on the total phenolic content (TPC) and total antioxidant activity (AAT) of passion fruit pulp were evaluated during the passion fruit ripening. TPC extraction from the passion fruit pulp was optimized using a central composite factorial design (2^3), which variables were sample volume, proportion of methanol in the extraction solution and extraction solution volume. TPC was determined by Folin-Ciocalteu method and AAT using the discoloration reaction of ABTS. The physicochemical studied parameters were soluble solids, titratable acidity, pH, ratio, reducing and total sugars, and ascorbic acid. The acceptance panel was composed by 102 participants, which represented the target consumers. The volatile compounds of organic and conventional passion fruit pulp were isolated by dynamic headspace, separated and quantified by gas chromatography, and identified by gas chromatography-mass spectrometry and OSME. The effect of the ripening stage and the cultivation system on the odoriferous contribution of the volatile compounds of passion fruit were evaluated. Surface response methodology indicated 2 mL of pulp and 90 mL of extraction solution composed by 40% (v/v) of methanol in water as the best condition of

extraction. Organic pulp showed TPC values between 281.8 and 361.9 mg gallic acid.L⁻¹ ($p \leq 0,05$) while for the conventional pulp TPC values were between 291.0 and 338.6 mg gallic acid.L⁻¹ ($p \leq 0,05$) during ripening. Organic and conventional passion fruit pulp showed TPC values which has increased during ripening. Organic pulp had the highest AAT, 1872.9 $\mu\text{mol de Trolox.L}^{-1}$, at the ripening stage of 1/3 yellow peel color. Organic and conventional passion fruit pulp increased TPC values during ripening. For the conventional pulp, AAT increased with ripening. The organic passion fruit AAT indicates that antioxidant compounds are more important in the first states of ripening, when TPC has not reached its maximum level. Passion fruit pulps from both cultivation systems conformed legislation. Soluble solids, pH, ratio and total and reducing sugars showed values which has increased during ripening, while, the titratable acidity has decreased to the same period. There was an increase in the acceptance of the juice from organic and conventional pulps during ripening. Higher acceptance means were obtained for organic pulp from the stages of ripening of the color of the peel 2/3 and 3/3 yellow, and for the conventional pulp from the stage of ripening 3/3 yellow. Ninety volatile compounds were detected, 43 of which were identified. Esters were the major compounds (23), followed by alcohols (8), terpenes (6), aldehydes (3), cetones (2) and acids (1). Fifty-six odorants were obtained by OSME. Ethyl butanoate was the compound with most important odoriferous contribution to the characteristic flavor of the passion fruit. Hexyl hexanoate, diethyl carbonate, propyl acetate and the non-identified compound of RI 2072 (peak S) also showed odor contribution to the characteristic and sweet flavor of the passion fruit, with higher intensity in the organic fruit. *Cis*-3-hexenyl acetate and alpha-terpineol, important for the citric, floral and frutal flavor of passion fruit, showed higher intensity in the organic fruit. The odor contribution of propyl acetate *cis*-3-hexenyl acetate and ethyl hexanoate, related to frutal and floral aromas increased with ripening. The odor contribution of 1-butanol and *cis*-3-hexen-1-ol, described as “green, sintetic” decreased in the same period. Propyl acetate, diethyl carbonate, alpha-terpineol and the non-identified compound of RI 2072 (peak S), with low concentration, were important to the aroma of organic and conventional passion fruit pulp.

INTRODUÇÃO GERAL

O maracujá é uma fruta tropical de aroma e sabor muito apreciados. Dentre as espécies utilizadas comercialmente destaca-se o maracujá amarelo, com 95% dos pomares cultivados no país. A colheita dos frutos do maracujazeiro é geralmente realizada quando estes caem ao solo, o que leva à desidratação e à contaminação microbiológica, reduzindo sua vida útil e seu valor comercial, e acarretando prejuízos econômicos (MELETTI e MAIA, 1999; DE MARCHI et al, 2000). Portanto, a colheita deve ser feita quando os frutos estão maduros e ainda presos à planta. Para tanto, é necessário conhecer ponto ideal de colheita da fruta. O uso da cor da casca como indicador do ponto ideal de colheita vem sendo muito utilizado por ser considerado um procedimento fácil e prático para identificar o estágio de maturação adequado para a colheita, permitindo então, a obtenção de frutas em melhores condições fitossanitárias, mais uniformes e de melhor qualidade, reduzindo perdas e contaminação microbiológica (DE MARCHI et al, 2000; AMARO e MONTEIRO, 2001). Como resultado ocorre um menor comprometimento das características sensoriais e nutricionais da polpa, do suco e outros produtos industrializados à base de maracujá, à medida que as condições exigidas para o tratamento térmico são menos drásticas.

A agricultura orgânica vem crescendo em largas proporções, com cerca de 31 milhões de hectares em área cultivada. O Brasil destaca-se com a sexta maior área destinada à agricultura orgânica, 887,6 mil hectares plantados em 2006 e crescimento de quase 800% quando comparados aos 100 mil hectares plantados em 2000 (IFOAM, 2008). O aumento da procura por produtos orgânicos está relacionado com a preocupação dos consumidores com uma vida mais saudável e com a preservação do meio ambiente, o que tem levado à busca por alimentos de boa qualidade e isentos de produtos químicos (SANTOS e MONTEIRO, 2004).

As características agronômicas, físico-químicas, nutricionais, sensoriais e os aspectos econômicos de alimentos produzidos por sistema orgânico e convencional foram objeto de diversos estudos descritos na literatura (JOHANSSON et al, 1999; AMARO e MONTEIRO, 2001; CARBONARO e MATTERA, 2001; ASAMI et al, 2003; MACORIS et al,

2007; MACORIS et al, 2009). Embora a maioria dos estudos acerca dos produtos orgânicos seja incompleta ou inconclusiva verifica-se uma tendência dos produtos orgânicos apresentarem maior aceitação, maior teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total em relação aos convencionais, o que pode ser explicado pelo maior equilíbrio com o meio ambiente, promovido pelas práticas da agricultura orgânica (ASAMI et al., 2003; SANTOS e MONTEIRO, 2004). Além disso, cabe considerar que os compostos voláteis, responsáveis pelo aroma e sabor característico dos alimentos, também estão diretamente relacionados à aceitação do produto pelo consumidor (FRANCO e JANZANTTI, 2004; DA SILVA et al, 2004).

A avaliação dos compostos voláteis do maracujá tem sido alvo de inúmeras pesquisas, que resultaram na identificação de um grande número de compostos (YOUNG e PATERSON, 1990; SHIBAMOTO e TANG, 1990; WINTERHALTER, 1991; PINO, 1997). O aroma característico e exótico do maracujá é proveniente de sua composição de voláteis. Os compostos voláteis estão presentes em ampla faixa de concentração e apresentam importância odorífera variada. As principais classes responsáveis pelo sabor característico do maracujá amarelo são as dos ésteres e dos terpenos, além dos compostos sulfurados e compostos resultantes da degradação de carotenóides (HIU e SCHUEUER, 1983; ENGEL e TRESSL, 1991, PINO et al, 1995; JALES et al, 2005). O butanoato de etila é um dos compostos voláteis responsáveis por conferir maior intensidade de aroma doce ao maracujá (JORDAN et al, 2002; JALES et al, 2005, JANZANTTI et al, 2010; MACORIS et al 2010).

Mudanças na composição de voláteis de maracujá roxo foram atribuídas ao estágio de maturação (CASIMIR et al, 1977). Nos frutos verdes foram detectados terpenos, álcoois alifáticos e compostos carbonílicos, em concentrações que decresceram no decorrer da maturação, ao passo que ésteres alifáticos e compostos resultantes da degradação de carotenóides tiveram sua concentração aumentada. No entanto, estudos sobre a influência do estágio de maturação do maracujá amarelo na composição de voláteis e sobre quais compostos são responsáveis pela qualidade sensorial da fruta durante a maturação ainda não foram relatados.

A pesquisa sobre o aroma do maracujá proveniente de diferentes cultivos e a influência do estágio de maturação na composição de voláteis dos frutos é essencial na busca por produtos de alta qualidade e por vantagens econômicas para os setores agrícola e industrial, em razão do aumento do período de pós-colheita da fruta. O conhecimento dos compostos do aroma envolvidos na qualidade do maracujá poderá subsidiar produtores agrícolas e indústrias de suco, no sentido de otimizar o aproveitamento de suas características sensoriais, físico-químicas e funcionais, visando à obtenção de produtos de alta qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, A. P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Alimentos e Nutrição**, v. 12, p. 171-184, 2001.
- ASAMI, D. K. et al. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grow using conventional, organic and sustainable agricultural practices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.51, p.1237-1241, 2003.
- CARBONARO, M.; MATTERA, M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). **Food Chemistry**, v. 72, p. 419-24, 2001.
- CASIMIR, D. J.; SHAW, K. J.; WHITFIELD, F. B. Volatile flavor constituents-passion fruit. **Division of Food Research Report**. (Aust. C. S. I. R. O.), p 17-18, 1977-1978.
- DA SILVA, M. A. A. P.; SAMPAIO, K. L.; BERTOLINI, A. C. CG-Olfatometria (CGO): uma revisão. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 2, p. 29-46.
- DE MARCHI, R. et al. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 381-387, 2000.
- ENGEL, K. H.; TRESSL, R. Identification of new sulfur-containing volatiles in yellow passion fruits (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry** v. 39, p. 2249-2252, 1991.

- FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 1, p. 17-27.
- HIU, D. N.; SCHEUER, P. J. The volatile constituents of passion fruit juice. **Journal of Food Chemistry**, v. 31 p. 998-1002, 1983.
- IFOAM. International Federation of Organic Agricultural Movements, Basic Standards for Organic Production and Processing, **IFOAM General Assembly, Argentina, November 1998. IFOAM, Germany**.
- JALES, K. A. et al. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracujá amarelo por GC-MS y GC-O (OSME). **Notícias Técnicas del Laboratório**, v. 3, p. 12-14, 2005.
- JANZANTTI, N. S. et al. Influence of the cultivation system on aroma of the volatile compounds and total antioxidant activity of passion fruit. **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**, 2010 (submitted).
- JOHANSSON, L. et al. Preference for tomatoes, affected by sensory attributes and information about growth conditions. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 289-298, 1999.
- MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. Atividade antioxidante da polpa de maracujá orgânico (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008, Vitória. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th ISTH**, 2008. CD-ROOM.
- MACORIS, M. S. et al. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2010 (accepted).
- MACORIS, M. S. et al. Effect of the ripening stage and cultivation system on the volatile flavor compounds from passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**, 2010 (submitted).
- MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Boletim Técnico 181. IAC: Campinas, p. 1-64, 1999.
- PINO, J. A. Los constituyentes volátiles de la fruta de la pasión. **Alimentaria**, marzo, p. 73-81, 1997.
- PINO, J. A.; BOYS, T.; RONCAL, E. Volatile components of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) and its pasteurized pulp. **Alimentaria**, v. 268, p. 57-59, 1995.

- SANTOS, G. C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 73-86, 2004.
- SHIBAMOTO, T.; TANG, C. S. Minor tropical fruits - Mango, papaya, passion fruit and guava. In: MORTON, I. D.; MACLEOD A. J. (Eds.) **Food Flavours Part C. The Flavour of Fruits**. Elsevier: Amsterdam, 1990, p. 253-267.
- WINTERHALTER, P. Fruits IV. In: MAARSE, H. (Ed). **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: Marcel Dekker Inc., 1991. p. 389-409.
- YOUNG, H.; PATERSON, V. The flavour of exotic fruit. In: MORTON I.D.; MACLEOD, A.J. (Eds). **The food flavours. Part C: The flavour of fruits**. Amsterdam: Elsevier, 1990. p.281-326.

OBJETIVOS GERAIS

Os objetivos deste trabalho foram:

Obter informações a respeito das etapas que envolvem o estudo da composição de voláteis das frutas e realizar o levantamento dos compostos voláteis do maracujá já identificados e de importância odorífera, visando dar suporte ao trabalho experimental.

Determinar a influência do tipo de cultivo e do estágio de maturação no conteúdo de compostos fenólicos totais (TPC) e na atividade antioxidante total (AAT) da polpa de maracujá.

Avaliar a aceitação sensorial do suco preparado com polpa de maracujá obtido por cultivo orgânico e convencional e as características físico-químicas da polpa ao longo da maturação.

Determinar a composição de voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional dos estágios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela, avaliando suas alterações ao longo da maturação.

Avaliar a importância odorífera dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional dos estágios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela para o aroma global da fruta.

Capítulo 1

CONTRIBUIÇÃO ODORÍFERA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO MARACUJÁ. UMA REVISÃO

CONTRIBUIÇÃO ODORÍFERA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO MARACUJÁ. UMA REVISÃO

Mariana Serrão Macoris¹, Natália Soares Janzantti¹, Magali Monteiro¹

¹ Departamento de Alimentos e Nutrição. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista - UNESP. CEP 14.801-902, Brasil.

RESUMO: Os compostos voláteis desempenham papel fundamental para o aroma e o sabor das frutas. A pesquisa dos compostos voláteis compreende as etapas de isolamento, separação, identificação, quantificação e análise olfatométrica, que juntas permitem indicar a contribuição de cada composto volátil e sua importância para o aroma global das frutas. Os principais compostos responsáveis pelo aroma do maracujá são da classe dos ésteres, terpenos e aldeídos. Os ésteres contribuem para o aroma doce, frutal e floral característicos do maracujá, e os terpenos e os aldeídos para o aroma floral e verde da fruta. Butanoato de etila é o composto volátil de maior contribuição odorífera para o aroma característico do maracujá amarelo orgânico e convencional. Hexanoato de etila, carbonato de dietila e acetato de propila também apresentam contribuição odorífera para o aroma característico e doce do maracujá, com maior intensidade no maracujá orgânico quando comparado ao convencional. Acetato de *cis*-3-hexenila e alfa-terpineol, importantes para o aroma cítrico, floral e frutal do maracujá, apresentam maior intensidade odorífera no maracujá orgânico, podendo estar relacionados a compostos bioativos de ação protetora.

PALAVRAS-CHAVE: composição de voláteis, aroma, olfatometria, maracujá.

INTRODUÇÃO

Os compostos voláteis são responsáveis pelo sabor característico das frutas, conferindo diferentes aromas como o doce, frutal, eucalipto, tostado, floral, entre outros. Podem também

ser caracterizados pela baixa resistência ao calor, levando à perda de qualidade dos produtos processados a altas temperaturas.

A composição de voláteis das frutas é muito complexa, devido a um grande número de compostos de diferentes classes químicas, presentes em concentrações muito variadas.^{22,62} A pesquisa dos compostos voláteis compreende as etapas de isolamento, separação, identificação, quantificação dos compostos voláteis e a análise olfatométrica, que juntas permitem indicar a contribuição de cada composto volátil e sua importância para o aroma global do maracujá. A associação de técnicas de identificação de compostos voláteis com técnicas olfatométricas é de grande utilidade para o estudo da contribuição odorífera de cada componente para o aroma da fruta.^{22,62}

O objetivo deste trabalho foi reunir informações sobre o estudo do aroma e sabor das frutas, enfocando principalmente a composição de voláteis e a contribuição odorífera dos compostos para o aroma do maracujá.

Isolamento dos compostos voláteis

O isolamento dos compostos voláteis corresponde à primeira etapa da pesquisa do aroma de alimentos. O objetivo desta etapa é isolar os compostos voláteis de interferentes que impossibilitam a análise do aroma. Duas abordagens são geralmente utilizadas: a análise total, que inclui a análise de todos os compostos voláteis presentes na fruta, e a análise do *headspace*, na qual somente a fração correspondente aos compostos voláteis presentes na fase de vapor em equilíbrio com a porção líquida ou sólida da fruta é analisada. A análise do *headspace* representa mais fielmente o que é percebido pelo olfato humano.^{22,60,62}

Na análise total, a destilação é geralmente usada como técnica de isolamento, que pode ser feita à pressão atmosférica, à pressão reduzida ou por arraste de vapor, embora em todos os casos o uso de aquecimento possa ocasionar a degradação de compostos voláteis, além de favorecer a presença de artefatos.^{22,60,62} A destilação-extração simultânea^{29,50,54} consiste na

técnica de análise total mais frequentemente empregada. A extração e a concentração dos compostos voláteis são realizadas em uma única etapa, o que minimiza sua degradação e a formação de artefatos. As técnicas de extração e de microextração líquido-líquido, com uso de solventes orgânicos, podem também ser utilizadas na análise total. Na extração líquido-líquido são utilizados grandes volumes de solventes, o que requer posterior concentração pelo uso de calor, podendo levar a mudanças na composição original de voláteis da fruta.^{14,22,34,35,62} Já na microextração líquido-líquido, pequenas quantidades de solvente são empregadas, além de não requerer posterior concentração.^{22,62}

Na análise do *headspace*, o isolamento pode ser feito com mínimo manuseio da amostra. A análise do *headspace* envolve a partição de analitos entre a amostra líquida ou sólida e a fase de vapor acima desta.^{10,12,22,60,62} A composição da fase gasosa é dada em função das características da pressão de vapor de cada composto volátil que constitui o alimento, da concentração em que estes estão presentes, da temperatura do sistema, da matriz e da presença de agitação, entre outros fatores.^{6,22,23,31,41,60,62}

As técnicas de *headspace* estático e *headspace* dinâmico podem ser utilizadas para a análise dos compostos voláteis presentes nos alimentos, podendo ainda incluir a automação e miniaturização dos sistemas de coleta dos compostos voláteis da matriz.^{22,53} Na técnica de *headspace* estático, a fase de vapor em equilíbrio com a fruta é coletada por meio de uma seringa especial, tipo *gas-tight*, e pode ser então injetada diretamente no cromatógrafo gasoso sem a necessidade de manuseio da amostra. A análise direta do *headspace*, no entanto, pode levar a cromatogramas considerados “pobres”, limitados a compostos voláteis de alta pressão de vapor ou aqueles presentes em altas concentrações no *headspace*.²² Na técnica de *headspace* dinâmico a concentração dos compostos voláteis da fase de vapor em equilíbrio com a amostra ocorre mediante passagem de gás inerte pela matriz, ou por aplicação de vácuo, responsáveis por arrastar os compostos voláteis continuamente, permitindo sua concentração em armadilhas contendo polímeros. Os compostos são adsorvidos nos polímeros

em função de sua afinidade^{22,23,59} e, posteriormente, pelo uso de solvente ou de aquecimento, são eluídos/dessorvidos. O isolamento por *headspace* dinâmico, quando seguido de eluição com solventes, permite que o isolado obtido seja utilizado posteriormente por um número maior de vezes, quer seja para a separação, como para a identificação e/ou para a análise olfatométrica.^{12,25,31,33}

Muitos avanços foram obtidos no emprego do *headspace* dinâmico, desde o uso de polímeros diversos (Porapak[®], Chromosorb[®] e Carboxen[®]) até a completa automação dos sistemas para uso *on-line* com o cromatógrafo.^{12,23,38} Parâmetros como tempo de coleta dos compostos voláteis, pressão e solvente usado para a eluição, devem ser otimizados para cada tipo de amostra, visando à obtenção de um isolado representativo.^{6,21,22,23,25,40,41,45} O *headspace* dinâmico vem sendo amplamente utilizado com a vantagem de não alterar expressivamente a composição original da amostra, além de mostrar alta reprodutibilidade e aplicabilidade. No Brasil, a técnica de *headspace* dinâmico modificada por Franco & Rodriguez-Amaya²³ alcançou grande popularidade ao utilizar sucção sob vácuo e adsorção em Porapak[®] para o estudo do perfil de voláteis de frutas e produtos de frutas como graviola, manga, maçã, caju, murici, umbu-cajá, camu-camu, araçá-boi, cupuaçu e maracujá.^{2,21,23,24,25,32,41}

Outra técnica de isolamento, a microextração em fase sólida (SPME),³ consiste na partição dos compostos voláteis do *headspace* em uma fibra recoberta por polímero adsorvente e sua posterior dessorção térmica no injetor do cromatógrafo, adaptado para a técnica. Desde sua criação, a SPME sofreu modificações, incluindo o uso de diferentes tipos de fibras, recobertas com os mais diversos polímeros, bem como a adaptação do sistema de dessorção e injeção *on-line* dos compostos voláteis no cromatógrafo gasoso.^{30,36,64} A SPME pode ser utilizada tanto na análise total, quando a fibra é imersa na fruta, quanto para a análise do *headspace*, quando a fibra é posicionada em contato com a fase de vapor. A SPME, originalmente uma técnica de *headspace* estático, apresenta sensibilidade e reprodutibilidade,

sendo por isso cada vez mais empregada para a análise de compostos voláteis, como alternativa ao problema da “pobreza dos cromatogramas” enfrentada anteriormente pelo uso do *headspace* estático.^{4,36} Esta técnica vem ganhando notoriedade por não fazer uso de solventes e, portanto ser de menor risco ambiental. Além disso, modificações na técnica original permitiram classificá-la como uma técnica tanto de *headspace* estático quanto dinâmico.

Mais recentemente, a técnica de isolamento SBSE/HSSE (*Stir Bar Sorptive Extration/Headspace Sorptive Extration*) vem sendo empregada.⁹ Uma barra magnética revestida com polímeros adsorventes é colocada em contato com a amostra, podendo ser imersa na mesma, como é o caso do *Stir Bar Sorptive Extration* (SBSE) ou colocada em contato com a fase de vapor em equilíbrio com a amostra, denominada de *Headspace Sorptive Extration* (HSSE). Essas técnicas proporcionam maiores taxas de recuperação em relação à SPME, o que foi diretamente relacionado à quantidade de polímero empregada nas barras manéticas.^{8,9,72}

Cabe ressaltar que, o isolamento depende ainda da pressão de vapor dos compostos voláteis e da polaridade dos constituintes não voláteis da matriz, como lipídeos e carboidratos, que influenciam a liberação dos voláteis, podendo afetar a etapa de isolamento e as etapas subsequentes.⁶⁶

Separação dos compostos voláteis

A cromatografia gasosa é uma técnica de separação de alta resolução e eficiência para a análise dos compostos voláteis.⁵ O uso de colunas capilares com grande número de pratos teóricos, que podem chegar a 250 mil, impulsionou o emprego da técnica, que passou a ser usada para a separação de uma infinidade de compostos de naturezas distintas. Outro fator importante reside na disponibilidade de fases estacionárias bastante seletivas, estáveis termicamente e quimicamente ligadas à coluna, que permitem menor ruído e maior tempo de

vida útil.

Os injetores utilizados na cromatografia gasosa permitem a injeção de bandas estreitas na coluna, o que aumenta a eficiência da separação cromatográfica. Particularmente, para a análise de compostos voláteis presentes em nível de traços, os injetores do tipo *split-splitless* no modo *splitless*, *on-column* e *programed temperature vaporizer* (PTV) são os mais amplamente utilizados.^{22,27}

Mais recentemente, a *Fast-GC* e a Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente vêm ganhando destaque na análise de compostos voláteis. A *Fast-GC* faz uso de colunas cromatográficas de menor comprimento (5 a 15 m), menor diâmetro interno (0,05 a 0,2 mm) e menor espessura de filme (0,1 a 0,25 µm), além de alto fluxo de gás na coluna, o que permite a separação de um grande número de compostos em poucos segundos.⁵⁶ A cromatografia gasosa bidimensional abrangente, do inglês *comprehensive two-dimension* (2-D) *gas chromatography* (GCxGC), visa atender aos requisitos de elevada eficiência para a separação de compostos voláteis de amostras complexas, que são separados em duas colunas distintas, conectadas em série a partir de um modulador, que aprisiona e libera frações de analitos da primeira para a segunda coluna, de dimensões adequadas para análises no modo *Fast-GC*.^{48,52}

Identificação e quantificação dos compostos voláteis

As técnicas cromatográficas por si só não permitem a identificação de compostos, mas apenas sua separação e quantificação. A quantificação é usualmente realizada em cromatógrafo gasoso equipado com detector de ionização de chama (DIC), aliada a técnicas de quantificação por padronização externa ou interna.

A identificação dos compostos voláteis de amostras complexas é realizada predominantemente pelo uso de espectrometria de massas acoplado ao cromatógrafo gasoso, além de informações fornecidas por índices de retenção e uso de padrões puros.²² No espectrômetro de massas, o analito recém eluído da coluna cromatográfica é bombardeado em

uma fonte ionizante, fragmentando-se em íons, que são encaminhados ao analisador para classificação e quantificação de acordo com sua razão massa/carga, fornecendo um espectro de massas que é característico de cada composto.⁴⁴ Os compostos voláteis presentes na amostra são identificados por comparação dos espectros obtidos com os espectros de massas de substâncias puras arquivados em bases de dados específicas (NIST, Willey). Podem ainda ser feitas comparações dos espectros de massas obtidos com os espectros gerados a partir da injeção de padrões puros conhecidos, sob as mesmas condições cromatográficas. Ainda para fins de identificação, pode-se associar aos dados da espectrometria de massas, informações adicionais da espectrometria no infravermelho e ressonância magnética.³⁸

Olfatometria

A contribuição dos compostos voláteis para o aroma de um alimento depende de técnicas sensoriais que avaliem qual a contribuição específica de cada composto para o aroma global de um produto.^{15,17}

A cromatografia gasosa-olfatometria (CG-O), técnica de análise sensorial aplicada ao estudo da qualidade do aroma, emprega uma equipe sensorial para avaliar as diferentes notas do aroma que emergem da coluna cromatográfica após separação dos compostos voláteis. Nesta técnica, o detector do cromatógrafo é substituído pelo nariz de um julgador.

O uso da CG-O permite estimar a importância relativa de cada composto odorífero presente na amostra. Na análise olfatométrica as técnicas podem ser divididas em três categorias: a) diluições sucessivas, b) análise direta ou de tempo-intensidade e, c) frequência de detecção.^{15,17}

As técnicas de diluições sucessivas CHARM¹ e AEDA^{58,63} medem a importância odorífera dos compostos voláteis baseadas na capacidade de um composto ser detectado pelos julgadores em determinadas diluições do isolado. Compostos percebidos nos isolados mais diluídos possuem grande potência odorífera. Na técnica CHARM, os julgadores reportam o

tempo inicial em que o odor foi percebido, o tempo final e a qualidade do odor. Com o uso de um *software*, os dados coletados de todos os julgadores em todas as diluições são integrados gerando um aromagrama. Como resultado, são calculados índices de diluição referentes às diferentes regiões do aromagrama. Regiões com maiores índices de diluição apontam a presença de compostos de maior impacto odorífero. Na técnica AEDA, a importância odorífera é estimada a partir do uso de um fator de diluição, que corresponde à maior diluição do isolado na qual o composto pode ainda ser detectado pelos julgadores. A diferença entre as técnicas CHARM e AEDA está no fato de que na AEDA leva-se em consideração apenas a maior diluição do isolado em que o aroma pode ser percebido, enquanto na CHARM também se avalia o impacto das diferentes diluições sobre a duração de cada aroma presente na amostra, além de necessitar de um *software* específico para sua execução.¹⁵

Segundo o princípio das técnicas olfatométricas de diluições sucessivas, quanto menor o limiar de percepção de um composto (*threshold*), ou seja, sua capacidade de ser percebido em soluções mais diluídas, maior é sua importância odorífera. Isto contraria os fundamentos da psicofísica, pois de acordo com a lei de Stevens, dois compostos de mesmo *threshold* podem apresentar importâncias odoríferas distintas em razão dos valores de seus expoentes de poder odorífero.^{15,61}

A técnica OSME⁴³ corresponde à análise do efluente da coluna proveniente do isolado do alimento, que é realizada em repetições por uma equipe de julgadores treinados e selecionados, que usam escala de tempo-intensidade para avaliar cada aroma percebido.^{15,16,43,47} Ao final da análise, são integrados os dados do tempo inicial de percepção do aroma, da intensidade e do tempo final no qual o aroma deixou de ser percebido pela equipe de julgadores. Simultaneamente, é feito o registro da descrição de cada aroma percebido que, juntamente com os dados coletados pelo *software*, irá compor o aromagrama. Picos de maior intensidade e/ou maior área representam os compostos voláteis de maior importância odorífera. Adicionalmente, o aromagrama pode ser diretamente correlacionado ao

cromatograma obtido, permitindo identificar os compostos voláteis de impacto odorífero e avaliar sua importância odorífera.^{7,14,25,33}

Outra técnica de análise olfatométrica é a *Finger Span*²⁰ que utiliza como escala para a medida da intensidade de aroma dos compostos que eluem da coluna cromatográfica a distância entre o polegar e o dedo indicador do julgador. Um sensor, previamente calibrado, é conectado aos dedos do julgador dando suporte à escala.^{20,28}

A técnica de frequência de detecção baseia-se na medida da importância odorífera de um composto volátil de acordo com o número de julgadores capazes de detectá-lo em determinado isolado. A técnica de frequência⁵⁵ permite avaliar quantitativamente dados obtidos a partir do uso dos conceitos de NIF (*Nasal Impact Frequency*, altura normalizada) e SNIF (*Surface Nasal Impact Frequency*, superfície dos picos), visando estabelecer intervalos de confiança das relações lineares com o logaritmo das concentrações dos compostos. A técnica de frequência OGA (*Olfactometry Global Analysis*) estima a importância odorífera da proporção de julgadores capazes de perceber o aroma de cada composto no efluente cromatográfico. Nas técnicas de frequência de detecção não são realizadas repetições e os parâmetros utilizados para a construção do aromagrama representativo da amostra são o número de julgadores que perceberam cada odor *versus* o tempo inicial e final de percepção destes.⁵⁵

As técnicas olfatométricas diferem não somente em seus fundamentos, como também em seu procedimento, requisitos e formas de expressar os resultados.¹⁵ A escolha da técnica olfatométrica depende do objetivo do estudo, da equipe sensorial e do tempo disponível para a análise.^{17,39,65} A comparação entre AEDA, OSME e OGA mostrou correlações altamente significativas ($p < 0,0003$) entre as técnicas, com menor grau de consenso entre AEDA e OGA. OSME foi a técnica que melhor se correlacionou com as demais.³⁹

É importante considerar, quanto à facilidade de execução, que OGA é a técnica mais simples e mais rápida, por não contemplar repetições nas análises. Por outro lado, OSME é a

técnica de maior dificuldade, em razão do número de julgadores, das repetições e da necessidade de treinamento da equipe sensorial.^{15,17} Ainda que bastante complexa e que requeira treinamento da equipe sensorial, OSME é considerada a técnica mais adequada quando o objetivo é a discriminação entre as amostras.^{15,64}

Compostos voláteis do maracujá

O maracujá é uma fruta tropical exótica de sabor e aroma muito apreciados. Das espécies cultivadas comercialmente, destacam-se o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), o maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims) e o maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis). O maracujá amarelo é a espécie de maior importância comercial, responsável por cerca de 95% dos pomares cultivados no Brasil, seu maior produtor mundial.⁴⁶

O aroma do maracujá é descrito predominantemente como floral e frutal, com nota sulfurosa característica.^{53,71} Os ésteres butanoato de etila, butanoato de hexila, hexanoato de etila e hexanoato de hexila, majoritário, foram identificados na fração oleosa do maracujá.²⁹ No maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims), o butanoato de etila foi o composto majoritário dentre 20 compostos identificados por Parliment.⁵¹ Dos 165 compostos voláteis identificados no maracujá amarelo,⁷⁰ 161 reportados pela primeira vez, o hexanoato de etila, alfa-pineno, linalol, hexanol, benzaldeído, vanilina e eugenol foram considerados os de maior importância para o aroma doce de maracujá, embora técnicas olfatométricas não tivessem sido utilizadas na época. A análise do *headspace* de seis frações de suco de maracujá levou à identificação de 300 compostos voláteis.¹¹ Destes, apenas 22 compostos voláteis foram considerados importantes quando o aroma do suco foi avaliado por *CG-sniffing*. Os compostos 6-(but-2'-enilideno)-1,5,5-trimetilciclohexen-1-eno, butanoato de *cis*-3-hexenila, butanoato de hexila, *cis*-oct-4-enoato de etila, beta-ionona e edulan I, foram considerados os de maior importância odorífera.

A influência da maturação na composição de voláteis do maracujá roxo foi estudada por Casimir et al.¹⁰ Frutos dos estádios iniciais de maturação apresentaram como compostos majoritários linalol, hexanal, 2-metilbut-3-en-2-ol e alfa-terpineol, enquanto nos frutos maduros sua concentração foi reduzida, e a de ésteres alifáticos e de compostos derivados de carotenóides aumentada.

Os compostos voláteis do maracujá híbrido procedente de Taiwan foram avaliados por Chen et al.¹³ durante o período de pós-colheita (0 a 8 dias). Os ésteres butanoato de etila, butanoato de hexila e hexanoato de etila mostraram concentração máxima no 2º dia após a colheita e posterior decréscimo gradual, enquanto o acetato de etila apresentou sensível acréscimo do 6º ao 8º dia após a colheita. As diferenças na composição dos voláteis durante o período de pós-colheita devem-se à variação do comportamento das enzimas de síntese e degradação, já que o maracujá, por ser um fruto climatérico, continua seu processo de respiração após a colheita, e sofre mudanças em suas características, tais como aroma, sabor e textura, mesmo após seu desprendimento da planta.

Maracujá amarelo em diferentes estádios de maturação tiveram os compostos voláteis descritos por Narain & Bora.⁴⁹ Foram identificados butanoato de hexila, hexanoato de hexila, 3-pentanona, butanoato de etila, benzaldeído, propanoato de etila, 1-hexanal e octanoato de etila, compostos voláteis majoritários, além de outros compostos importantes como limoneno, mirceno, beta-ionona, linalol e álcool benzílico. No suco de maracujá preparado com a fruta verde foi observada marcante presença do hexanal, que decresceu com a maturação, além de ausência de 3-pentanona, enquanto que para o suco da fruta madura, este foi o principal composto obtido.

Foram relatados 208 compostos voláteis para o maracujá roxo, amarelo e híbrido no estudo de revisão publicado por Shibamoto & Tang.⁵⁷ Dentre os ésteres, classe majoritária, houve destaque para o butanoato de etila e hexanoato de etila. Limoneno, mirceno, *trans*-ocimeno e terpinoleno também foram descritos. Dentre os aldeídos, foram reportados o

hexanal e o furfural, presentes em altas concentrações em produtos de maracujá processados. O hexanol esteve presente em todas as espécies de maracujá, enquanto que o metanol foi encontrado apenas no maracujá roxo proveniente da Austrália e o etanol foi um dos compostos majoritários presentes em sucos de maracujá desta região.

A composição de voláteis de sucos de maracujá das variedades amarelo, roxo e “Tai-Non nº 1” (híbrido), cultivados em Taiwan mostrou que, dos 60 compostos voláteis identificados, 50% eram ésteres, e a outra metade era composta por álcoois, aldeídos, cetonas, terpenos, etc.¹² Suco de maracujá (variedade “Tai-Non” nº 1) fresco, centrifugado, pasteurizado e o *headspace* gerado durante a centrifugação tiveram a composição de voláteis avaliada.³⁷ Os compostos de alta volatilidade foram perdidos por evaporação (35%) durante a centrifugação, enquanto que, compostos de baixa a média volatilidade foram pouco afetados, permanecendo no suco centrifugado. Houve aumento nas concentrações de linalol e alfa-terpineol no suco pasteurizado.

Os compostos voláteis do maracujá amarelo procedente de Cuba e da polpa pasteurizada foram estudados,⁵⁴ resultando na identificação de 44 compostos (12 ésteres, 13 terpenos, 6 cetonas, 4 ácidos, 3 álcoois, 3 álcoois norterpénoides, 2 aldeídos e 1 lactona). Os ésteres foram os compostos majoritários, com destaque para hexanoato de etila e butanoato de hexila. Os terpenos linalol e alfa-terpineol, além de outros compostos como o butanoato de etila, beta-ionona e ésteres norterpénoides também foram importantes para o aroma floral e frutal do maracujá. Não foram detectadas diferenças entre a polpa e o suco de maracujá pasteurizado, tanto na análise sensorial quanto em relação à composição de voláteis, diferentemente dos resultados relatados por Kuo et al.³⁷

Compostos voláteis provenientes da degradação de carotenóides,⁶⁷ compostos voláteis sulfurados^{18,68} e ésteres alifáticos,⁶⁹ também têm grande importância para o aroma característico e complexo do maracujá, tendo sido alvo de estudos.

Foram também investigados os compostos sulfurados do maracujá amarelo proveniente do Brasil,¹⁸ levando à identificação de sete novos compostos ainda não reportados: 3-mercaptohexanol, acetato de 3-mercaptohexila, butanoato de 3-mercaptohexila, hexanoato de 3-mercaptohexila, acetato de 3-(metiltio)-hexila, butanoato de 3-(metiltio)-hexila e hexanoato de 3-(metiltio)-hexila. Segundo os autores, tais compostos poderiam estar relacionados ao aroma frutal característico e serem considerados compostos chave para o aroma do maracujá, apesar de não ter sido realizado nenhuma análise olfatométrica.¹⁸

Importância odorífera dos compostos voláteis do maracujá

A caracterização química e olfatométrica da essência aquosa de maracujá amarelo levou à detecção de 62 compostos voláteis, dois destes identificados pela primeira vez no maracujá: malonato de dietila e 3-penten-2-ol. A análise olfatométrica, realizada pela técnica de diluição AEDA mostrou como compostos de maior importância odorífera, o hexanoato de 2-metilbutila, descrito com intenso aroma doce, e hexanoato de hexila, de aroma descrito como “ameixa, pêssego”. Além destes, outros compostos também foram considerados importantes para o aroma da essência de maracujá, como 2-heptanol, hexanoato de etila e linalol, com contribuição para o aroma floral, frutal e doce do maracujá.³⁵

A importância odorífera dos compostos voláteis do suco de maracujá não pasteurizado e de sua essência aquosa foi avaliada usando a técnica olfatométrica AEDA,³⁴ levando à obtenção de 66 compostos odoríferos, dos quais 11 ainda não tinham sido reportados para o maracujá. Para o suco de maracujá, os compostos de maior importância odorífera foram o hexanoato de 2-metilbutila e o 1,3-dimetilbenzeno, descritos como “suor” e “noz, oleoso, medicinal”, respectivamente, enquanto que para a essência aquosa, os compostos de maior importância odorífera foram o hexanoato de 2-metilbutila, de odor descrito como “suor” e o hexanoato de hexila, descrito como “pêssego, ameixa”.

Jales et al.³¹ também analisaram a importância odorífera de compostos voláteis do suco de maracujá amarelo usando a técnica OSME. Os compostos voláteis foram predominantemente ésteres, seguidos de terpenos, álcoois, aldeídos e cetonas. Os compostos majoritários butanoato de etila, hexanoato de etila, *trans*-beta-ocimeno e hexanol apresentaram intensidade odorífera baixa, enquanto que os compostos com pequena área relativa, como 2-pentanona, carbonato de dietila, beta-mirceno e gama-terpineno apresentaram maior importância odorífera. O suco de maracujá continha compostos voláteis muito potentes, presentes em concentrações abaixo do limite de detecção do instrumento, mas que foram percebidos pelos julgadores durante a análise olfatométrica e descritos como “maracujá”, “verde”, “frutal”, “perfume” “queimado”, “cola, plástico” e “besouro”.

A importância odorífera dos compostos voláteis da *water phase* do maracujá amarelo foi avaliada pela técnica OSME.¹⁴ Foram detectados 71 compostos odoríferos, sendo que 60% destes apresentaram aromas de impacto positivo para a elaboração de essência, com destaque para butanoato de etila, com aroma de “tuttifrutti”; 3-hexenal, descrito como “verde, grama”; butanoato de metila, de aroma “doce, frutal”; hexanoato de etila, de aroma “cítrico”; acetato de hexila, descrito como “verde”; hexanal, descrito como “grama”; terpinen-4-ol, descrito como “banana”, e hexanol, com aroma de “desinfetante de limão, mato”.

Os compostos voláteis do maracujá orgânico e convencional foram avaliados usando a técnica olfatométrica OSME.³³ Cinquenta e oito compostos odoríferos foram detectados na polpa de maracujá dos dois cultivos. Os compostos voláteis de maior importância odorífera foram acetato de propila, com contribuição para o aroma característico de maracujá, hexanoato de etila, com contribuição para o aroma doce, e carbonato de dietila, descrito como “sintético, plástico”, que apresentaram maior intensidade odorífera no maracujá orgânico. Os compostos butanoato de metila e de etila, com contribuição para o aroma doce, maracujá, e morango, octanoato de etila, descrito como “verde, terra”, e *cis*-3-hexen-1-ol, descrito como “maracujá, enxofre”, também foram importantes para o aroma do maracujá, com maior

intensidade odorífera no maracujá convencional. Os ésteres acetato de *trans* e *cis*-3-hexenila e os terpenos alfa-copaeno, alfa-terpineol, limoneno, *trans*-beta-ocimeno e delta-cadineno, com maior contribuição odorífera no maracujá orgânico, podem estar relacionados a compostos metabólicos bioativos de ação protetora.^{19,26}

Macoris et al.⁴² estudaram a importância odorífera dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional em três estádios de maturação usando a técnica OSME. Cinquenta e seis compostos odoríferos foram detectados, dos quais 30 foram identificados. Butanoato de etila e hexanoato de etila, descritos como “morango, doce e frutal”, foram os compostos voláteis de maior importância odorífera para as polpas de maracujá orgânico e convencional de todos os estádios de maturação, com maior intensidade odorífera para a polpa orgânica. Acetato de propila, descrito como “casca, folha, maracujá”, também teve contribuição para o aroma da polpa de maracujá dos dois cultivos nos estádios de cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, sendo mais intenso para a polpa orgânica. Carbonato de dietila, descrito como “plástico, sintético”, foi considerado importante para a polpa de maracujá convencional no estádio de cor de casca 2/3 e para o maracujá orgânico no estádio de cor de casca 3/3 amarela. Vale destacar o terpeno alfa-terpineol, descrito como “casca, folha, maracujá”, com contribuição odorífera para a polpa de maracujá orgânico nos estádios de cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, e o composto não identificado, descrito como “algodão doce”, de importância odorífera somente para a polpa orgânica do estádio de cor de casca 3/3 amarela. Ao longo da maturação, a importância odorífera de compostos relacionados aos aromas frutais e florais do maracujá, tais como acetato de propila, butanoato de etila, hexanoato de etila e acetato de *cis*-3-hexenila aumentou principalmente na polpa orgânica, enquanto a importância odorífera dos compostos 1-butanol e *cis*-3-hexen-1-ol, descritos como “verde, terra e sintético”, diminuiu principalmente na polpa orgânica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo dos compostos voláteis é fundamental para conhecimento dos compostos responsáveis pelo aroma e sabor das frutas. Diversas técnicas podem ser utilizadas para o isolamento, separação, quantificação e identificação dos compostos voláteis, mas é necessário que se conheça a contribuição odorífera de cada composto volátil e sua importância para o aroma global da fruta, o que pode ser feito pelo emprego da olfatometria.

De maneira geral, ésteres são considerados os compostos de maior importância para o aroma do maracujá, contribuindo para o aroma doce, frutal e floral característicos da fruta. Os terpenos e os aldeídos também apresentam importância odorífera para o aroma do maracujá, contribuindo para o aroma floral e verde da fruta.

As diferenças da importância odorífera dos compostos voláteis do maracujá podem ser atribuídas ao emprego de frutas de diferentes materiais e regiões, e de condições edafoclimáticas diversas, além das diferentes técnicas de isolamento e de análise olfatométrica empregadas.

Vale ressaltar que o butanoato de etila, descrito como “doce, morango” foi o composto de maior importância odorífera para o maracujá produzido por cultivo orgânico e convencional. O hexanoato de etila, descrito como “xarope, guaraná”, carbonato de dietila, descrito como “sintético, plástico”, acetato de propila, descrito como “casca, maracujá” e um composto não identificado, descrito como “algodão doce” foram importantes para o aroma do maracujá, apresentando maior intensidade no maracujá orgânico, quando comparado ao convencional. O acetato de *cis*-3-hexenila e o alfa-terpineol, de maior contribuição odorífera para o maracujá orgânico podem estar relacionados a compostos bioativos de ação protetora.

AGRADECIMENTOS: Fapesp e Prodoc-Capes pelo suporte financeiro.

MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. Odor contribution of passion fruit volatile compounds. A review. Alim. Nutr., Araraquara.

ABSTRACT: Volatile compounds play a fundamental role in the aroma and flavor of fruits. The research of volatile compounds of fruits comprises the steps of isolation, separation, identification, quantification and olfactometry, which can indicate the specific contribution of each volatile compound to the global aroma. Esters, terpenes and aldehydes are the volatile compounds with the major contribution to the flavor of the passion fruit. Esters contribute to the sweet, frutal and floral characteristic flavor of the passion fruit, and terpenes and aldehydes contribute to the floral and green flavor. Ethyl butanoate is the most important odoriferous compound to the characteristic flavor of the organic and conventional passion fruit. Hexyl hexanoate, diethyl carbonate and propyl acetate also show odor contribution to the characteristic and sweet flavor of the passion fruit, with higher intensity in the organic fruit when compared to the conventional one. *Cis*-3-hexenyl acetate and alpha-terpineol, important for the citric, floral and frutal flavor of passion fruit, show higher intensity in the organic fruit, which might be related to biactive compounds with protective action.

KEYWORDS: volatile compounds, flavor, olfactometry, passion fruit.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACREE, T. E.; BARNARD, J.; CUNNINGHAM, D. G. A procedure for sensory analysis of gas chromatographic effluents. **Food Chem.**, v. 14, p. 273-286, 1984.
2. ALVES, G. L.; FRANCO, M. R. B. Headspace gas chromatography/mass spectrometry of volatile in murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **J. Chromatogr A**, v. 985, n. 24, p. 297-301, 2003.
3. ARTHUR, C. L.; PAWLISZYN, J. Solid-phase microextraction with thermal-desorption using fused-silica optical fibers. **Anal. Chem.**, v. 62, n. 19, p. 2145–2148, 1990.
4. AUGUSTO, F. et al. Screening of Brazilian fruit aromas using solid-phase microextraction gas chromatography mass spectrometry. **J. Chromatogr. A**, v. 873, n. 1, p. 117-127, 2000.
5. BARRY, E. F.; GROB, R. I. **Columns for Gas Chromatography: Performance and**

Selection. New Jersey. Publisher: Wiley Blackwell, Jonh Wiley & Sons. Inc., 2007, 298 p.

6. BASTOS, D. H. M.; DA SILVA, M. A. A. P.; FRANCO, M. R. B. Otimização da etapa de isolamento dos compostos voláteis de mel para análise por cromatografia gasosa. **Alim. Nutr.**, v. 9, p. 77-88, 1998.
7. BERGARA-ALMEIDA, S. B. **Efeito de diferentes aromas cítricos sobre a qualidade e estabilidade sensorais de suco de laranja pronto para beber.** 2006. 189 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
8. BICCHI, C. et al. Dual-phase twistors: A new approach to headspace sorptive extraction and stir bar sorptive extraction. **J. Chromatogr. A**, v. 1094, n. 1-2, p 9-16, 2005.
9. BICCHI, C. et al. Headspace sorptive extraction (HSSE), stir bar sorptive extraction (SBSE), and solid phase microextraction (SPME) applied to the analysis of roasted Arabica coffee and coffee brew. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50 p. 449–459, 2002.
10. CASIMIR, D. J.; SHAW, K. J.; WHITFIELD, F. B. Volatile flavor constituents-passion fruit. **Div. Food Res. Rep. Res. (Aust. C. S. I. R. O.)**, p. 17-18, 1977-1978.
11. CASIMIR, D. J.; WHITFIELD, F. B. Flavor impact values: a new concept for assigning numerical values for the potency of individual flavours components and their contribution for the overall flavours profile. **Ber. Int. Frachtfurt. Union. Wiss. Tech. Komm.**, v. 15, p. 325-347, 1978.
12. CHEN, C. C. et al. Headspace components of passion fruit juice. **J. Agric. Food Chem.**, v. 30, p.1211-1215, 1982.
13. CHEN, C. C., KUO, M., C., WU, C. M. Chemical changes in the flavor of flavor passion fruit juice during processing and concentration In: FENNEMA, O. R.; CHANG, W-H, LII, C-Y. (Eds). **Role of chemistry in the quality of processed food.** Connecticut: Food and Nutrition Press, INC., 1986, Cap 16, p. 187-201.
14. CIAMPONE, S. **Perfil de voláteis em water phase de maracujá (*Passiflora edulis* f. flavicarpa Degener) e avaliação de seu potencial para a produção de essência natural.** 2007.117 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
15. DA SILVA, M. A. A. P.; SAMPAIO, K. L.; BERTOLINI, A. C. CG-Olfatometria

(CGO): uma revisão. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 2, p. 29-46.

16. DA SILVA, M. A. A. P.; LUNDHAL, D. S.; MCDANIEL, M. R. The capability and psychophysics of Osme: a new GC-olfactometry technique. In: MAARSE, H.; VAN DER HEIJ, D. G. (Eds). **Trends in Flavour Research**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1994. p. 191-209.

17. DELAHUNTY, C. M.; EYRES, G.; DUFOUR, J-P. Review: Gas chromatography-olfactometry. **J. Sep. Sci.**, v. 29, p. 2107 -2125, 2006.

18. ENGEL, K. H.; TRESSL, R. Identification of new sulfur-containing volatiles in yellow passion fruits (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 39, p. 2249-2252, 1991.

19. ENGELBERTH, J. Smelling the Danger and Getting Prepared: Volatile Signals as Priming Agents in Defense Response. **Plant. Physiol.** Fourth Edition Chapter 13, Essay n. 13.8, September, 2006 (On-line). Disponível em: < <http://4e.plantphys.net/chapter.php?ch=13>>. Acesso: dez/09

20. ETIÉVANT, P. X. et al. Odor intensity evaluation in gas chromatography-olfactometry by finger span method. **J. Agric. Food Chem.**, v. 47, n. 4, p. 1673-1680, 1999.

21. FRANCO, M. R. B., RODRIGUEZ-AMAYA, D.; LANÇAS, F. M. Compostos voláteis de três cultivares de manga (*Mangifera indica* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 24, n. 2, p. 165-169, 2004.

22. FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 1, p. 17-27.

23. FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on Porapak Q by suction. **J. Sci. Food Agric.**, v. 34, n. 3, p. 293-299, 1983.

24. FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some brazilian fruits: umbu-cajá (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, p. 1263-1265, 2000.

25. GARRUTI, D. S. et al. Evaluation of volatile flavour compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the Osme gas chromatography/olfactometry technique. **J. Sci. Food Agric.**, v. 83, p. 1455-1462, 2003.
26. GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quim. Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
27. GROB, K. Injection techniques in capillary GC. *Anal. Chem.*, v. 66, p. 1009A-1019A, 1994.
28. GUICHARD, H. et al. GC sniffing analysis: olfactive intensity measurement by two methods. **Z. Lebens. Unters. Forsch.**, v. 201, p. 344- 350. 1995.
29. HIU, D. N.; SCHEUER, P. J. The volatile constituents of passion fruit juice. **Food Chem.**, v. 31, p. 998-1002, 1961.
30. IBÁÑEZ, E. et al. Analysis of volatile fruit components by headspace solid-phase microextraction. **Food Chem.**, v. 3, p. 281-286, 1998.
31. JALES, K. A. et al. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracuyá amarelo por GC-MS y GC-O (OSME). **Notícias Técnicas del Laboratório**, v. 3, p. 12-14, 2005.
32. JANZANTI, N. S.; WOSIACKI, G.; FRANCO, M. R. B. Efeito do processamento na composição de voláteis de suco clarificado de maçã Fuji. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 23, n. 3, p. 523-528, 2003.
33. JANZANTTI, N. S. et al. Influence of the cultivation system on the aroma of the volatile compounds and total antioxidant activity of passion fruit. **J. Agric. Food Chem.**, 2010 (submitted).
34. JORDÁN, M. J.; GOODNER, K. L.; SHAW, P. E. Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degner) by GC-MS and GC/O. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, p. 1523-15288, 2002.
35. JORDÁN, M. J.; GOODNER, K. L.; SHAW, P. E. Volatile components in tropical fruit essences: yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) and banana (*Musa sapientum* L.). **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, v. 113, p. 284-286, 2000.
36. KATAOKA, H.; LORD, H. L.; PAWLISZYN, L. Applications of solid-phase microextraction in food analysis. **J. Chromatogr. A**, v. 880, p. 35-62, 2000.

37. KUO, M. C. et al. Changes in volatiles components of passion fruit juice as affected by centrifugation and pasteurization. **J. Food Sci.**, v.50, p. 1208-1218, 1985.
38. LANÇAS, F. M. **Cromatografia em Fase Gasosa**. 1. ed. São Carlos: Acta Eventos, 1993. 240 p.
39. LE GUEN, S.; PROST, C.; DEMAIMAY, M. Critical comparison of three olfactometric methods for the identification of the most potent odorants in cooked mussels (*Mytilus edulis*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, n. 4, p. 1307-1314, 2000.
40. LE PAPE, M. A. et al. Optimization of dynamic headspace extraction of the edible red algae *Palmaria palmata* and identification of the volatile components. **J. Agric. Food Chem.** v. 52, n. 3, p. 550-556, 2004.
41. MACORIS, M. S. et al. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 2010 (aceito).
42. MACORIS, M. S. et al. Effect of the rippering stage and cultivation system on the volatile flavor compounds from passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) **J. Agric. Food Chem.**, 2010 (submitted).
43. MCDANIEL, M. R. et al. Pinot Noir aroma: a sensory/gas chromatography approach. In: CHARALAMBOUS, G. (Ed.) **Flavors and off-flavors**. Amsterdam: Elsevier, 1990, p 23-26.
44. MCLAFFERTY, F. W. **Interpretation of Mass Spectra**. Mill Valley: N. Turno, 1994. 293 p.
45. MEHINAGIC, E., PROST, C, DEMAIMAY, M. Optimization of extraction of apple aroma by dynamic headspace and influence of saliva on extraction of volatiles. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, n. 16, p. 5175-5182, 2004.
46. MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Boletim Técnico 181. IAC: Campinas, p. 1-64, 1999.
47. MIRANDA-LOPEZ, R. et al. Identifications of additional odor-active compounds in Pinot Noir wines. **Am. J. Enol. Vinicult.**, v. 43, p. 90-92, 1992.
48. MONDELLO, L. et al. Comprehensive two-dimensional GC for the analysis of citrus essential oils. **Flavour Frag. J.**, v. 20, p. 136-140, 2005.
49. NARAIN, N.; BORA, P.S. Postharvest changes in volatile flavour constituents of

- yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*). **J. Sci. Food Agric.**, v. 60, p. 529-530, 1992.
50. NICKERSON, G. B.; LIKENS, S. T. Gas chromatographic evidence for the occurrence oil components in beer. **J. Chromatogr. A**, v. 21 p. 1-5, 1966.
 51. PARLIMENT, T. H. Some volatile constituents of passion fruit. **J. Agric. Food Chem.**, v. 20, p. 1043-1045, 1972.
 52. PEDROSO, M. P. et al. Cromatografia gasosa bidimensional abrangente (GC × GC). **Quím. Nova**, v. 32, n. 2, p. 421-430, 2009.
 53. PINO, J. A. Los constituyentes volatiles de la fruta de la passion. **Alimentaria**, marzo, p. 73-81, 1997.
 54. PINO, J. A.; BOYS, T.; RONCAL, E. Volatile components of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) and its pasteurized pulp. **Alimentaria**, v. 268, p. 57-59, 1995.
 55. POLLIEN, P. et al. Hyphenated headspace-gas chromatography-sniffing technique: screening of impact odorants and quantitative aromagram comparisons. **J. Agric. Food Chem.**, v. 45, p. 2630-2637, 1997.
 56. REED, G. L. **Fast GC: applications and theoretical studies**. 1999. 150 f. Tese (Doutorado em Química). Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia, 1999.
 57. SHIBAMOTO, T.; TANG, C. S. Minor tropical fruits - Mango, papaya, passion fruit and guava. In: MORTON, I. D.; MACLEOD A. J. (Eds.) **Food Flavours Part C. The Flavour of Fruits**. Elsevier: Amsterdam, 1990, p. 253-267.
 58. SHIEBERLE, P.; GROSCH, W. Evaluation of the flavor of wheat and bread by aroma extract dilution analysis. **Zeitschrift Lebensmittel Unters Forsshung**, v. 182, p. 111-113, 1987.
 59. SINGLETON, J. A.; PATTEE, H. E. CHARALAMBOUS, G. **Analysis of food and beverages**. New York: Academic Press, 1978. 359 p.
 60. SNOW, N. H. Head-space analysis in modern gas chromatography. **Trends Anal. Chem.**, v. 21, n. 9-10, 2002.
 61. STEVENS, S. S. On the psychophysical law. **Psychol Rev**, v. 64, p. 153-147, 1957.
 62. THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, v. 34, n. 1, p. 52-59, 2000.

63. ULRICH, F.; GROSCH, W. Identification of the most intense volatile flavor compounds formed during autoxidation of linoleic acid. **Z. Lebensm. Unters. Forch.**, v. 184, p. 277-282, 1987.
64. VALENTE, A. L. P.; AUGUSTO, F. Microextração por fase sólida. **Quím. Nova**, v. 23, n. 4, p. 523-530, 2000.
65. VAN RUTH, S. M.; O'CONNOR, C. H. Evaluation of three gas chromatography-olfactometry methods: comparison of odour intensity-concentration relationships of eight volatile compounds with sensory headspace data. **Food Chem.**, v. 74, p. 341-34, 2001.
66. WEURMAN, C. Isolation and concentration of volatiles in food odor research. **J. Agric. Food Chem.**, v. 17, n. 2, p. 370-384, 1969.
67. WHITFIELD, F. B.; LAST, J. H. The flavour of the passion fruit- a review. In: BRUNKE, E-J. (Ed.) **Progress in essential oil research**. Berlin: Water de Gruyter, 1986, p. 3-48.
68. WINTER, M. et al. Identification and synthesis of two new organic sulfur compounds from the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Helv. Chim. Acta**, v. 59, p. 1613-1620, 1976.
69. WINTER, M. et al. (Z)-4,7-Octadiensäure-äthylester und (Z)-Buttersäure-3,5-hexadienylester, zwei neue Aromastoffe der roten Passionsfrucht. **Helv. Chim. Acta.**, v. 62, p.135-139, 1979.
70. WINTER, M.; KLOTI, R. Über das aroma der gelben passionfrucht (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). **Helv. Chim. Acta**, v. 55, n. 181-182, p. 1916-1921, 1972.
71. WINTERHALTER, P. Fruits IV. In: MAARSE, H. (Ed). **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: Marcel Dekker Inc., 1991. p. 389-409.
72. ZUIN, V. G. et al. Comparison of stir bar sorptive extraction and membrane-assisted solvent extraction as enrichment techniques for the determination of pesticide and benzo[a]pyrene residues in Brazilian sugarcane juice. **J. Chromatogr. A**, v. 1114, n. 2, p. 180-187, 2006.

Capítulo 2

INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NO
TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E NA ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE TOTAL DA POLPA DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*
Sims f. *flavicarpa* Deg.)

INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL DA POLPA DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*)

Atividade antioxidante total e compostos fenólicos totais da polpa de maracujá

MARIANA S MACORIS^a, RENATA DE MARCHI^b, NATÁLIA S JANZANTTI^a, MAGALI MONTEIRO^a

^aDepartamento de Alimentos e Nutrição. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade estadual Paulista - UNESP. CEP 14.801-902, Brasil.

^bSensory Spectrum – 554 Central Avenue, New Providence, New Jersey, 07974, EUA.

RESUMO

ORIGEM: A influência do estágio de maturação e do cultivo no teor de compostos fenólicos totais (TPC) e na atividade antioxidante total (AAT) da polpa de maracujá orgânico e convencional foi avaliada durante a maturação da fruta. A extração de TPC foi otimizada usando delineamento fatorial composto central (2^3), cujas variáveis foram volume de amostra, volume de metanol na solução extratora e volume de solução extratora. TPC foi determinado empregando o reagente de Folin-Ciocalteu e a AAT usando a reação de descoloração do radical ABTS. **RESULTADOS:** A metodologia de superfície de resposta indicou como melhor condição para a extração de TPC o volume de 2 mL de polpa e 90 mL solução extratora contendo 40% (v/v) de metanol em água. A polpa orgânica apresentou variação de 281,8 a 361,9 mg de ácido gálico.L⁻¹ ($p \leq 0,05$) e a polpa convencional de 291,0 a 338,6 mg de ácido gálico.L⁻¹ ($p \leq 0,05$) durante a maturação. A polpa de maracujá orgânico apresentou o maior valor de AAT, 1872,9 μ mol de Trolox.L⁻¹, no estágio de maturação

correspondente à cor de casca 1/3 amarela. A AAT da polpa convencional aumentou ao longo da maturação. CONCLUSÃO: A polpa de maracujá de ambos os tipos de cultivo apresentou valores de TPC que aumentaram ao longo da maturação. Houve aumento da AAT da polpa convencional durante a maturação da fruta. O comportamento da polpa de maracujá orgânico em relação a AAT sugere que compostos de ação antioxidante exerçam forte influência nos estádios iniciais de maturação, quando o TPC ainda não atingiu sua máxima concentração.

PALAVRAS-CHAVE

atividade antioxidante total, compostos fenólicos totais, polpa de maracujá, maracujá orgânico, metodologia de superfície de resposta

INTRODUÇÃO

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários bioativos dos vegetais, que juntamente com outros compostos bioativos protegem o organismo contra o estresse oxidativo, prevenindo processos degenerativos e evitando doenças como câncer, *alzheimer* e *parkinson*, entre outras.¹⁻³

A atividade antioxidante total de um alimento reflete sua capacidade de fornecer ao organismo substâncias capazes de estabilizar os radicais livres gerados durante processos de oxidação. A atividade antioxidante é dependente da composição e da concentração de substâncias bioativas, e da eficácia de ação antioxidante exercida por cada uma.

A concentração dos compostos antioxidantes nas frutas é fortemente influenciada por fatores genéticos, condições edafoclimáticas, estágio de maturação e tipo de cultivo.^{4,5} No sistema de produção orgânica, em que o vegetal é submetido a uma maior pressão dos insetos ocorre intenso estímulo à síntese de substâncias do metabolismo secundário, que em geral apresentam ação antioxidante e contribuem para o aumento da atividade antioxidante do fruto.^{6,7}

O método do radical ABTS, 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolino-6-sulfônico), vêm sendo muito usado na avaliação da atividade antioxidante total de frutas e produtos de frutas. A descoloração da solução do radical ABTS é causada pela estabilização promovida pelas substâncias antioxidantes, medida espectrofotometricamente após 6 a 8 minutos de reação. O resultado é expresso em μmol de Trolox, análogo sintético da vitamina E, de elevado potencial antioxidante.^{6,8}

Paralelamente à determinação da atividade antioxidante total, o teor de compostos fenólicos totais vem sendo utilizado para avaliar a concentração de substâncias capazes de atuar como antioxidantes em matrizes vegetais.

A etapa de extração dos compostos fenólicos totais da matriz vegetal merece atenção, pois depende sobremaneira de características intrínsecas do vegetal, assim como de variáveis inerentes ao processo de extração. Diversos autores têm estudado as condições de extração dos compostos fenólicos totais de alimentos como grãos, frutas e produtos processados de frutas, mostrando que o uso de etanol, metanol e acetona, e de tempos de extração específicos para cada matriz têm fornecido bons resultados.^{3,9,10,11,12} A extração dos compostos fenólicos totais de matrizes vegetais está intimamente relacionada às suas características estruturais, como a presença de celulose e lignina, capazes de aprisionar os compostos em sua matriz.

O delineamento experimental fatorial composto central é uma das ferramentas mais utilizadas para otimização de condições experimentais relacionadas ao processamento de alimentos e processos de extração de compostos de matrizes alimentícias.^{10,13,14} A metodologia de superfície de resposta (RSM, do inglês *response surface methodology*) é capaz de avaliar o efeito de múltiplos fatores e de suas interações em uma ou mais respostas de interesse com um número reduzido de experimentos. A RSM pode ser utilizada para conhecer o efeito de diferentes variáveis na extração de compostos fenólicos totais de alimentos em geral, a fim de determinar a combinação de variáveis capaz de maximizar a extração dos compostos fenólicos totais presentes.¹⁵

Ballard et al¹⁰ estudaram o efeito de diferentes proporções de etanol, metanol e água, além de diferentes tempos e temperaturas na extração de compostos fenólicos totais de

casca de amendoim usando RSM. A melhor condição foi extração com solução aquosa de metanol na proporção de 30,8% (v/v) à temperatura de 30,9 °C durante 12 minutos.

Martínez et al,¹³ utilizando RSM, otimizaram as condições de extração de taninos de três tipos de *babyfood* à base de vegetais e carne. Foram otimizadas as variáveis referentes à quantidade de amostra empregada na extração e volume de solução extratora composta por acetona, água e éter etílico. A condição ótima de extração dos taninos foi obtida pelo emprego de 0,17 g de amostra para todos os tipos de *babyfood*, e volume de solução extratora que variou de 45 a 66 mL para os diferentes tipos de *babyfood*.

Liyana-Pathirana e Shahidi¹⁶ avaliaram o efeito da composição da solução extratora, do tempo e da temperatura na extração de compostos fenólicos totais presentes no grão e na farinha de trigo usando RSM. A condição ótima de extração foi obtida pelo uso de solução extratora aquosa de etanol (54%, v/v) durante 64 minutos à temperatura de 61 °C para o grão de trigo e, solução extratora aquosa de etanol (49%, v/v) durante 60 minutos a 64 °C para a farinha de trigo.

Stévigny et al¹⁷ utilizaram a RSM para otimizar a extração dos compostos fenólicos totais presentes na casca de avelã. A proporção de metanol e água na solução extratora e o tempo utilizado para a extração foram as variáveis estudadas. De acordo com o modelo obtido, a condição ótima foi alcançada pelo uso de solução extratora contendo 55,7% (v/v) de metanol em água e tempo de extração de 108,7 minutos.

O crescimento recente do consumo de frutas vem sendo impulsionado pela busca por alimentos que forneçam nutrientes e vitaminas de importância ao organismo, e compostos bioativos de ação antioxidante.^{18,19} O maracujá é uma fruta tropical muito apreciada pelos consumidores em razão de seu sabor. Esta fruta apresenta elevado conteúdo de potássio e é rica em carotenóides e compostos bioativos de ação antioxidante como os ácidos fenólicos, flavonóides, taninos, cumarinas e lignanas.²⁰ O maracujá pode ser cultivado por sistema de produção orgânica e convencional. O aumento da demanda de frutas orgânicas está relacionado com a preocupação dos consumidores com uma vida mais saudável e com a preservação do meio ambiente, o que leva o consumidor a buscar alimentos de boa qualidade e isentos de produtos químicos.²¹

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do estágio de maturação e do cultivo no teor de compostos fenólicos totais e na atividade antioxidante total da polpa de maracujá.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foi utilizado maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) obtido por cultivo orgânico e convencional, na safra 2008. O maracujá orgânico, certificado pelo Instituto Biodinâmico (IBD), SP, Brasil, foi cultivado em Morungaba, SP (coordenadas 22°52'48" S e 46°47'30" W, com 765 m de altitude) e o maracujá convencional, em Sumaré, SP (coordenadas 22°49'19" S e 47°16'01" W, com 625 m de altitude). As frutas foram colhidas em diferentes estádios de maturação, correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.²²

Assim que recebidas, as frutas foram selecionadas, classificadas quanto ao estágio de maturação e lavadas para a retirada das sujidades presentes na casca. Em seguida, foi feita a extração da polpa usando peneira plástica e colher. A polpa de maracujá foi acondicionada em frascos de vidro hermeticamente fechados, que foram armazenados sob congelamento até o momento da análise.

Reagentes e solventes

Foram empregados o 2,2'-azinobis-(3-etil-benzotiazolino-6-sulfônico) (ABTS) e ácido gálico, da Sigma-Aldrich (St. Louis, EUA), ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetramethylcroman-2-carboxílico (Trolox) da Sigma (Steinheim, Alemanha), ácido cítrico, ácido ascórbico e etanol da Merck (Darmstadt, Alemanha), reagente de Folin-Ciocalteu da Imbralab (Ribeirão Preto, Brasil), persulfato de potássio da Fluka (Steinheim, Alemanha), glicose da Quimibrás (Rio de Janeiro, Brasil), metanol da J.T. Baker (Philipsburg, EUA), carbonato de sódio, hidróxido de sódio, tartarato duplo de sódio e potássio e sulfato de cobre pentahidratado da Labsynth (Diadema, Brasil), ácido oxálico e 2,6-diclorofenolindofenol da Vetec (Rio de Janeiro, Brasil).

Métodos

Otimização da extração dos compostos fenólicos totais da polpa de maracujá

Para otimizar a extração dos compostos fenólicos totais da polpa de maracujá foi utilizado o delineamento fatorial completo composto central (2^3), com 3 variáveis independentes, 6 pontos axiais e 3 repetições no ponto central, totalizando 17 experimentos.^{23,24} As variáveis independentes estudadas foram: volume de amostra (V_a), volume de metanol na solução extratora (V_m) e volume de solução extratora (V_s), estabelecidas em níveis codificados $-\alpha$, -1 , 0 , $+1$, $+\alpha$, com α de 1,68 (Tabelas 1 e 2). Os limites inferior e superior de cada variável foram escolhidos com base em estudos prévios de extração e na literatura científica.^{5,9,10}

Tabela 1. Níveis codificados e reais das variáveis independentes avaliadas na extração dos compostos fenólicos totais da polpa de maracujá.

Variáveis independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
	$-\alpha$	-1	0	1	$+\alpha$
Volume de amostra (V_a)	1 mL	4 mL	7 mL	12 mL	15 mL
Volume de metanol (V_m)	0%	10%	25%	40%	50%
Volume de solução extratora (V_s)	5 mL	24 mL	50 mL	80 mL	100 mL

Valores codificados: $\pm \alpha$, 0 ; ± 1 ; pontos axiais $\pm \alpha$ ($\pm 1,68$); ponto central: 0 ; pontos máximos e mínimos: ± 1 .

Tabela 2. Delineamento fatorial completo composto central (2^3), com 3 variáveis independentes, 6 pontos axiais e 3 repetições no ponto central.

Ensaio	V_a (mL)	V_m (%)	V_s (mL)
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1
9	-1,68	0	0
10	1,68	0	0
11	0	-1,68	0
12	0	1,68	0
13	0	0	-1,68
14	0	0	1,68
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0

V_a : volume de amostra; V_m : volume de metanol na solução extratora; V_s : volume de solução extratora.

Para a extração seguiu-se a metodologia descrita por Asami et al.⁶ Polpa e solução extratora composta por metanol e água foram homogeneizadas, e submetidas a banho ultrassônico por 1 hora. Em seguida, os extratos foram centrifugados (7000 rpm) por 15 minutos a 20 °C. O sobrenadante foi filtrado em papel Whatman nº 1, e o filtrado recolhido em balão volumétrico (50 mL).

Determinação dos compostos fenólicos totais (TPC)

O teor de compostos fenólicos totais (TPC) foi determinado conforme metodologia descrita por Asami et al.,⁶ Oskan et al.²⁵ e Waterhouse.²⁶ Alíquotas de 4,0, 5,0 e 8,0 mL de extrato de cada polpa foram adicionados a um recipiente volumétrico de 25 mL, e submetidos à reação com 0,3 mL do reagente Folin-Ciocalteu. Após 6 minutos de reação, 10 mL da solução de carbonato de sódio (7% v/v) foram adicionados ao balão volumétrico, que teve seu volume completado com água, e deixado em repouso à temperatura ambiente por 90 minutos. A absorbância foi lida a 740 nm, em espectrofotômetro Beckman DU® 640 (Fullerton, CA, USA). TPC foi quantificado usando curva de calibração preparada com solução padrão de ácido gálico (20-64 µg.L⁻¹). Os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico.L⁻¹ de polpa. As análises foram realizadas em triplicata.

Determinação da atividade antioxidante total (AAT)

A determinação da atividade antioxidante total (AAT) foi realizada conforme metodologia descrita por Rufino et al.²⁷ O radical ABTS foi obtido por reação envolvendo 5,0 mL de solução de ABTS (7mM) e 88 µL de solução de persulfato de potássio (140 mM), tendo sido mantido em repouso e ao abrigo da luz por 16 horas. No momento da análise, a solução contendo o radical ABTS foi diluída em etanol até absorbância de 0,70, no comprimento de onda de máxima absorção (752 nm). Para a avaliação da AAT, as polpas (10 mL) de maracujá orgânico e convencional dos diferentes estádios de maturação foram centrifugadas (7000 rpm) por 15 minutos à 20 °C e filtradas usando papel de filtro Whatman nº 1. Após o processo de extração, alíquotas do filtrado recolhido foram diluídas em etanol

nas proporções de 1:2 e 1:4 (polpa:etanol; v/v) e foram utilizadas na determinação da AAT, juntamente com uma alíquota do filtrado sem diluição. Uma alíquota de 30 µL da solução do extrato das polpas foram colocados para reagir em cubeta de vidro contendo 3 mL da solução de radical ABTS diluída, sendo o decréscimo da absorbância lido a 752 nm após 6 minutos de reação. Para quantificação da AAT, foram construídas curvas de calibração usando Trolox nas concentrações de 100, 400, 600, 1000 e 1200 µM.^{27,28} Todas as leituras foram realizadas em triplicata.

Avaliação físico-química

Foi realizada avaliação da acidez total titulável, pH, sólidos solúveis, açúcares totais e ácido ascórbico da polpa orgânica e convencional dos diferentes estádios de maturação, visando verificar sua conformidade com a legislação brasileira.²⁹ Todas as análises foram realizadas em triplicata e seguiram a metodologia descrita pela AOAC.³⁰

Análise estatística

Os resultados obtidos usando RSM foram analisados usando-se o *software* Statistica, versão 6.0.³¹ Os demais dados foram analisados utilizando-se o *software* SAS, versão 6.12.³² Os valores de TPC das polpas foram submetidos à ANOVA e teste de média de Tukey ($p \leq 0,05$). Foram também obtidas as correlações entre TPC, o conteúdo de ácido ascórbico e AAT das polpas orgânicas e convencionais ao longo da maturação.

RESULTADOS DISCUSSÃO

Otimização da extração dos compostos fenólicos totais da polpa de maracujá

Na Tabela 3 são apresentados o volume de amostra (V_a), o volume de metanol na solução extratora (V_m) e o volume da solução extratora (V_s) utilizado em cada ensaio, bem como os resultados de TPC quando cada uma das condições estabelecidas no planejamento experimental foi utilizada.

Tabela 3. Valores reais das variáveis estudadas e resultados experimentais

Ensaio	V _a (mL)	V _m (%)	V _s (mL)	TPC (mg ácido gálico.L ⁻¹)
1	4	10	24	323,6
2	12	10	24	309,3
3	4	40	24	353,4
4	12	40	24	299,6
5	4	10	80	306,7
6	12	10	80	370,1
7	4	40	80	324,4
8	12	40	80	397,4
9	1	25	50	343,8
10	15	25	50	358,2
11	7	0	50	383,8
12	7	50	50	356,7
13	7	25	5	325,9
14	7	25	100	288,4
15	7	25	50	345,5
16	7	25	50	348,3
17	7	25	50	345,6

V_a: volume de amostra (mL) usado para a extração; V_m: volume de metanol na solução extratora; V_s: volume de solução extratora; TPC: conteúdo de compostos fenólicos totais.

O valor de TPC obtido a partir de cada uma das condições experimentais previstas nos ensaios foi utilizado para o cálculo da regressão linear com o objetivo de indicar a significância das variáveis estudadas (Tabela 4).

Todos os efeitos estudados foram significativos ($p \leq 0,05$) e compuseram o modelo experimental (Tabela 4). Assim, o modelo de regressão que explica a relação entre TPC da polpa de maracujá e as variáveis estudadas foi:

$$Y = 347,331 - 47,540V_a - 13,837V_a^2 + 6,043V_m - 14,360V_m^2 + 11,704V_s + 10,066V_s^2 - 17,645V_aV_m + 10,237V_aV_s - 28,869V_mV_s$$

A análise de variância, usada para a validação do modelo experimental apresentou coeficiente de determinação de 0,88 ($SQ_{\text{regressão}}/SQ_{\text{total}}$). Vale ressaltar que o modelo experimental obtido apresentou significância para a Regressão ($F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$) além de não significância para a Falta de Ajuste ($F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$), demonstrando sua adequação

como modelo preditivo e podendo, portanto, ser utilizado para determinar a melhor condição de extração de TPC da polpa de maracujá (Tabela 5).

Tabela 4. Estimativa dos efeitos, erro puro, e significância dos efeitos (p).

Fator	Estimativa dos efeitos	Erro Puro	p
Média	347,331	0,91836	<0,0001
V_a	-47,540	0,43152	0,0003
V_a^2	-13,837	0,47540	0,0047
V_m	6,043	0,43152	0,0198
V_m^2	-14,360	0,47540	0,0044
V_s	11,704	0,43152	0,0054
V_s^2	10,066	0,47540	0,0088
$V_a \times V_m$	-17,645	0,56356	0,0041
$V_a \times V_s$	10,237	0,56356	0,0119
$V_m \times V_s$	-28,869	0,56356	0,0015

V_a : volume de amostra (mL) usado para a extração; V_m : volume de metanol na solução extratora; V_s : volume de solução extratora

Na Figura 1 estão apresentados os gráficos de superfície de resposta obtidos para as variáveis independentes volume de amostra e volume de metanol (Figura 1a), volume de metanol e volume de solução extratora (Figura 1b) e, volume de amostra e volume de solução extratora (Figura 1c).

Tabela 5. Análise de variância do modelo experimental.

Fonte de variação	Graus de liberdade (GL)	Soma quadrática (SQ)	Média Quadrática (SQM)	$F_{\text{calculado}}$	F_{tabelado}
Regressão	9	12528,60	1392,06	6,18	3,27
Resíduo	7	1575,93	225,133		
Falta de Ajuste	5	1570,85	314,17	4,43	4,77
Erro Puro	2	5,08	2,54		
Total	16	14104,50			

Coefficiente de determinação (R^2) = 0,88

O volume de amostra foi a variável que mais influenciou o TPC (Figura 1a). A maior concentração de TPC foi obtida quando baixo volume de amostra e alto volume de solução extratora foram utilizados. Quando a solução extratora contendo de 20 a 40% de metanol em água (v/v) foi utilizada, conteúdo mais elevado de TPC foi obtido (Figura 1b).

A fim de adequar a melhor condição de extração gerada pelo modelo experimental às condições analíticas, a extração do TPC foi realizada usando volume de 2 mL de polpa e 90 mL solução extratora contendo 40% (v/v) de metanol em água.

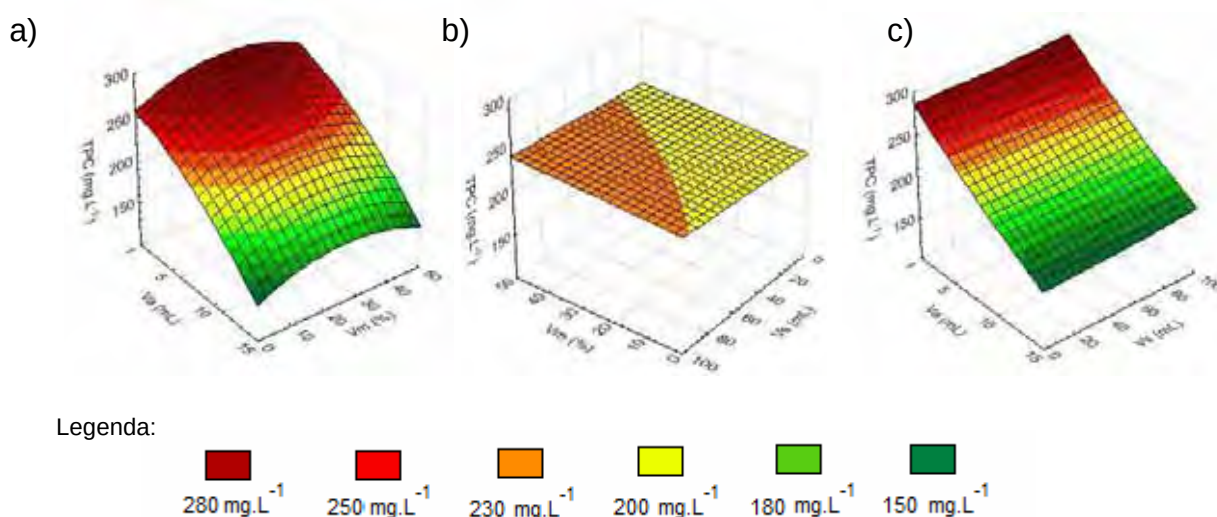


Figura 1. Superfície de resposta para as variáveis: a) volume de amostra (V_a) e volume de metanol (V_m); b) volume de metanol (V_m) e volume de solução extratora (V_s) e c) volume de amostra (V_a) e volume de solução extratora (V_s).

TPC e AAT da polpa de maracujá

TPC foi determinado usando a reação de Folin-Ciocalteu, baseada na redução dos ácidos fosfomolibídico-fosfotungístico pelas substâncias oxidantes, gerando óxido de tungstênio e óxido de molibdênio com formação de um complexo azul, de absorvância máxima em 740 nm. As curvas de calibração, construídas usando solução de ácido gálico nas concentrações de 20, 32, 40, 48 e 64 μg ácido gálico.L⁻¹, mostraram coeficiente de correlação acima de 0,998.

Foram utilizados fatores de correção com o objetivo de descontar a absorvância atribuída à redução do reagente Folin-Ciocalteu pelo ácido ascórbico e açúcares naturalmente presentes nos extratos das polpas. Para tanto, soluções de ácido ascórbico (100-300 mg.L⁻¹) e de glicose (5-75 g.L⁻¹) foram preparadas em concentrações correspondentes àquelas encontradas nas polpas, e submetidas à reação de Folin-Ciocalteu. Como resultado foi obtida a razão ácido gálico:ácido ascórbico de 3.10^{-3} ,

deduzida do TPC previamente determinado. O fator de correção não foi usado para os açúcares, pois em razão do baixo teor de açúcares redutores presente na polpa de maracujá, não houve reação entre o extrato da polpa e o reagente Folin-Ciocalteu, como esperado.

Os valores de TPC aumentaram ao longo da maturação das frutas de ambos os cultivos. A polpa orgânica apresentou variação de 281,8 a 361,9 mg de ácido gálico.L⁻¹ (p≤0,05) e a polpa convencional de 291,0 a 338,6 mg de ácido gálico.L⁻¹ (p≤0,05) durante a maturação. Não houve diferença significativa (p>0,05) quando os mesmos estádios de maturação da polpa orgânica e convencional foram comparados (Tabela 6).

A AAT da polpa de maracujá foi elevada ao longo de todo o período de maturação, com valores superiores a 1000 µmol de Trolox.L⁻¹. A polpa orgânica apresentou o maior valor de AAT, no estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela. Na polpa convencional a AAT aumentou ao longo da maturação (Tabela 6).

De acordo com Kuskoski et al,²⁸ a polpa de maracujá congelada apresentou TPC de 200,0 ± 3,0 mg de ácido gálico.Kg⁻¹ e AAT de 1020 ± 400 µmol Trolox.Kg⁻¹. Já a fruta fresca avaliada por Vasco et al³³ mostrou 610 ± 320 mg de ácido gálico.Kg⁻¹ e 500,0 ± 5,0 µmol Trolox.Kg⁻¹.

Tabela 6. Conteúdo de compostos fenólicos totais (TPC) e atividade antioxidante total (AAT) da polpa de maracujá orgânico e convencional de diferentes estádios de maturação.

	Orgânica			Convencional		
	1/3 amarela	2/3 amarela	3/3 amarela	1/3 amarela	2/3 amarela	3/3 amarela
TPC	281,8 ^{bA} ± 7,2	308,6 ^{bA} ± 2,7	361,9 ^{aA} ± 3,3	291,0 ^{cA} ± 1,5	308,9 ^{bA} ± 1,0	338,6 ^{aA} ± 2,9
(mg ác. gálico.L ⁻¹)	(2,6%)	(1,0%)	(0,9%)	(0,5%)	(0,3%)	(0,9%)
AAT	1872,9	1388,7	1279,6	1006,8	1169,5	1459,9
(µmol Trolox. L ⁻¹)						

TPC: Compostos fenólicos totais; AAT: Atividade antioxidante total.

Média da triplicata ± DP, coeficiente de variação entre parênteses (%).

Médias com letra minúscula igual na mesma linha e para o mesmo tipo de cultivo não diferem significativamente entre si (p≤0,05).

Médias com letra maiúscula igual na mesma linha e entre os mesmos estádios de maturação não diferem significativamente entre si (p≤0,05).

A polpa de maracujá orgânico e convencional dos três estádios de maturação apresentou TPC no intervalo de concentração descrito por Kuskoski et al²⁸ e Vasco et al,³³ e AAT superior.

Stangeland et al³⁴ avaliaram a AAT de extratos metanólicos de 35 frutas provenientes da Uganda usando o método FRAP (*ferric reducing ability of plasma*). O maracujá apresentou AAT de 7,2 mmol Fe⁺².Kg⁻¹, considerada intermediária dentre as frutas estudadas.

No estudo feito por Oliveira et al¹² o resíduo obtido após o processamento industrial do maracujá para produção de suco apresentou TPC de 1030 mg de ácido gálico.Kg⁻¹ do resíduo (base seca), que foi considerado elevado, indicando a possibilidade de uso como fonte de compostos bioativos de baixo custo.

Avaliação físico-química

Foram observadas algumas alterações físico-químicas nas polpas orgânica e convencional ao longo da maturação (Tabela 7). Houve aumento ($p \leq 0,05$) no teor de sólidos solúveis de ambas as polpas no decorrer da maturação, como esperado, com valores de 14,0 a 15,0 °Brix para a polpa orgânica, e de 14,0 a 15,8 °Brix para a polpa convencional.

A acidez das polpas foi reduzida ($p \leq 0,05$) ao longo da maturação, de 56,4 para 42,2 e de 51,8 para 48,5 g de ácido cítrico.L⁻¹ nas polpas orgânica e convencional, respectivamente. O pH da polpa orgânica foi superior ($p \leq 0,05$) ao da polpa convencional em todos os estádios de maturação. A polpa de maracujá convencional apresentou conteúdo de açúcares totais superior à orgânica em todos os estádios de maturação, embora sem diferença significativa ($p > 0,05$) no estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela. Houve aumento ($p \leq 0,05$) do conteúdo de ácido ascórbico ao longo da maturação as polpas das frutas de ambos os cultivos, sendo que a polpa orgânica apresentou conteúdo superior ($p \leq 0,05$) ao da polpa convencional no estágio de cor de casca 3/3 amarela (Tabela 7).

As polpas de maracujá orgânico e convencional dos diferentes estádios de maturação estavam em conformidade com os limites estabelecidos na legislação brasileira para polpa

de maracujá, cujos valores são máximo de 25 g de ácido cítrico.L⁻¹, máximo de 180 g de glicose.L⁻¹, mínimo de 11 °Brix e pH entre 2,7 e 3,8.²⁹

Tabela 7. Médias¹ e desvios padrão dos resultados da avaliação físico-química do maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

Parâmetros	Orgânico			Convencional		
	1/3 amarela	2/3 amarela	3/3 amarela	1/3 amarela	2/3 amarela	3/3 amarela
Sólidos solúveis (°Brix)	14,0 ^{CA} ± 0,0	14,6 ^{BB} ± 0,0	15,0 ^{AB} ± 0,0	14,0 ^{CA} ± 0,0	15,0 ^{BA} ± 0,0	15,8 ^{AA} ± 0,1
Acidez (g ácido cítrico.L ⁻¹)	56,4 ^{AA} ± 0,3	47,7 ^{BB} ± 0,4	42,2 ^{CB} ± 0,3	51,8 ^{AB} ± 0,3	50,9 ^{BA} ± 0,2	48,5 ^{CA} ± 0,3
pH	3,5 ^{CA} ± 0,2	3,6 ^{BA} ± 0,1	3,7 ^{AA} ± 0,0	3,4 ^{AB} ± 0,1	3,4 ^{AB} ± 0,0	3,4 ^{AB} ± 0,1
Açúcares totais (g glicose.L ⁻¹)	55,9 ^{BB} ± 2,4	69,8 ^{AA} ± 0,5	70,5 ^{AB} ± 1,2	71,1 ^{BA} ± 0,1	72,0 ^{BA} ± 1,0	79,4 ^{AA} ± 1,5
Ácido ascórbico (mg ácido ascórbico.L ⁻¹)	147,5 ^{CA} ± 1,1	162,8 ^{BA} ± 2,2	178,6 ^{AA} ± 1,1	149,0 ^{CA} ± 0,8	166,4 ^{BA} ± 1,1	175,7 ^{AB} ± 0,8

¹Médias da avaliação em triplicata. Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha, para o mesmo tipo de cultivo, não apresentam diferença significativa (p≤0,05) entre si pelo teste de Tukey. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha, para o mesmo estágio de maturação, não apresentam diferença significativa (p≤0,05) entre si pelo teste de Tukey.

Vários estudos descrevem maiores teores de ácido ascórbico e de outros metabólitos secundários em alimentos produzidos organicamente, mostrando a mesma tendência dos resultados ora obtidos. Tal fato pode ser justificado pelo estímulo à síntese de compostos bioativos do metabolismo secundário em resposta a condições de estresse, como pressão de insetos, infecções e baixa disponibilidade de nitrogênio, características do cultivo livre de pesticidas e fertilizantes químicos.^{11,12,35}

Worthington³⁶ relatou diversos estudos envolvendo as diferenças no conteúdo de ácido ascórbico e minerais de vegetais orgânicos e convencionais. Os orgânicos mostraram, em média, conteúdo de ácido ascórbico 28,7% superior quando comparado aos convencionais, além de conteúdo mineral, em média, 21% maior para o ferro, 29% maior para o magnésio e 13,6% maior para o fósforo. Este comportamento foi associado às condições às quais o vegetal é exposto no cultivo orgânico.³⁶

Amodio et al³⁵ estudaram as características pós-colheita do kiwi orgânico e convencional. O TPC variou de 0,49 a 0,56 mg de ácido p-cumárico.kg⁻¹, e o ácido ascórbico de 0,25 a 0,33 mg.kg⁻¹, para a fruta convencional e orgânica, respectivamente, confirmando os resultados de Worthington.³⁶

Correlação entre valores de TPC, AAT e ácido ascórbico da polpa de maracujá

A polpa orgânica apresentou correlação positiva muito forte entre o conteúdo de ácido ascórbico e TPC, $r=0,984$, e correlação negativa muito forte entre o conteúdo de ácido ascórbico e AAT, $r=0,936$. A correlação entre AAT e TPC foi negativa e forte, $r=0,860$. A polpa de maracujá convencional mostrou correlação positiva muito forte entre o conteúdo de ácido ascórbico e TPC, $r=0,951$, entre o conteúdo de ácido ascórbico e AAT, $r=0,944$ e entre AAT e TPC, $r=0,999$ (Figuras 2, 3 e 4).³⁷

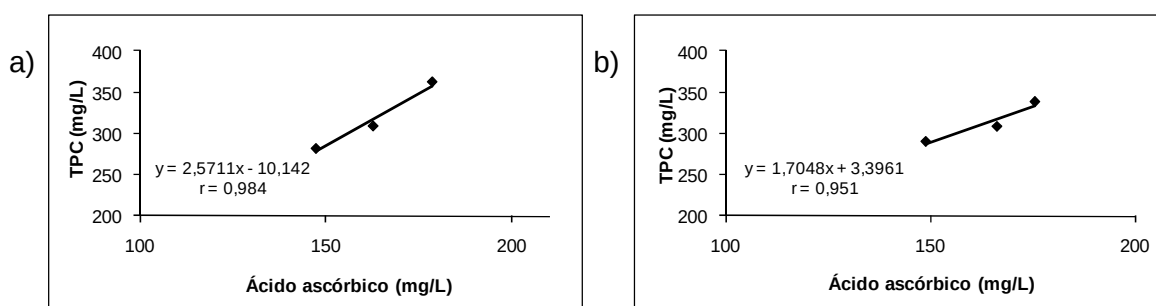


Figura 2. Correlação entre o conteúdo de ácido ascórbico e o conteúdo de compostos fenólicos totais (TPC) da polpa de maracujá orgânico (a) e convencional (b) ao longo da maturação.

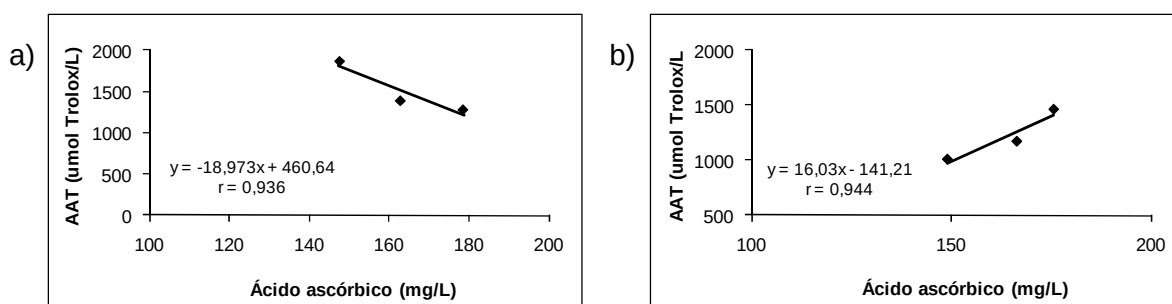


Figura 3. Correlação entre a atividade antioxidante total (AAT) o conteúdo de ácido ascórbico da polpa de maracujá orgânico (a) e convencional (b) ao longo da maturação.

Os resultados obtidos mostram a contribuição do TPC para a AAT das frutas de cultivo convencional ao longo da maturação. Os valores de TPC também contribuem para AAT da fruta orgânica, embora a AAT mais elevada no estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela sugira que outros compostos bioativos, presentes em maior concentração nos estádios iniciais da maturação também exerçam influência na AAT, quando o TPC ainda não atingiu seu valor máximo (Figura 4a).

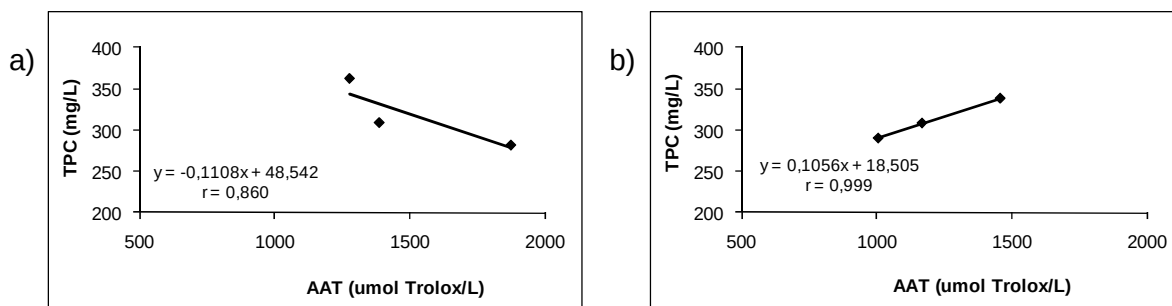


Figura 4. Correlação entre o conteúdo de compostos fenólicos totais (TPC) e atividade antioxidante total (AAT) da polpa de maracujá orgânico (a) e convencional (b) ao longo da maturação.

A utilização de frutos orgânicos do estágio de maturação de cor de casca 1/3 amarela pela indústria pode representar uma alternativa viável para a obtenção de produtos de maracujá de maior potencial antioxidante.

Bouaziz et al³⁸ estudaram o perfil de TPC e AAT de azeitonas da cultivar Chemlali provenientes da Tunísia. Como resultado, o TPC e a AAT dos frutos aumentaram ao longo da maturação, estando positivamente correlacionados e evidenciando a influência do TPC no aumento da AAT durante a maturação.³⁸

Yoo et al³⁹ avaliaram a influência do conteúdo de ácido ascórbico, TPC e dos bioflavonóis hesperidina e naringenina na AAT da yuzu, uma espécie de citrus muito popular na Coreia e Japão, ao longo da maturação. Houve aumento nos valores de TPC, e dos bioflavonóis presentes na casca da fruta, enquanto que na polpa, os valores de TPC decresceram. Houve aumento de AAT ao longo da maturação em ambas as porções de fruta. A correlação entre o conteúdo de ácido ascórbico e AAT da fruta foi positiva e muito forte ($r = 0,999$), e superior àquela observada entre TPC e AAT, sugerindo que o ácido ascórbico exerce maior influência na AAT do que TPC.³⁹

Serrano et al⁴⁰ avaliaram a cor e textura, o teor de açúcares e ácidos orgânicos, AAT, TPC, antocianinas e ácido ascórbico de cerejas em diferentes estágios de maturação. Foi observada alteração na cor, na textura e aumento nos teores de glicose e frutose desde o início até o final da maturação das frutas. O teor de ácido ascórbico, de antocianinas e de TPC foi baixo no estágio inicial de maturação e aumentou exponencialmente a partir dos últimos estágios de maturação, coincidindo com o desenvolvimento da cor vermelha da

fruta. A AAT mostrou correlação positiva muito forte ($r = 0,999$) com o conteúdo de ácido ascórbico, TPC e antocianinas.⁴⁰

As diferenças de comportamento ocorridas durante o processo de maturação das frutas podem ser causadas por diversos fatores tais como o sinergismo/antagonismo entre os constituintes químicos dos organismos vegetais, sua interação com as substâncias químicas usadas nos métodos de determinação da AAT, e da influência das condições externas ao vegetal como condições edafoclimáticas e tratos culturais, capazes de promover ação pró e antioxidante por mecanismos ainda não elucidados.⁴¹

CONCLUSÕES

O uso da metodologia de superfície de resposta foi importante para a otimização das condições de extração dos compostos fenólicos da polpa de maracujá. A melhor condição para a extração foi o volume de polpa de 2 mL e 90 mL solução extratora contendo 40% (v/v) de metanol em água.

A polpa de maracujá de ambos os sistemas de cultivo apresentou valores de TPC que aumentaram ao longo da maturação da fruta. A AAT da polpa de maracujá orgânico sugere que compostos ativos de ação antioxidante exerçam forte influência nos estádios iniciais de maturação, quando o TPC ainda não atingiu sua máxima concentração. A AAT da polpa de maracujá convencional aumentou durante a maturação da fruta.

AGRADECIMENTOS

À Fapesp e Prodoc-Capes pelo suporte financeiro e à Cia das Ervas e Fazenda Gralha Branca-Sumaré pelas frutas empregadas neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jiménez-Monreal AM, García-Diz L, Martínez-Tom M, Mariscal M e Murcia A, Influence of cooking methods on antioxidant activity of vegetables. *J Food Sci* **74**: 97-103 (2009).
2. Van den Berg R, Haenen GRMM, Van den Berg H e Bast A, Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem* **66**:511-517 (1999).

3. Du G, Li M, Ma F e Liang D, Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and Vitamin C in Actinidia fruits. *Food Chem* **113**: 55-562, (2009).
4. Aherne SA e O'Brien NM, *Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. Nutrition* **18**: 75-81 (2002).
5. Tsai PJ, Wu SC e Cheng YK, Role of polyphenols in antioxidant capacity of napiergrass from different growing seasons. *Food Chem* **106**: 27-32 (2008).
6. Asami DK, Hong YJ, Barrett DM e Mitchell AE, Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J Agric Food Chem* **51**: 1237-1241 (2003).
7. Zhao X, Nechols JR, Williams KA, Wang W e Carey EE, Comparison of phenolic acids in organically and conventionally grown pac choi (*Brassica rapa* L. *chinensis*). *J Sci Food Agric* **89**: 940-946 (2009).
8. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M e Rice-Evans C, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* **26**: 1231-1237 (1999).
9. Soares M, Welter L, Gonzaga L, Lima A, Mancini-Filho J e Fett R, Evaluation of antioxidant activity and identification of phenolic acids present in the pomace of Gala variety apples. *Ciênc Tecnol Alim* **28**: 727-732 (2008).
10. Ballard TS, Mallikarjunan P, Zhou K e O'Keefe SF, Optimizing the extraction of phenolic antioxidants from peanut skins using response surface methodology. *J Agric Food Chem* **57**: 3064-3072 (2009).
11. Garzón GA, Riedl KM e Schwartz SJ, Determination of anthocyanins, total phenolic content, and antioxidant activity in andes berry (*rubus glaucus* benth). *J Food Sci* **7**:227-232 (2009).
12. Oliveira AC, Valentim AB, Silva CA, Bechara EJH, Barros MP, Mano CM *et al*, Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. *Food Chem* **115**: 469-475 (2009).
13. Martínez B, Rincón F, Ibanez MV, Optimization of tannin extraction from infant foods. *J Agric Food Chem* **48**: 2097-2100 (2000).
14. Pinheiro ER, Silva IMDA, Gonzaga LV, Amante ER, Teófilo, RF, Ferreira MMC, Optimization of extraction of high-ester pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* flavicarpa) with citric acid by using response surface methodology. *Bioresource Technology* **99**: 5561–5566 (2008).
15. Cornell, J. A. How to apply response surface methodology. In *The ASQC Basic References in Quality Control: Statistical Techniques*; Shapiro, S. S., Mykytka, E. F., Eds.; ASQC: Milwaukee, 233p. (1990)

16. Liyana-Pathirana C e Shahidi F, Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chem* **93**: 47-56 (2005).
17. Stévigny C, Rolle L, Valentini N e Zeppa G, Optimization of extraction of phenolic content from hazelnut shell using response surface methodology. *J Sci Food Agric* **87**: 2817-2822 (2007).
18. Jiménez-Monreal AM, García-Diz L, Martínez-Tom M, Mariscal M e Murcia A, Influence of cooking methods on antioxidant activity of vegetables. *J Food Sci* **74**: 97-103 (2009).
19. Battino M e Mezetti M, Uptade on fruit antioxidant capacity: a key tool for Mediterranean diet. *Pub Health Nutr* **9**:1099-1113 (2006).
20. Oliveira AC, Valentim AB, Goulart MOF, Silva CA, Bechara EJH e Trevisan MTS, Vegetals as natural sources of antioxidants. *Quím Nova* **32**: 689-702 (2009).
21. Santos GC, Monteiro M. Sistema Orgânico de produção de alimentos. *Alim. Nutr.*, 15(1): 73-86, 2004.
22. De Marchi R, Monteiro M, Benato EA, Silva CAR. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg.*) destinado à industrialização. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, **20** (3):381-387 (2000).
23. Khuri AI e Cornell JA, *Response Surface – Design and analysis*. ASQC Quality Press, Marcel Dekker Ed., New York, 251p. (1987).
24. Barros Neto B, Scarminio IS, Bruns RE, *Planejamento e Otimização de Experimentos*. Editora Unicamp, Campinas, 131p. (1996).
25. Ozkan G, Gokturk RS, Unal O, Celik, S. Determination of the volatile constituents and total phenolic contents of some endemic *Stachys* taxa from Turkey. *Chemistry of Natural Compounds* 42(2):172-174 (2006).
26. Waterhouse, A. Folin-Ciocalteu micro method for total phenol in wine. <http://waterhouse.ucdavis.edu/phenol/folinmicro.htm>. Acesso em dez/2007.
27. Rufino MSM., Alves RE, Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, **121**(4): 996–1002 (2010).
28. Kuskoski, EM, Asuero AG, Morales MT e Fett R, Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciênc Rural* **36**: 1283-1287 (2006).
29. Brasil. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento. *Diário Oficial da República do Brasil*, Brasília, DF, 10 jan. 2000. <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1617>. Acesso: jan/2009.
30. AOAC. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists* (16th ed.) Washington, CC, 1998.

31. STATSOFT Inc. Statistica. Tulsa, Version 6.0, 1998.
32. SAS. *Statistical Analytical System*. SAS Institute Inc., SAS Campus Drive: Cary, North Carolina, USA, version 6.12, 1996.
33. Vasco C, Ruales J e Khamal-Eldin A, Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chem* **111**: 816-823 (2008).
34. Stangeland T, Remberg SF e Lye KA, Total antioxidant activity in 35 Ugandan fruits and vegetables. *Food Chem* **113**: 85–91 (2009).
35. Amodio ML, Colelli G, Hasey JK e Kader AA, A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *J Sci Food Agric* **87**: 1228–1236 (2007).
36. Worthington V, Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* **7**:161-173 (2001).
37. Shimakura, SE, Ribeiro Junior PJ. Estatística. Disponível em:<http://www.est.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/>. Acesso em dez/2009.
38. Bouaziz M, Chamkha M e Sayadi, S, Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. *J Agric Food Chem* **52**: 5476-5481 (2004).
39. Yoo KM, Lee KW, Park JB, Lee HJ e Hwang IK, Variation in Major Antioxidants and Total Antioxidant Activity of Yuzu (*Citrus junos Sieb ex Tanaka*) during Maturation and between Cultivars. *J Agric Food Chem* **52**: 5907-5913 (2004).
40. Serrano M, Guilleán F, Martínez-Romero D, Castillo S e Valero D, Chemical Constituents and Antioxidant Activity of Sweet Cherry at Different Ripening Stages. *J Agric Food Chem* **53**: 2741-2745 (2005).
41. Pandjaitan N, Howard LR, Morelock T e Gil MI, Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation. *J Agric Food Chem* **53**: 8618-8623 (2005).

Capítulo 3

ACEITAÇÃO DO SUCO DE MARACUJÁ ORGÂNICO E CONVENCIONAL E CARACTERIZAÇÃO DA POLPA AO LONGO DA MATURAÇÃO

Trabalho a ser submetido à Revista *Food Quality and Preference*, 2010.

ACEITAÇÃO DO SUCO DE MARACUJÁ ORGÂNICO E CONVENCIONAL E CARACTERIZAÇÃO DA POLPA AO LONGO DA MATURAÇÃO

Mariana Macoris, Natalia Janzantti, Magali Monteiro

Departamento de Alimentos e Nutrição - Faculdade de Ciências Farmacêuticas/UNESP.

Rod. Araraquara-Jaú Km 01- CEP: 18401-902. Cx. Postal: 502. Araraquara, SP, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas da polpa orgânica e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela e a aceitação sensorial do suco preparado com a polpa orgânica e convencional. Os parâmetros físico-químicos avaliados foram sólidos solúveis, acidez total titulável, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico. O teste sensorial de aceitação foi realizado com 102 consumidores do produto. A polpa de maracujá proveniente de ambos os sistemas de cultivo e estádios de maturação estava em conformidade com o PIQ em relação a todos os parâmetros avaliados. Houve aumento dos sólidos solúveis, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico da polpa orgânica e convencional, e redução da acidez total titulável, ao longo da maturação. Foi observado aumento na aceitação sensorial dos sucos preparados com as polpas orgânicas e convencionais ao longo da maturação. O suco de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela, com as maiores médias de aceitação para os atributos aparência, aroma, impressão global, sabor, sabor característico de maracujá e acidez, e com as maiores frequências de “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, foi o que apresentou conteúdo mais elevado de sólidos solúveis, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico, além de menor teor de acidez total titulável. As correlações entre os parâmetros físico-químicos e sensoriais indicaram que os sucos de maracujá de maior aceitação foram os que apresentaram menor teor de acidez total titulável e que o conteúdo

de sólidos solúveis e de açúcares redutores aumentou a aceitação do sabor característico de maracujá.

PALAVRAS-CHAVE: maracujá orgânico e convencional, estágio de maturação, características físico-químicas, aceitação sensorial

INTRODUÇÃO

O maracujá é uma fruta tropical de sabor e aroma exóticos muito apreciados. Pertencente ao gênero *Passiflora*, conta com mais de 400 espécies, cerca de 150 a 200 das quais são cultivadas no Brasil. O maracujá amarelo é a espécie mais utilizada comercialmente, responsável por cerca de 95% dos pomares cultivados no Brasil e caracterizada por seu maior vigor e produtividade, e boa adaptação ao clima mais quente, além de sua maior acidez e maior rendimento de polpa para a produção de suco (MELLETTI e MAIA, 1999).

O maracujá pode ser cultivado por sistema de produção orgânico ou convencional. No Brasil, o cultivo de maracujá orgânico é ainda pouco expressivo, além de enfrentar desafios de ordem fitossanitária que afetam a produtividade e qualidade dos frutos convencionais e orgânicos. Diversos estudos descritos na literatura comparam a produção orgânica e convencional do ponto de vista econômico, agrônomo, das características físico-químicas, nutricionais e sensoriais (JOHANSSON et al., 1999; AMARO e MONTEIRO, 2001; CARBONARO e MATTERA, 2001; ASAMI et al., 2003; MELLO et al., 2003; CARVALHO et al., 2005; SILVA et al., 2005; BORGUINI e SILVA, 2005; FAVARO-TRINDADE et al., 2007; DANI et al., 2007; MACORIS et al., 2008; MACORIS et al., 2010). Embora a maioria dos estudos acerca dos produtos orgânicos seja incompleta ou inconclusiva verifica-se uma tendência dos produtos orgânicos apresentarem qualidade nutricional e sensorial superior aos convencionais, o que pode ser explicado pelo maior equilíbrio com o meio ambiente, promovido pelas práticas da agricultura orgânica (ASAMI et al., 2003; SANTOS e MONTEIRO, 2004).

A maturação dos frutos é um processo complexo, acompanhado de alterações importantes na cor, aroma, sabor, textura e características físico-químicas, responsáveis por

tornar o fruto adequado ao consumo (AYUB et al., 1996 *apud* GIEHL et al., 2007). Durante o processo de maturação ocorre a transformação das reservas obtidas pelos frutos em substâncias solúveis, como os açúcares (ROCHA et al., 2001), além da síntese de compostos voláteis responsáveis pela formação do aroma e sabor do fruto, influenciando diretamente sua aceitação sensorial (MACORIS et al., 2010).

Conhecer o processo de maturação de cada fruto, bem como a correlação entre suas características e as condições do plantio é essencial para garantir a qualidade dos frutos, e, conseqüentemente sua aceitação no mercado, além de estender sua vida de prateleira e evitar prejuízos econômicos. Neste sentido, a escolha do ponto ideal de colheita permite a obtenção de frutos uniformes, de alta qualidade e em boas condições fitossanitárias (AMARO e MONTEIRO, 2001; DE MARCHI et al., 2000). Estão disponíveis na literatura diversos estudos acerca das alterações do maracujá ao longo da maturação. Particularmente, no que diz respeito ao maracujá amarelo, tais estudos apontam para a viabilidade de comercialização e uso para industrialização de polpas de maracujá mesmo antes da completa maturação do fruto (ROSSI, 1998; AMARO e MONTEIRO, 2001; DE MARCHI et al., 2000).

As características físico-químicas da polpa de maracujá em diferentes estádios de maturação foram estudadas por DE MARCHI et al. (2000) e AMARO e MONTEIRO (2001), a fim de estabelecer o estágio ideal para a colheita dos frutos. Em ambos os estudos, a cor da casca foi utilizada como parâmetro para estabelecer o estágio de maturação, já que, como a fruta é climatérica, a maturação continua após a colheita, ocasionando alterações nas características dos frutos, inclusive na cor da casca. Os resultados mostraram que a polpa do maracujá no estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela já apresentava as características físico-químicas adequadas para a industrialização, de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) da polpa de maracujá (BRASIL, 2000).

O teste de aceitação avalia o quanto os consumidores gostam ou desgostam de um ou mais produtos (MEILGAARD et al., 1988). Os dados obtidos são utilizados para o cálculo de média de aceitação do produto e da distribuição de frequência de respostas, enquanto a análise de variância é usada para avaliar diferenças estatísticas entre a aceitabilidade dos

produtos (STONE e SIDEL, 1993). No entanto, o cálculo da média admite que os consumidores apresentam o mesmo comportamento em relação ao produto avaliado (SCHLICH e MCEWAN, 1992; MARKETO et al., 1994; MACFIE et al., 1996; BEHRENS et al., 1999) o que pode acarretar erros de interpretação quanto à aceitação dos consumidores. O Mapa de Preferência Interno é a representação gráfica das diferenças de aceitação entre os produtos, levando em consideração a resposta individual, e permitindo assim identificar a aceitação de cada consumidor em relação aos produtos avaliados, bem como observar sua segmentação (MACFIE e THOMSON, 1988; SCHLICH e MCEWAN, 1992; MARKETO et al., 1994; MACFIE et al., 1996; SILVA et al., 1998; BEHRENS et al., 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas e a aceitação sensorial da polpa de maracujá obtido por cultivo orgânico e convencional ao longo da maturação.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), seleção Feltrin, produzido por sistema de cultivo orgânico e convencional na região de Campinas, SP, na safra de 2007/2008, foi colhido em três estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela, conforme descrito por DE MARCHI et al (2000). O maracujá orgânico foi adquirido da fazenda “Companhia das Ervas”, situada na cidade de Morungaba, SP (latitude 22° 31' - W; longitude 46° 28' – S, altitude 765 m), certificado pelo Instituto Biodinâmico (IBD), e o maracujá convencional, da cooperativa de produtores rurais “Gralha Branca”, localizada na cidade de Sumaré, SP (latitude 22° 29' - W; longitude 47° 09' – S, altitude 583 m).

Quinze quilos de maracujá de cada sistema de cultivo e estádio de maturação foram acondicionados em caixas de madeira e transportados até o laboratório, onde foi feita a classificação visual das frutas em função da cor de casca. Em seguida, as frutas foram lavadas em água corrente. A extração da polpa foi feita usando peneira plástica e colher, e a

polpa obtida foi homogeneizada e, posteriormente acondicionada em frascos de vidro, previamente higienizados, hermeticamente fechados, que foram armazenados em freezer a -18 °C, até o momento da análise.

Métodos

As análises físico-químicas e sensorial foram realizadas nas polpas de maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

Avaliação físico-química

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram sólidos solúveis, acidez total titulável, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico, conforme descrito pela AOAC (1990). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Avaliação sensorial

O teste sensorial de aceitação foi realizado em laboratório, utilizando 102 consumidores do produto, representativos do público alvo, recrutados dentre os alunos e funcionários da Faculdade de Ciências Farmacêuticas - FCF/UNESP, Araraquara, SP (STONE e SIDEL, 1993). Os julgadores recrutados inicialmente preencheram um questionário contendo questões sobre dados pessoais (idade, sexo, escolaridade), quanto gostavam ou desgostavam de suco de maracujá preparado com fruta *in natura*, com polpa congelada, suco de maracujá pronto para beber e preparado a partir de suco concentrado, e sua frequência de consumo (Figura 1). Foi também solicitado ao julgador que indicasse a importância dos parâmetros sabor característico de maracujá, doçura e acidez na aceitação global do suco de maracujá.

O critério usado no recrutamento foi a seleção de indivíduos que declararam gostar ligeiramente ou mais de suco de maracujá e que indicaram frequência de consumo igual ou superior a uma vez a cada quinzena.

Por favor, preencha o questionário com todas as informações solicitadas.

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: () Feminino () Masculino

Categoria: () Aluno de graduação () Aluno de pós-graduação
 () Professor () Funcionário
 () Outro _____

Nível de escolaridade: () Ensino fundamental incompleto () Superior incompleto
 () Ensino fundamental completo () Superior completo
 () Ensino médio incompleto () Pós-graduação incompleto
 () Ensino médio completo () Pós-graduação completo

Utilizando a escala abaixo, indique o quanto você gosta ou desgosta de produtos de maracujá:

Suco de maracujá recém preparado com a fruta <i>in natura</i>	_____	(9) Gosto muitíssimo
Suco de maracujá preparado a partir de polpa congelada	_____	(8) Gosto muito
Suco de maracujá pronto para beber	_____	(7) Gosto moderadamente
Suco de maracujá preparado com suco concentrado	_____	(6) Gosto ligeiramente
		(5) Nem gosto/ nem desgosto
		(4) Desgosto ligeiramente
		(3) Desgosto moderadamente
		(2) Desgosto muito
		(1) Desgosto muitíssimo

Com que frequência, em média, você consome produtos de maracujá:

Suco de maracujá recém preparado com a fruta <i>in natura</i>	_____	(5) 4 vezes/semana ou mais
Suco de maracujá preparado a partir de polpa congelada	_____	(4) 2 a 3 vezes/semana
Suco de maracujá pronto para beber	_____	(3) 1 vez/semana
Suco de maracujá preparado com suco concentrado	_____	(2) 1 vez/quinzena
		(1) Não consumo

Indique com um X o quão importante os fatores abaixo são para a ACEITAÇÃO GLOBAL do suco de maracujá:

Sabor característico de maracujá:					
	nada importante	ligeiramente importante	moderadamente importante	muito importante	extremamente importante
Doçura:					
	nada importante	ligeiramente importante	moderadamente importante	muito importante	extremamente importante
Acidez:					
	nada importante	ligeiramente importante	moderadamente importante	muito importante	extremamente importante

Figura 1. Questionário de recrutamento dos julgadores para a análise sensorial de aceitação do suco de maracujá.

Para a avaliação da aceitação sensorial foram preparados sucos diluindo as polpas de maracujá em água, na proporção de polpa:água de 1:4 (v/v). Trinta mL de suco foram servidos em copos plásticos transparentes, codificados com números aleatórios de três

dígitos, e apresentados aos julgadores de forma monádica, à temperatura de 10 °C, em cabinas individuais iluminadas com lâmpada de tungstênio, livres da interferência de odores e ruídos. A ordem de apresentação dos sucos de maracujá seguiu o delineamento experimental de blocos completos casualizados, constituído de seis tratamentos, correspondentes aos sucos de maracujá orgânico e convencional em três estádios de maturação (n=6), para minimizar os efeitos de primeira ordem e *carry-over*, segundo MACFIE et al. (1989).

A ficha de avaliação utilizada continha instruções para que o julgador avaliasse inicialmente os atributos aparência e aroma, e depois que adoçasse o suco, de acordo com seu hábito de consumo, avaliasse os atributos impressão global, sabor, sabor característico de maracujá e acidez, usando escala hedônica de 9 pontos (1=desgostei muitíssimo, 5=nem gostei nem desgostei, 9=gostei muitíssimo), além da atitude de compra, usando escala de 5 pontos, variando de certamente não compraria a certamente compraria, conforme a Figura 2. O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Alimentos e Nutrição, FCF/UNESP.

Análise estatística

Os resultados da avaliação físico-química e sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, e correlação de Pearson. Os resultados da avaliação sensorial também foram utilizados para a obtenção da frequência relativa e do Mapa Interno de Preferência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação físico-química

Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação a todos os parâmetros físico-químicos avaliados nas polpas de maracujá convencional e orgânico, bem como entre os diferentes estádios de maturação, com aumento nos valores de sólidos solúveis, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico, e redução da acidez total titulável, das polpas de fruta de ambos os sistemas de cultivo ao longo da maturação (Tabela 1).

Nome: _____ Data: _____ Amostra nº _____

1) Por favor, observe a amostra de SUCO DE MARACUJÁ e avalie o quanto você gostou ou desgostou da **APARÊNCIA**, marcando com um X na escala abaixo, o local que melhor indica sua opinião:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
desgostei muitíssimo	desgostei muito	desgostei moderadamente	desgostei ligeiramente	nem gostei/ nem desgostei	gostei ligeiramente	gostei moderadamente	gostei muito	gostei muitíssimo

2) Aspire a amostra de SUCO DE MARACUJÁ e indique o quanto você gostou ou desgostou do **AROMA** do suco, marcando com um X na escala abaixo, o local que melhor indica sua opinião:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
desgostei muitíssimo	desgostei muito	desgostei moderadamente	desgostei ligeiramente	nem gostei/ nem desgostei	gostei ligeiramente	gostei moderadamente	gostei muito	gostei muitíssimo

ESTA AMOSTRA DE SUCO DE MARACUJÁ NÃO ESTÁ ADOÇADA. POR FAVOR, ADOCE O SUCO DE MARACUJÁ A SEU GOSTO E RESPONDA AS QUESTÕES ABAIXO.

3) Prove a amostra de SUCO DE MARACUJÁ e indique o quanto você gostou ou desgostou da **IMPRESSÃO GLOBAL** do suco, marcando com um X na escala abaixo, o local que melhor indica sua opinião:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
desgostei muitíssimo	desgostei muito	desgostei moderadamente	desgostei ligeiramente	nem gostei/ nem desgostei	gostei ligeiramente	gostei moderadamente	gostei muito	gostei muitíssimo

4) Prove a amostra de SUCO DE MARACUJÁ e indique o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR** do suco, marcando com um X na escala abaixo, o local que melhor indica sua opinião:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
desgostei muitíssimo	desgostei muito	desgostei moderadamente	desgostei ligeiramente	nem gostei/ nem desgostei	gostei ligeiramente	gostei moderadamente	gostei muito	gostei muitíssimo

5) Prove a amostra de SUCO DE MARACUJÁ e indique o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR CARACTERÍSTICO DE MARACUJÁ** do suco, marcando com um X na escala abaixo, o local que melhor indica sua opinião:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
desgostei muitíssimo	desgostei muito	desgostei moderadamente	desgostei ligeiramente	nem gostei/ nem desgostei	gostei ligeiramente	gostei moderadamente	gostei muito	gostei muitíssimo

6) Indique o quanto você gostou ou desgostou da **ACIDEZ** do suco, marcando com um X na escala abaixo, o local que melhor indica sua opinião:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
desgostei muitíssimo	desgostei muito	desgostei moderadamente	desgostei ligeiramente	nem gostei/ nem desgostei	gostei ligeiramente	gostei moderadamente	gostei muito	gostei muitíssimo

7) Assinale para esta amostra, qual seria sua atitude de compra:

- () certamente compraria.
- () provavelmente compraria.
- () Tenho dúvidas se compraria ou não.
- () provavelmente não compraria.
- () certamente não compraria.

Comentários: _____

Figura 2. Ficha de avaliação utilizada no teste de aceitação sensorial do suco de maracujá.

O teor de sólidos solúveis aumentou ($p \leq 0,05$) de 14,00 para 15,00 °Brix no maracujá orgânico e de 14,00 para 15,80 °Brix no maracujá convencional ao longo da maturação. Comparando o maracujá dos diferentes cultivos e do mesmo estágio de maturação, o teor de sólidos solúveis foi superior ($p \leq 0,05$) no maracujá convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela e não diferiu do orgânico ($p > 0,05$) no estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela (Tabela 1).

A acidez total titulável foi reduzida ($p \leq 0,05$) ao longo da maturação, variando de 5,64 para 4,22 e de 5,18 para 4,85 g de ácido cítrico/100 mL de polpa no maracujá orgânico e convencional, respectivamente, ao longo do período da maturação. A acidez da polpa orgânica foi superior ($p \leq 0,05$) à da polpa convencional no estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela. O pH das polpas de maracujá orgânico e convencional aumentou ($p \leq 0,05$) ao longo da maturação. A polpa orgânica apresentou pH superior ($p \leq 0,05$) quando comparada à polpa convencional dos mesmos estádios de maturação. O *ratio* das polpas de maracujá orgânico e convencional aumentou ($p \leq 0,05$) durante a maturação. O *ratio* da polpa orgânica foi superior ($p \leq 0,05$) ao da polpa convencional nos estádios correspondente à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela. Houve aumento no teor de açúcares redutores ($p \leq 0,05$) das frutas orgânica e convencional ao longo da maturação. Enquanto o teor de açúcares redutores da polpa de maracujá convencional diferiu ($p \leq 0,05$) nos três estádios de maturação, o da polpa orgânica não diferiu ($p > 0,05$) nos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela. A polpa convencional apresentou teor de açúcares redutores superior ($p \leq 0,05$) nos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 e 3/3 amarela. O conteúdo de açúcares totais das polpas aumentou ao longo da maturação das frutas de ambos os cultivos. Para a polpa de maracujá convencional, não houve diferença entre os estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 e 2/3 amarela e para a polpa orgânica, entre os estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela. Comparando os estádios de maturação, o conteúdo de açúcares totais foi superior na polpa convencional, não diferindo ($p > 0,05$) da polpa orgânica somente no estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela. O conteúdo de ácido ascórbico das polpas orgânica e

convencional aumentou ($p \leq 0,05$) ao longo da maturação. A polpa de maracujá orgânico apresentou conteúdo de ácido ascórbico superior ($p \leq 0,05$) ao da polpa convencional no estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela. Não houve diferença ($p > 0,05$) entre os cultivos nos demais estádios de maturação (Tabela 1).

Tabela 1. Médias¹, desvios padrão e coeficiente de variação (% , entre parênteses) dos resultados da avaliação físico-química da polpa de maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

Parâmetros	Orgânico			Convencional		
	1/3 amarela	2/3 amarela	3/3 amarela	1/3 amarela	2/3 amarela	3/3 amarela
Sólidos solúveis (° Brix)	14,00 ^{CA} ± 0,00 (0,0)	14,60 ^{BB} ± 0,00 (0,0)	15,00 ^{AB} ± 0,00 (0,0)	14,00 ^{CA} ± 0,00 (0,0)	15,00 ^{BA} ± 0,00 (0,0)	15,80 ^{AA} ± 0,00 (0,0)
Acidez total titulável (g ácido cítrico/100 mL)	5,64 ^{AA} ± 0,03 (0,6)	4,77 ^{BB} ± 0,04 (0,7)	4,22 ^{CB} ± 0,03 (0,8)	5,18 ^{AB} ± 0,03 (0,7)	5,09 ^{BA} ± 0,02 (0,3)	4,85 ^{CA} ± 0,03 (0,6)
pH	3,54 ^{CA} ± 0,02 (0,4)	3,64 ^{BA} ± 0,01 (0,2)	3,71 ^{AA} ± 0,00 (0,0)	3,37 ^{CB} ± 0,00 (0,0)	3,40 ^{BB} ± 0,10 (0,0)	3,45 ^{AB} ± 0,01 (0,2)
Ratio	2,48 ^{CB} ± 0,02 (0,6)	3,06 ^{BA} ± 0,02 (0,7)	3,54 ^{AA} ± 0,03 (0,8)	2,70 ^{CA} ± 0,02 (0,7)	2,95 ^{BB} ± 0,01 (0,3)	3,26 ^{AB} ± 0,02 (0,6)
Açúcares redutores (g glicose/100 mL de polpa)	2,39 ^{BB} ± 0,02 (0,7)	3,77 ^{AA} ± 0,11 (3,0)	3,77 ^{AB} ± 0,03 (0,8)	3,31 ^{CA} ± 0,02 (0,7)	3,75 ^{BA} ± 0,06 (1,5)	4,64 ^{AA} ± 0,07 (1,5)
Açúcares totais (g glicose/100 mL de polpa)	5,59 ^{BB} ± 0,24 (4,3)	6,98 ^{AA} ± 0,05 (0,0)	7,05 ^{AB} ± 0,12 (1,6)	7,11 ^{BA} ± 0,09 (1,2)	7,20 ^{BA} ± 0,10 (1,4)	7,94 ^{AA} ± 0,15 (1,9)
Ácido ascórbico (mg ácido ascórbico/100 mL)	14,75 ^{CA} ± 0,11 (1,4)	16,28 ^{BA} ± 0,22 (1,3)	17,86 ^{AA} ± 0,11 (0,6)	14,90 ^{CA} ± 0,08 (0,5)	16,64 ^{BA} ± 0,11 (0,7)	17,57 ^{AB} ± 0,08 (0,5)

¹Médias da avaliação em triplicata.

Médias com letras minúsculas diferentes na mesma linha, para o mesmo tipo de cultivo, apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha, para o mesmo estágio de maturação, apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

Os resultados da avaliação físico-química da polpa de maracujá convencional e orgânico ao longo da maturação foram semelhantes em todos os parâmetros avaliados aos obtidos por AMARO e MONTEIRO (2001) e AMARO (2003), que avaliaram polpa de maracujá orgânico e convencional, material IAC-275, da safra 2001 nos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela, e àqueles descritos por DE MARCHI et al (2000), que também avaliaram a polpa de maracujá convencional (seleção Sul-Brasil) nos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela, com exceção do conteúdo de sólidos solúveis e do pH, que foram ligeiramente superiores neste estudo.

As polpas orgânica e convencional dos diferentes estádios de maturação atenderam aos requisitos estabelecidos pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) da Legislação Brasileira (BRASIL, 2000) quanto ao conteúdo de sólidos solúveis, que deve ser no mínimo de 11 °Brix (a 20 °C), acidez total titulável no mínimo de 2,50 g de ácido cítrico/100 g, pH no mínimo 2,7 e no máximo 3,8, e açúcares totais no máximo de 18,00 g de glicose/100 g.

Avaliação sensorial

Dos 102 julgadores que participaram da análise sensorial, a maioria era composta por mulheres (72%), pertencente à faixa etária entre 21 e 25 anos (61,8%), alunos de graduação (73,5%) com nível de escolaridade superior incompleta (71,6%) (Tabela 2).

Todos os julgadores (100%) declararam gostar ligeiramente a muitíssimo de suco de maracujá preparado com a fruta *in natura*, 98% do suco preparado com a polpa congelada, 97% do suco pronto para beber e 87% do suco preparado a partir do suco concentrado. A maior frequência de resposta “gosto muitíssimo” foi para o suco de maracujá preparado com a fruta *in natura* (75%), de “gosto muito” para o suco de maracujá preparado com a polpa congelada (50%), de “gosto moderadamente” para o suco de maracujá pronto para beber (34%) e para o suco de maracujá preparado com o suco concentrado (33%) (Figura 3).

Quanto à frequência de consumo, a maioria dos julgadores consumia uma vez por quinzena suco de maracujá preparado com a fruta *in natura* (63%), suco de maracujá preparado com a polpa congelada (59%), suco de maracujá pronto para beber (42%) e suco de maracujá preparado com o suco concentrado (35%). A maior frequência de “não consumo” foi relatada pelos julgadores para o suco de maracujá preparado com o suco concentrado (42%) (Figura 4).

Quanto aos fatores importantes para a aceitação global do suco de maracujá, a maior frequência de respostas dos julgadores foi de “extremamente importante” para o sabor característico (67%), seguido de “muito importante” para doçura (56%) e acidez (52%) (Figura 5).

Tabela 2. Caracterização dos julgadores participantes da análise de aceitação do suco de maracujá orgânico e convencional de diferentes estádios de maturação.

Característica		Frequência (%)
Sexo	Feminino	72
	Masculino	28
Idade (anos)	18-20	22,5
	21-25	61,8
	26-30	5,9
	31-40	3,9
	41-60	5,9
Categoria	Alunos de graduação	73,5
	Alunos de pós-graduação	20,6
	Professor	2,0
	Funcionário	2,0
	Outro	2,0
Escolaridade (ensino)	Fundamental incompleto	0,0
	Fundamental completo	0,0
	Médio incompleto	0,0
	Médio completo	2,0
	Superior incompleto	71,6
	Superior completo	2,0
	Pós-graduação incompleto	16,7
	Pós-graduação completo	7,8

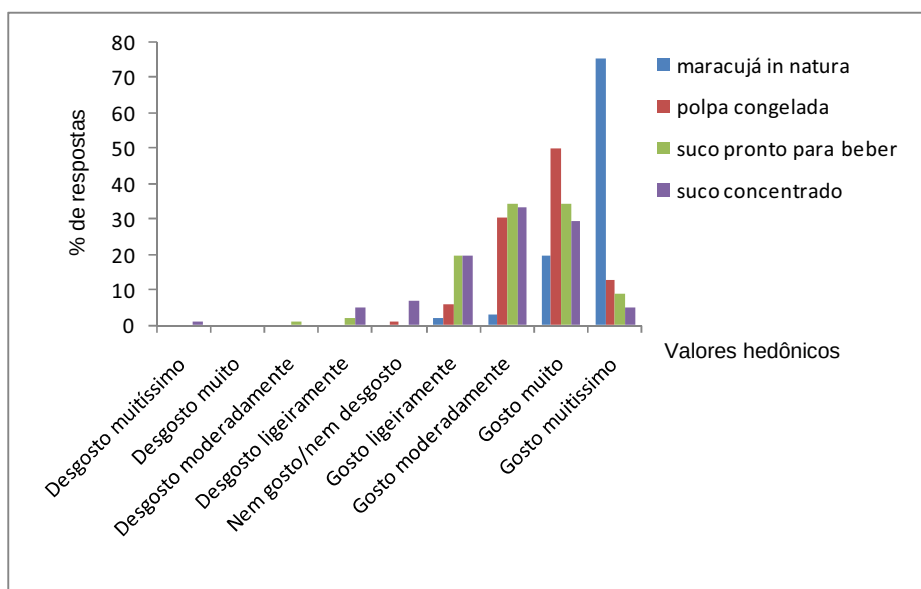


Figura 3. Frequência das respostas dos valores hedônicos atribuídos pelos julgadores.

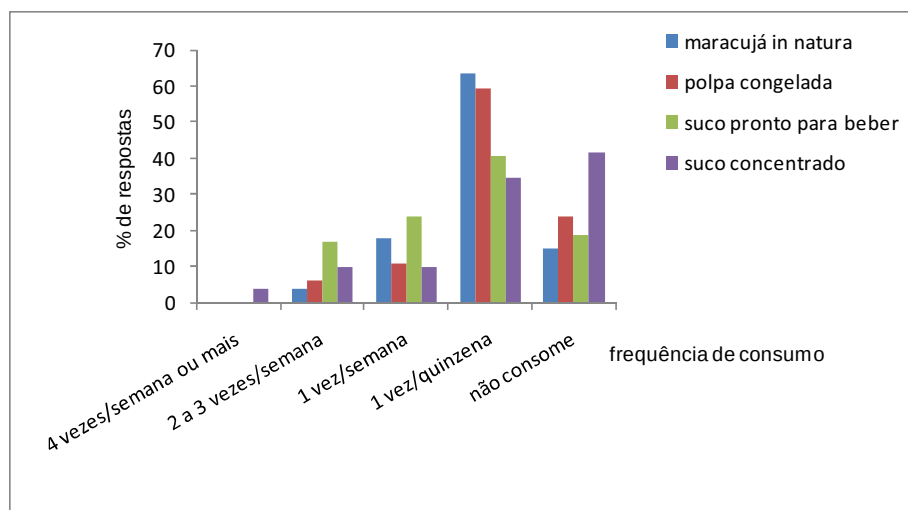


Figura 4. Frequência de consumo dos julgadores.

As médias de aceitação do suco de maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela variaram de 5,0 a 7,8, entre os termos “nem gostei/nem desgostei” e “gostei muito” (Tabela 3), com exceção dos atributos sabor, sabor característico de maracujá e acidez para o suco de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casa 1/3 amarela, que tiveram médias de aceitação entre 4,3 e 4,7, entre os termos “desgostei ligeiramente” e “nem gostei/nem desgostei”, abaixo da nota de corte de aceitação (5,0) (Tabela 3) (STONE e SIDEL, 1993).

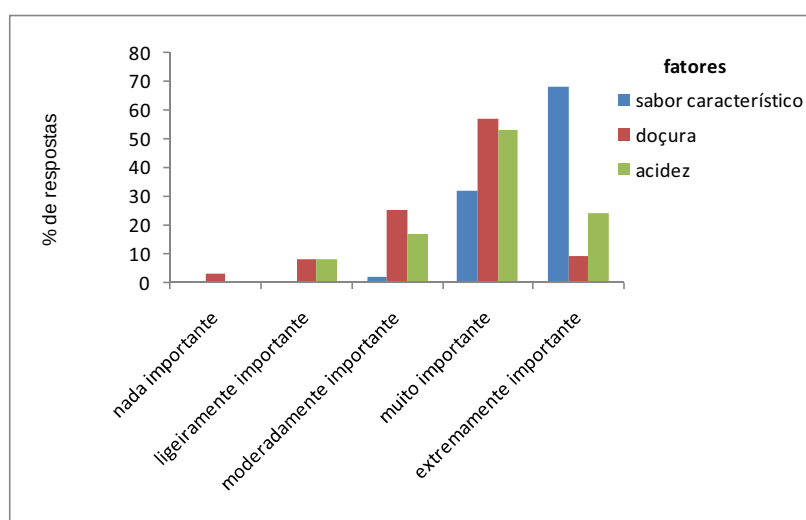


Figura 5. Frequência das respostas dos julgadores para a importância do sabor característico de maracujá, doçura e acidez na aceitação global.

As médias de aceitação dos sucos referentes a todos os atributos avaliados apresentaram aumento significativo ($p \leq 0,05$) ao longo da maturação da fruta de ambos os sistemas de cultivo. Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) no suco preparado com a polpa orgânica em relação a todos os estádios de maturação e para todos os atributos, com exceção da aparência, entre os estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 e 2/3 amarela ($p > 0,05$). Para o suco preparado com a polpa convencional referente aos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 e 2/3 amarela, não houve diferença ($p > 0,05$) em relação aos atributos impressão global, sabor, sabor característico de maracujá e acidez. O suco preparado com a polpa do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela teve a maior aceitação ($p \leq 0,05$) para todos os atributos avaliados (Tabela 3).

No estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela, o suco preparado com a polpa convencional apresentou a média de aceitação mais elevada ($p \leq 0,05$) em relação a todos os atributos quando comparado ao da polpa orgânica de mesmo estágio, com exceção do atributo aparência que não diferiu ($p > 0,05$) no suco da fruta proveniente dos dois cultivos. O suco preparado com a polpa orgânica apresentou média de aceitação mais elevada ($p \leq 0,05$) que o suco preparado com a polpa convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, em relação ao aroma e impressão global.

Tabela 3. Médias¹ de aceitação sensorial do suco preparado com a polpa de maracujá convencional e orgânico dos diferentes estádios de maturação.

Atributos	Orgânico			Convencional		
	1/3 amarela	2/3 amarela	3/3 amarela	1/3 amarela	2/3 amarela	3/3 amarela
Aparência	7,2 ^{bA}	7,4 ^{bA}	7,7 ^{aA}	7,1 ^{bA}	7,4 ^{aA}	7,4 ^{aB}
Aroma	5,7 ^{cB}	7,2 ^{bA}	7,8 ^{aA}	6,2 ^{cA}	6,8 ^{bB}	7,4 ^{aB}
Impressão Global	5,0 ^{cB}	6,4 ^{bA}	7,3 ^{aA}	5,6 ^{bA}	5,9 ^{bB}	6,9 ^{aB}
Sabor	4,6 ^{cB}	6,2 ^{bA}	7,3 ^{aA}	5,3 ^{bA}	5,6 ^{bB}	6,9 ^{aA}
Sabor Característico	4,7 ^{cB}	6,3 ^{bA}	7,2 ^{aA}	5,4 ^{bA}	5,8 ^{bB}	7,0 ^{aA}
Acidez	4,3 ^{cB}	5,5 ^{bA}	6,5 ^{aA}	5,0 ^{bA}	5,2 ^{bA}	6,0 ^{aB}

¹ Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha, para o mesmo tipo de cultivo, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha, para o mesmo estágio de maturação, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey. n=102. 1=desgostei muitíssimo, 5=nem gostei/nem desgostei, 9=gostei muitíssimo.

Os atributos acidez, para o suco da fruta do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela, e sabor e sabor característico de maracujá, para o suco da fruta do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela não diferiram ($p>0,05$) entre frutas dos diferentes cultivos. O suco de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela foi o mais aceito em relação a todos os atributos avaliados, enquanto o suco de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela foi o menos aceito (Tabela 3).

Com relação à frequência de respostas dos valores hedônicos, as maiores frequências, entre os termos “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo”, foram para os atributos aparência e aroma (Figuras 6 e 7). Para o atributo aparência, 81%, 93% e 94% dos julgadores declararam ter gostado ligeiramente ou mais do suco de maracujá convencional dos estádios de maturação referentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela, respectivamente, enquanto que para o suco de maracujá orgânico, 87%, 91% e 95% dos julgadores declararam ter gostado ligeiramente ou mais, do suco da fruta dos mesmos estádios de maturação, respectivamente (Figura 6). Observou-se tendência de aumento da aceitação da aparência do suco de maracujá orgânico e convencional no decorrer da maturação, dado que 94% e 95% dos julgadores, respectivamente, declararam ter gostado ligeiramente ou mais da aparência da polpa convencional e orgânica referentes à fruta do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela, enquanto que, nos estádios de maturação 1/3 e 2/3 amarelo os valores foram inferiores (Figura 6).

Para o aroma houve forte tendência de aumento da aceitação dos sucos ao longo da maturação. No estágio de maturação referente à cor de casca 1/3 amarela, 68% dos julgadores declararam gostar ligeiramente ou mais do aroma do suco de maracujá convencional, enquanto que no estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela o percentual foi de 91% (Figura 7). Para o suco de maracujá orgânico, a tendência de aumento na aceitação do aroma com a maturação foi ainda mais acentuada, variando de 57% para 97% dos julgadores com aceitação acima de “gostei ligeiramente” para o suco de maracujá referente aos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 e 3/3 amarela, respectivamente (Figura 7). Comportamento semelhante foi observado para os

atributos impressão global, sabor, sabor característico de maracujá e acidez, nos quais o suco de maracujá orgânico passou a apresentar maior frequência de respostas de valores hedônicos entre os termos “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo” a partir do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela (Figuras 8, 9, 10 e 11).

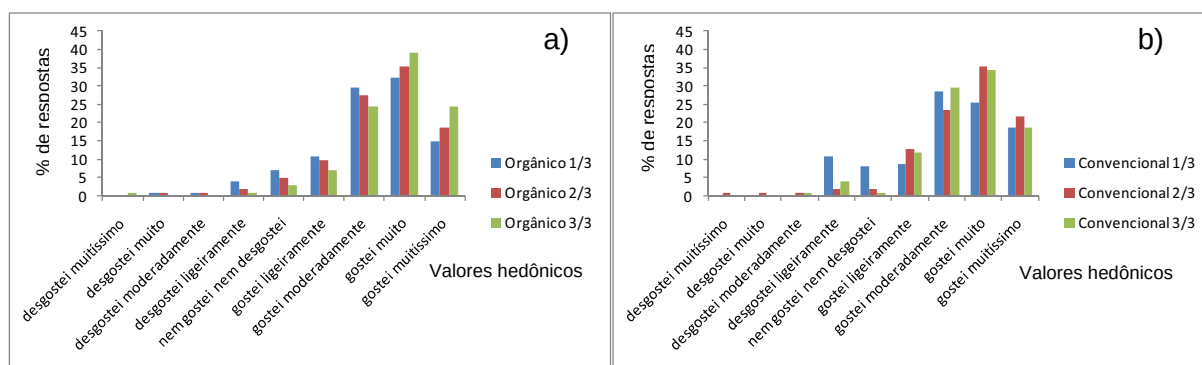


Figura 6. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo aparência do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

Com relação à impressão global, 60% dos julgadores declararam gostar ligeiramente ou mais do suco de maracujá convencional no estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela, enquanto que para o suco da fruta orgânica do mesmo estágio de maturação, a frequência foi de 45%. Houve aumento da frequência de respostas de julgadores que atribuíram valores hedônicos acima de “gostei ligeiramente” ao longo da maturação para suco de fruta de ambos os tipos de cultivo, que foi mais acentuado no suco da fruta orgânica, com 78% e 88% dos julgadores, tendo declarado gostar ligeiramente ou mais do suco de maracujá dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, respectivamente, quando comparados aos 64% e 83% de julgadores, respectivamente, do suco de maracujá convencional dos mesmos estádios de maturação (Figura 8).

Para o atributo sabor, 51% e 32% dos julgadores declararam gostar ligeiramente ou mais do suco de maracujá convencional e orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela, respectivamente. Para o suco da fruta do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, a frequência de

juízes que declararam gostar ligeiramente ou mais foi de 56% e 85%, e de 74% e 88%, para o suco da fruta convencional e orgânica, respectivamente (Figura 9).

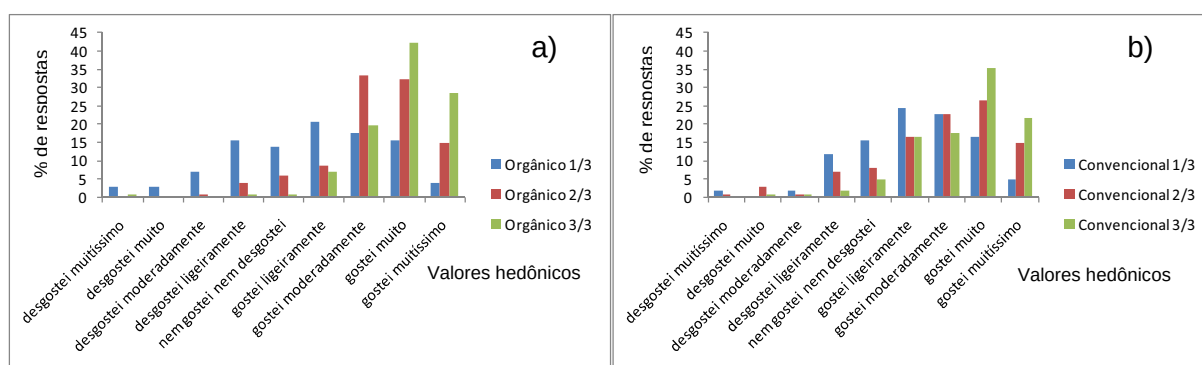


Figura 7. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo aroma do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

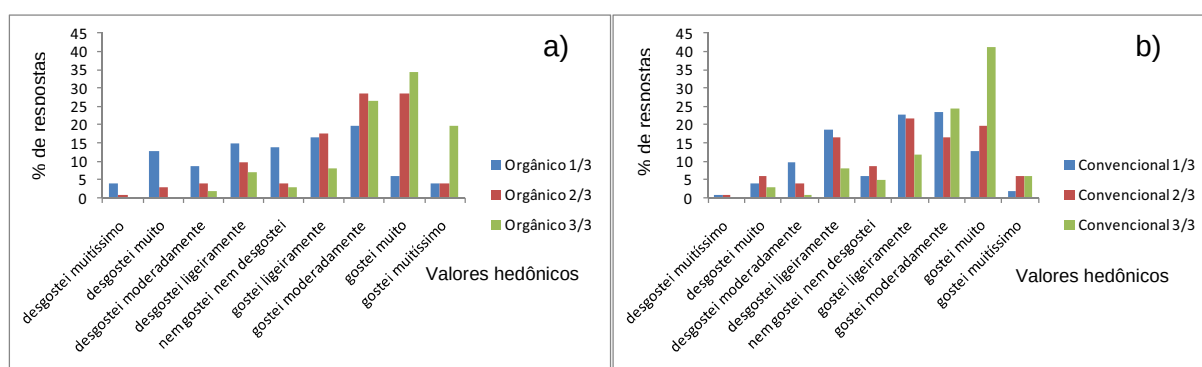


Figura 8. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo impressão global do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

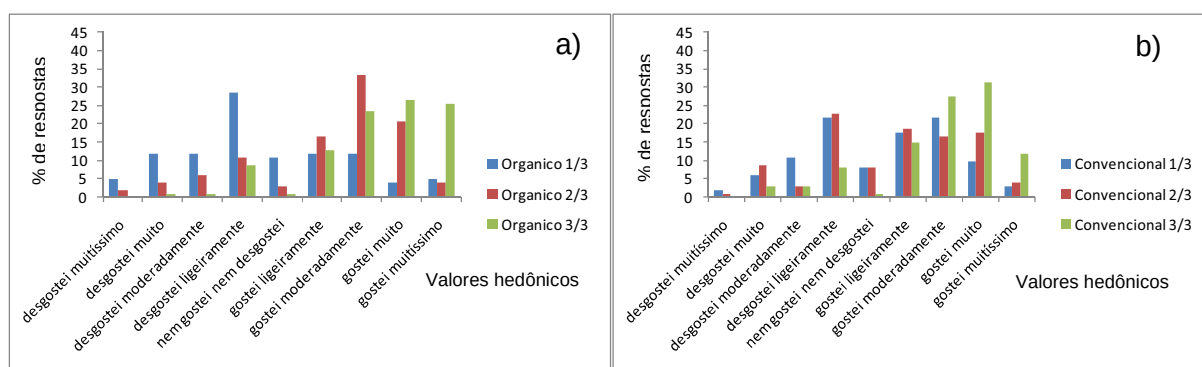


Figura 9. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo sabor do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

Resultado semelhante foi obtido para o sabor característico de maracujá, com 51% e 36% dos julgadores tendo declarado gostar ligeiramente ou mais do suco de maracujá convencional e orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela, respectivamente, enquanto que, para o suco da fruta dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela convencional, o percentual foi de 60% e 86% e de 74% e 88%, para o suco das frutas dos cultivos convencional e orgânico, respectivamente (Figura 10).

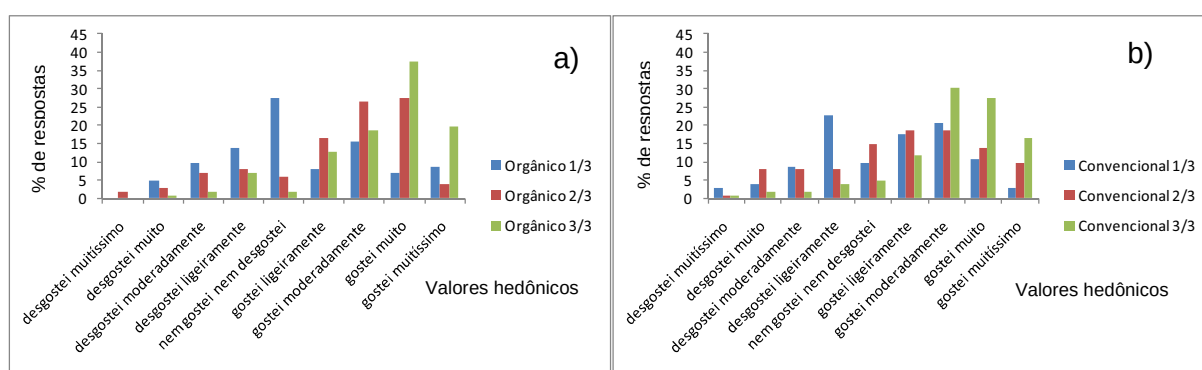


Figura 10. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo sabor característico de maracujá do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

Para o atributo acidez, apenas 45% e 32% dos julgadores declararam gostar ligeiramente ou mais do suco de maracujá convencional e orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela, respectivamente. Houve aumento da frequência respostas acima de “gostei ligeiramente” ao longo da maturação para o suco da fruta de ambos os tipos de cultivo. Assim, em relação aos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, as frequências de repostas de julgadores que declararam gostar ligeiramente ou mais do suco de maracujá foi de 44% e 65%, e de 60% e 76%, para o suco da fruta convencional e orgânica, respectivamente (Figura 10).

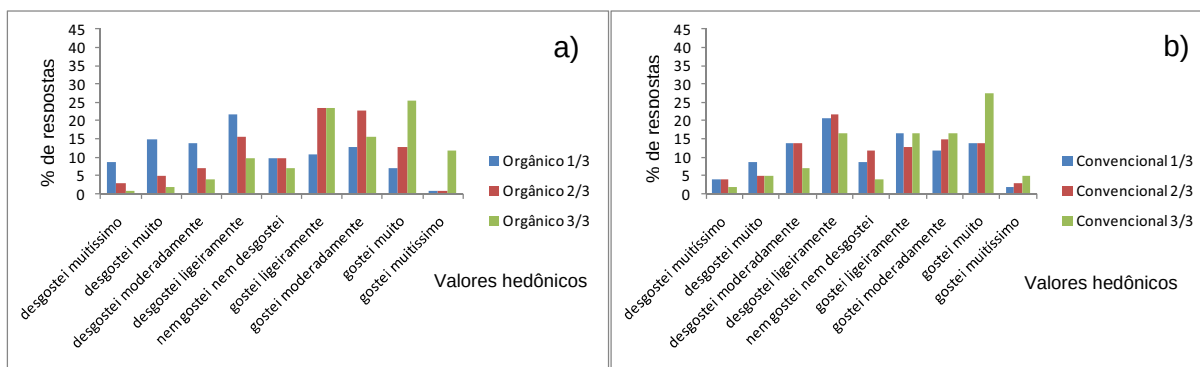


Figura 11. Distribuição de frequência dos valores hedônicos para o atributo acidez do suco de maracujá orgânico (a) e convencional (b) dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

Os atributos sabor, sabor característico de maracujá e acidez do suco preparado com a polpa de maracujá orgânica e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 e 2/3 amarela apresentaram as maiores frequências de respostas entre os termos “desgostei ligeiramente” e “desgostei muitíssimo” (Figuras 9, 10 e 11).

Quanto à intenção de compra, o suco de maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela mostrou 56% de intenção de compra entre os termos “tenho dúvidas se compraria” e “certamente compraria”, e o suco de maracujá orgânico, 36%. O suco de maracujá orgânico apresentou maior frequência de intenção de compra entre “tenho dúvidas se compraria” e “certamente compraria”, de 74% e 88%, para frutas dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, respectivamente, e o suco de maracujá convencional de 65% e 85%, respectivamente, para frutas do mesmo período de maturação (Figura 12).

Comparando os tipos de cultivo, o suco de maracujá orgânico foi mais aceito quando a fruta estava nos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, apresentando também maior porcentagem de atitude de compra entre os termos “tenho dúvidas se compraria” e “certamente compraria”, enquanto o suco de maracujá convencional foi mais aceito quando a fruta estava no estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela.

A aceitação de alimentos orgânicos também foi avaliada em diversos estudos (BORGUINI e SILVA, 2005; CARVALHO et al, 2005; FAVARO-TRINDADE et al, 2007;

SILVA et al, 2005). O café orgânico apresentou média de aceitação mais elevada do que o convencional em relação aos atributos cor, aroma, sabor e impressão global (SILVA et al, 2005). Cenouras orgânicas de vários tipos de preparações (cruas, cozidas a vapor e em água) foram preferidas pelos consumidores quando comparadas às convencionais (CARVALHO et al, 2005). Tomates orgânicos das cultivares Carmem e Débora apresentaram as menores médias de aceitação para o atributo sabor, embora a cultivar Carmem orgânica tenha sido significativamente ($p \leq 0,05$) superior quanto ao aspecto geral quando comparada à similar convencional (BORGUINI e SILVA, 2005). Alface orgânica foi significativamente ($p \leq 0,05$) menos aceita quanto à aparência e não diferiu ($p > 0,05$) da convencional nos atributos textura, sabor e aceitação global (FAVARO-TRINDADE et al, 2007).

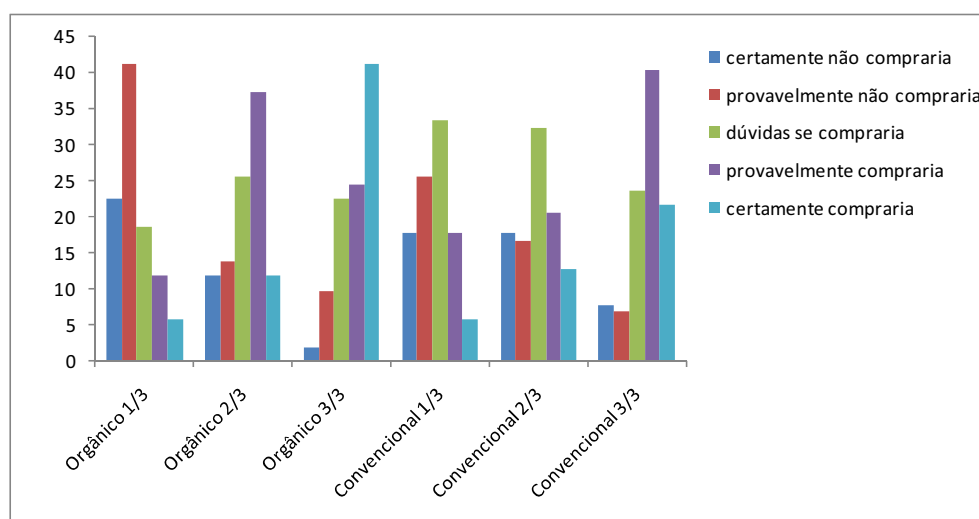


Figura 12. Distribuição de frequência de respostas de intenção de compra dos sucos de maracujá convencional e orgânico dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

Mapa de Preferência Interno

Para melhor visualizar as diferenças de aceitação dos sucos de maracujá orgânico e convencional ao longo da maturação, foi construído o Mapa de Preferência Interno empregando as médias de aceitação do atributo impressão global. As respostas individuais dos julgadores geraram um espaço sensorial multidimensional, cujas dimensões explicam a

variação total das respostas dos julgadores. Cada julgador está representado por um ponto no gráfico e situa-se próximo aos sucos de maior aceitação e distante dos menos aceitos. Na Figura 13 está apresentado o Mapa de Preferência Interno gerado pelos valores hedônicos dos sucos de maracujá orgânico e convencional dos estádios de cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela. Os dois primeiros componentes principais explicaram juntos 63,63% da variação entre os sucos. O primeiro componente principal explicou 42,54% da variação, enquanto o segundo componente principal explicou 21,09% da variação existente entre os sucos em relação ao atributo impressão global. A maioria dos julgadores estava na porção positiva do eixo I, onde se encontram os sucos de maracujá orgânico dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela e o convencional do estádio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela, mostrando que estes foram os mais aceitos pela grande maioria dos julgadores.

O suco de maracujá orgânico do estádio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela está mais à direita, assim como seus julgadores, e afastado dos demais sucos, indicando maior aceitação. O suco de maracujá orgânico do estádio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela foi o menos aceito, pois se localizou em sentido oposto ao da maioria dos julgadores, na porção negativa do eixo I. Estes resultados foram corroborados pelas médias de aceitação dos sucos de maracujá orgânico e convencional em relação à impressão global (Tabela 3), que mostrou o suco de maracujá orgânico do estádio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela como o de menor média de aceitação e o suco de maracujá orgânico do estádio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela, o de maior média de aceitação.

Os resultados do Mapa de Preferência Interno confirmaram e complementaram os resultados das médias de aceitação dos sucos orgânico e convencional dos diferentes estádios de maturação para o atributo impressão global (Tabela 3).

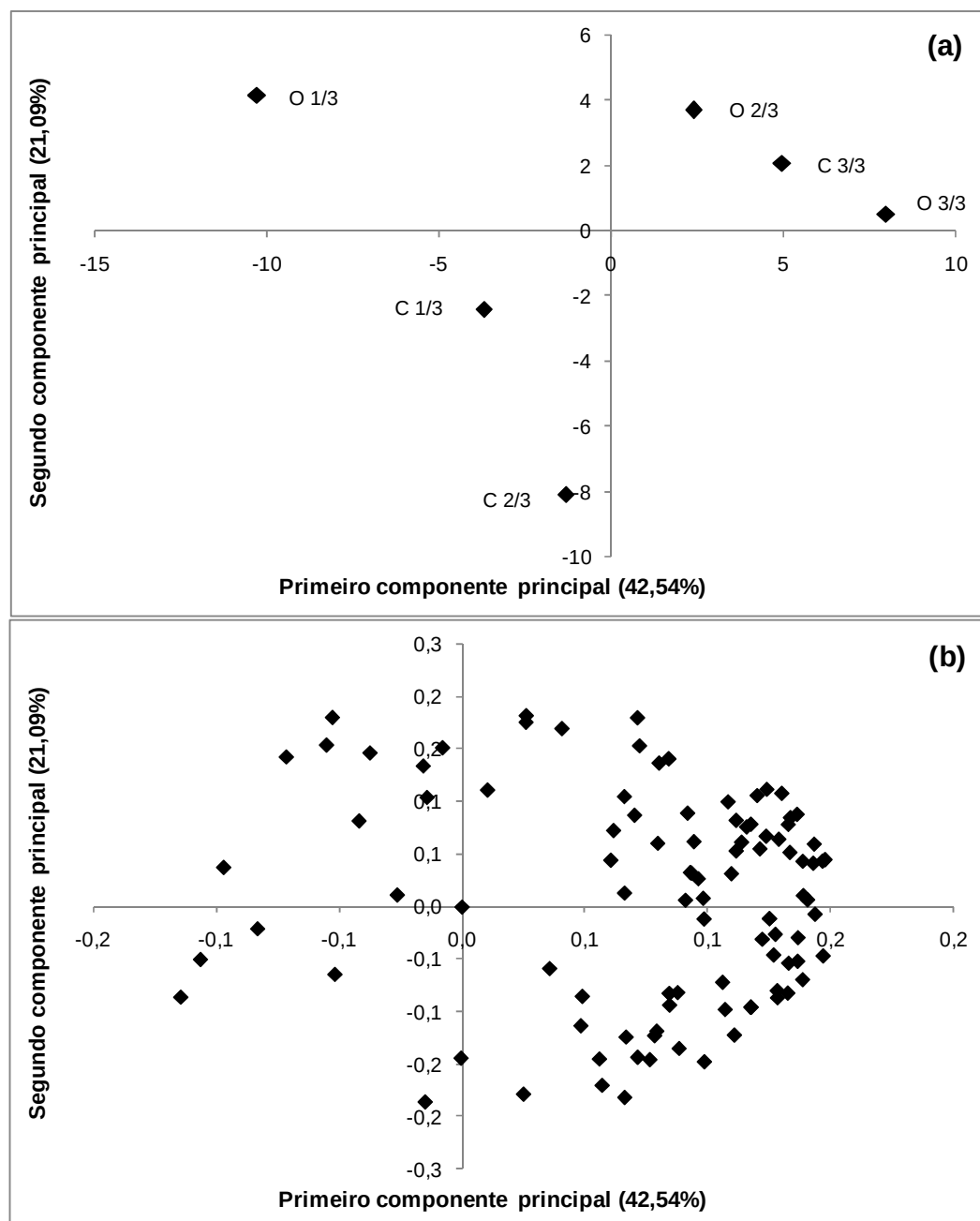


Figura 13 - Mapa de Preferência Interno dos sucos (a) de maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 (C 1/3), 2/3 (C 2/3) e 3/3 amarela (C 3/3) e de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 (O 1/3), 2/3 (O 2/3) e 3/3 amarela (O 3/3) e dos julgadores (b), representando o primeiro e segundo componentes principais obtidos da avaliação do atributo impressão global.

Correlação entre parâmetros físico-químicos e sensoriais

As correlações obtidas entre os parâmetros físico-químicos e sensoriais estão apresentadas na Tabela 4. Os atributos sensoriais dos sucos preparados com as polpas de maracujá orgânico e convencional apresentaram correlação positiva muito forte entre si ao

longo da maturação, $r > 0,98$, ao nível de 1% de significância, com exceção da aparência, que apresentou correlação positiva forte $0,84 \leq r \leq 0,89$, ao nível de 5% de significância. Segundo Shimakura e Ribeiro Junior (2005), quando o coeficiente de correlação linear (r) entre duas variáveis for acima de 0,90, a correlação é considerada muito forte. Quando o coeficiente de correlação linear estiver entre 0,69 e 0,89, a correlação é considerada forte, e entre 0,40 e 0,69, a correlação é considerada moderada. Quando o coeficiente de correlação linear estiver entre 0,20 e 0,39, a correlação é considerada fraca e quando for menor que 0,19, a correlação é muito fraca (SHIMAKURA e RIBEIRO JUNIOR, 2005).

Entre os parâmetros físico-químicos houve correlação positiva muito forte entre açúcares redutores e açúcares totais, $r = 0,95$, ao nível de 1% de significância e correlação positiva forte, $r = 0,90$, entre sólidos solúveis com açúcares redutores e com ácido ascórbico, ambas ao nível de 5% de significância. Houve correlação positiva forte, $r = 0,81$, entre ácido ascórbico e açúcares redutores e correlação negativa forte, $r = -0,84$, entre ácido ascórbico e acidez total titulável, ambas ao nível de 5% de significância (Tabela 4) (SHIMAKURA e RIBEIRO JUNIOR, 2005).

Todos os atributos sensoriais mostraram correlação positiva muito forte com ácido ascórbico, $r \geq 0,92$, ao nível de 1% de significância. Houve correlação negativa muito forte entre a acidez total titulável e os atributos sensoriais, com $r = -0,97$, entre acidez total titulável e acidez sensorial, $r = -0,95$, entre acidez total titulável com aroma e com impressão global, $r = -0,94$, entre acidez total titulável e sabor e, $r = -0,92$, entre acidez total titulável e sabor característico de maracujá, todas ao nível de 1% de significância. Entre acidez total titulável e aparência houve correlação negativa forte, $r = -0,85$, ao nível de 5% de significância (Tabela 4) (SHIMAKURA e RIBEIRO JUNIOR, 2005).

Os resultados indicaram que o aumento do conteúdo de acidez total titulável diminuiu a aceitação dos atributos sensoriais dos sucos de maracujá dos diferentes sistemas de cultivo, enquanto o aumento do conteúdo de açúcares redutores aumentou aceitação do sabor e do sabor característico de maracujá, e o aumento do conteúdo de sólidos solúveis aumentou a aceitação do sabor característico de maracujá.

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os parâmetros físico-químicos e sensoriais do maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela.

	Parâmetro físico-químico						Atributo sensorial			
							Sabor			
	Acidez Total	Sólidos solúveis	Açúcares reductores	Açúcares totais	Ácido ascórbico	Aparência	Aroma	Impressão Global	Sabor	característico de maracujá Acidez
Acidez total titulável	1									
pH	-0,59	1,00								
Sólidos solúveis	-0,56	0,05	1,00							
Açúcares reductores	-0,65	-0,04	0,90*	1,00						
Açúcares totais	-0,58	-0,25	0,77	0,95**	1,00					
Ácido ascórbico	-0,84*	0,39	0,90*	0,81*	1,00					
Aparência	-0,85*	0,63	0,70	0,56	0,93**	1,00				
Aroma	-0,95**	0,52	0,76	0,80	0,94**	0,89*	1,00			
Impressão Global	-0,95**	0,51	0,76	0,80	0,93**	0,86*	0,98**	1,00		
Sabor	-0,94**	0,47	0,78	0,81*	0,93**	0,84*	0,97**	0,99**	1,00	
Sabor característico de maracujá	-0,92**	0,43	0,82*	0,85*	0,95**	0,85*	0,98**	0,99**	0,99**	1,00
Acidez	-0,97**	0,48	0,72	0,78	0,92**	0,84*	0,97**	0,99**	0,99**	1,00

* Valores estatisticamente significativos ao nível de 5% de significância

** Valores estatisticamente significativos ao nível de 1% de significância

CONCLUSÕES

A polpa de maracujá proveniente de ambos os tipos de cultivo e estádios de maturação estava em conformidade com o PIQ em relação a todos os parâmetros avaliados. De maneira geral, houve aumento dos sólidos solúveis, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico da polpa orgânica e convencional, e redução da acidez total titulável, ao longo da maturação.

A aceitação dos sucos preparados com polpa orgânica e convencional aumentou ao longo da maturação. Comparando os sistemas de cultivo, maiores médias de aceitação foram atribuídas à polpa orgânica do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela e à polpa convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela.

O suco de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela, com as maiores médias de aceitação para os atributos aparência, aroma, impressão global, sabor, sabor característico de maracujá e acidez, e com as maiores frequências de “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, foi o que apresentou conteúdo mais elevado de sólidos solúveis, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico, além de menor teor de acidez total titulável.

As correlações entre os parâmetros físico-químicos e sensoriais indicaram que os sucos de maracujá de maior aceitação foram os que apresentaram menor teor de acidez total titulável e que o conteúdo de sólidos solúveis e de açúcares redutores aumentou a aceitação do sabor característico de maracujá.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, A. P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Alimentos e Nutrição**, v. 12, p. 171-184, 2001.
- AMARO, A. C. P. **Maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) obtido por cultivo orgânico e convencional: características físico-químicas das frutas e avaliação da pasteurização e vida de prateleira da polpa processada**. 2003. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

- AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists** (16th ed.) Washington, CC, 1998.
- ASAMI, D. K. et al. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grow using conventional, organic and sustainable agricultural practices. **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**, n. 51, p. 1237-1241, 2003.
- AYUB, R. et al. Expression of ACC oxidase antisense gene inhibits ripening of cantaloupe melon fruits (1996). In: GIEHL, R.F.H.; FAGAN, E.C.; EISERMANN, A.C.; BRACKMANN, A.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, P. A. Growth and physicochemical changes during the ripening of hybrid Torreon muskmelon fruits (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud.). **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 2, p. 371-377, 2008.
- BEHRENS, J. H.; WAKELING, I. N.; DA SILVA, M. A. A. P. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de Mapa de Preferência Interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, p. 214-220, 1999.
- BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensoriais do tomate produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 4, p. 355-61, 2005.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1617>>. Acesso em: março/ 2008.
- CARBONARO, M.; MATTERA, M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). **Food Chemistry**, v. 72, p. 419-24, 2001.
- CARVALHO, A. M. et al. Análise sensorial de genótipos de cenoura cultivados em sistema orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 805-809, 2005.
- DANI, C. et al. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally-produced grapes. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, n. 2, p. 2574-2580, 2007.
- DE MARCHI, R. et al. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims* f. *flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 381-387, 2000.
- FAVARO-TRINDADE et al. Efeito dos sistemas de cultivo orgânico, hidropônico e convencional na qualidade de alface lisa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n. 2, p. 111-115, 2007.

- JOHANSSON, L. et al. Preference for tomatoes, affected by sensory attributes and information about growth conditions. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 289-298, 1999.
- MACFIE, H. J. H. et al. Relationship between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the south hemisphere. **Food Quality and Preference**, v. 7, n. 2, p. 113-126, 1996.
- MACFIE, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. **Preference Mapping and Multidimensional Scaling**. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.) *Sensory Analysis of Foods*, 2nd ed., Elsevier: London, 1988. 389p.
- MACFIE, H. J. H. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, p.129-148, 1989.
- MACORIS, M. S. et al. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2010 (aceito).
- MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. Atividade antioxidante da polpa de maracujá orgânico (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Topical Horticulture, 2008, Vitória. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th ISTH**, 2008. CD-ROOM.
- MARKETO, C. G. et al. Reliability of MDPREF to show individual preference. **Journal of Sensory Studies**, n. 9, p. 337-350, 1994.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Consumer test and in-house panel acceptance tests. In: MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. (Eds.). **Sensory Evaluation Techniques**. Florida: CRC Press Inc., 1988. p. 119-141.
- MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas, Abril, 1999. Boletim Técnico 181.
- MELLO, J. C. et al. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 428-26, 2003.
- ROCHA, R. H. C. et al. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'tommy atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 302-305, ago 2001.
- ROSSI, A. R. Comercialização do maracujá. In: V Simpósio brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro, Jaboticabal. **Anais**. Jaboticabal: Funep. p. 279-287, 1998.
- SANTOS, G. C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 73-86, 2004.
- SCHLICH, P.; MCEWAN, J. A. Preference Mapping – A statistical tool for the food industry. **Science des Aliments**, n. 12, p. 339-355, 1992.
- SHIMAKURA, S. E.; RIBEIRO JUNIOR, P. J. Estatística (2005) Disponível em: <http://www.est.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003/> Acesso em: fevereiro/2010.

- SILVA, A. F.; MINIM, V. P. R.; RIBEIRO, M. M. Análise sensorial de diferentes marcas de café (*Coffea arábica* L.) orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1224-1230, 2005.
- SILVA, M. R.; DA SILVA, M. A. A. P.; YOON, K. C. Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, p. 125-34, 1998.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**, 2nd. Ed. Boston: Academic Press, 1993, 338p.

Capítulo 4

INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NA
IMPORTÂNCIA ODORÍFERA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO
MARACUJÁ (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.)

**INFLUÊNCIA DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E DO CULTIVO NA IMPORTÂNCIA
ODORÍFERA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO MARACUJÁ (*Passiflora edulis* Sims f.
flavicarpa Deg.)**

Mariana Serrão Macoris, Natália Soares Janzantti, Deborah dos Santos Garruti, Magali Monteiro*

¹Departamento de Alimentos e Nutrição. Faculdade de Ciências Farmacêuticas/UNESP, CEP 18401-902. Cx. Postal 502. Araraquara, SP, Brasil.

²Embrapa Agroindústria Tropical, CEP 60511-110. Cx. Postal 3761, Fortaleza, CE, Brasil.

*E-mail para correspondência: monteiro@fcfar.unesp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência do estágio de maturação e do cultivo na importância odorífera dos compostos voláteis do maracujá. Os compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional foram isolados por *headspace* dinâmico, separados e quantificados por cromatografia gasosa de alta resolução, e identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas e a importância odorífera avaliada pela análise olfatométrica usando a técnica OSME. Foram detectados 90 compostos voláteis dos quais 43 foram identificados. A classe química majoritária foi a dos ésteres (23), seguida dos álcoois (8), terpenos (6), aldeídos (3), cetonas (2) e ácidos (1). Cinquenta e seis compostos odoríferos foram obtidos usando a técnica olfatométrica OSME. Butanoato de etila foi o composto de maior contribuição odorífera para o aroma característico do maracujá. Hexanoato de etila, carbonato de dietila, acetato de propila e o composto não identificado de IR 2072 também apresentaram contribuição odorífera para o aroma característico e doce do maracujá, com maior intensidade no maracujá orgânico. Acetato de *cis*-3-hexenila e alfa-terpineol, importantes para o aroma cítrico, floral e frutal do maracujá também apresentaram maior intensidade odorífera no maracujá orgânico. Houve aumento da importância odorífera do acetato de propila, acetato de *cis*-3-hexenila e hexanoato de etila, relacionados aos aromas frutais e florais do maracujá, e redução da importância odorífera do octanoato de etila, 1-butanol e *cis*-3-hexen-1-ol, descritos como “verde, sintético”, ao longo da maturação.

O acetato de propila, carbonato de dietila, alfa-terpineol e o composto não identificado de IR 2072, presentes em baixa concentração, tiveram grande importância odorífera na polpa de maracujá orgânico e convencional.

PALAVRAS CHAVE: composição de voláteis, análise olfatométrica, maracujá, maracujá orgânico, estágio de maturação

INTRODUÇÃO

O maracujá é uma fruta tropical de aroma e sabor muito apreciados. Dentre as espécies utilizadas comercialmente destaca-se o maracujá amarelo, com 95% dos pomares cultivados no país (MELLETTI e MAIA, 1999). O Brasil é o maior consumidor e o maior produtor mundial da fruta, com destaque para os estados da Bahia, Ceará, Espírito Santo, Pará, Minas Gerais e São Paulo (IBGE, 2007).

A colheita dos frutos do maracujazeiro é geralmente realizada quando estes caem no solo, o que leva à desidratação e à contaminação microbiológica, reduzindo sua vida útil e seu valor comercial, e acarreta prejuízos econômicos (MELETTI e MAIA, 1999; DE MARCHI et al, 2000). A colheita deve ser feita quando os frutos estejam maduros e ainda presos à planta. Para tanto, é necessário conhecer ponto ideal de colheita da fruta. O uso da cor da casca como indicador do ponto ideal de colheita vem sendo muito utilizado por ser considerado um procedimento fácil e prático para identificar o estágio de maturação adequado para a colheita, permitindo então, a obtenção de frutas em melhores condições fitossanitárias, mais uniformes e de melhor qualidade, reduzindo perdas e contaminação microbiológica (DE MARCHI et al, 2000; AMARO e MONTEIRO, 2001). Como resultado ocorre um menor comprometimento das características sensoriais e nutricionais da fruta, à medida que condições menos drásticas de tratamento térmico são exigidas.

O maracujá pode ser cultivado por cultivo orgânico ou convencional. No Brasil, o cultivo de maracujá orgânico, embora ainda pouco expressivo, vem crescendo em largas proporções, impulsionado pela preocupação dos consumidores com uma vida mais saudável e com a preservação do meio ambiente, o que incentiva a busca por alimentos de boa qualidade e isentos de produtos químicos (SANTOS e MONTEIRO, 2004).

A composição de voláteis de um alimento é muito complexa e devida a um grande número de compostos de natureza muito diversificada, presentes em concentrações variadas (FRANCO e JANZANTTI, 2004). Os compostos voláteis são responsáveis por conferir aroma e sabor aos alimentos, estando diretamente relacionados a sua aceitação pelo consumidor. A contribuição odorífera dos compostos voláteis indica sua importância para o aroma global do alimento (DA SILVA, SAMPAIO e BERTOLINI, 2004). Os principais compostos voláteis responsáveis pelo aroma das frutas são da classe dos ésteres, terpenos e aldeídos. Os ésteres butanoato de etila e hexanoato de etila contribuem para o aroma doce, frutal e floral característicos do maracujá (JORDAN et al, 2002; JALES et al, 2005). Os terpenos alfa-terpineol, beta-mirceno, limoneno, gama terpinoleno têm sido descritos como importantes para o aroma floral e frutal do maracujá, e os aldeídos hexanal e octanal, para o aroma verde da fruta (JALES et al 2005; MACORIS et al, 2010).

Embora sejam encontrados na literatura diversos estudos acerca da composição de voláteis do maracujá amarelo, poucos fazem uso de técnicas de CG-O (cromatografia gasosa-olfatometria) para avaliar a contribuição odorífera de cada composto volátil para o aroma global do maracujá. As técnicas olfatométricas são classificadas como técnicas de diluições sucessivas, a exemplo de CHARM e AEDA, técnicas de frequência de detecção, tal como OGA e técnicas de análise direta ou de tempo-intensidade, como OSME (DA SILVA, SAMPAIO e BERTOLINI, 2004; DELAHUNTY et al, 2006). As técnicas CHARM e AEDA contemplam a medida da importância odorífera dos compostos voláteis baseada em diluições do isolado. OSME prevê a análise direta do efluente da coluna proveniente do isolado da fruta, realizada em repetições por uma equipe de julgadores treinados e selecionados, possibilitando determinar o impacto de cada composto volátil para o aroma global da fruta. Ainda que bastante complexa, OSME é a técnica considerada mais adequada quando o objetivo é a discriminação entre amostras (MCDANIEL et al, 1990; LE GUEN et al, 2000; DA SILVA et al, 2004; DELAHUNTY et al, 2006).

O aroma do maracujá produzido por sistema convencional foi avaliado usando a técnica olfatométrica AEDA (JORDAN et al, 2002) e, seu suco foi avaliado usando OSME (JALES et al, 2005). Os compostos voláteis de importância odorífera para o aroma do

maracujá foram o hexanoato de 2-metilbutila e o 1,3-dimetilbenzeno, descritos como “suor”, “noz, oleoso, medicinal”, respectivamente (JORDAN et al, 2000), 2-pentanona, carbonato de dietila, beta-mirceno e gama-terpineno, descritos como “queimado”, “cola, plástico” e “besouro”, respectivamente, além de compostos voláteis muito potentes, presentes em concentrações abaixo do limite de detecção do instrumento, mas que foram percebidos pelos julgadores durante a análise olfatométrica, descritos como “maracujá”, “verde”, “frutal”, “perfume” (JALES et al, 2005). Também foram realizados estudos relacionados aos compostos voláteis do maracujá ao longo da maturação, embora não tenham sido empregadas técnicas olfatométricas (NARAIN e BORA, 1992). No entanto, não foram encontrados na literatura trabalhos que relacionem a composição de voláteis com o tipo de cultivo, especialmente para o maracujá amarelo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a importância odorífera dos compostos voláteis do maracujá produzido por cultivo orgânico e convencional em diferentes estádios de maturação.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foi utilizado maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), seleção Feltrin, obtido por cultivo orgânico e convencional, na safra 2008. As frutas eram provenientes da região Noroeste do estado de São Paulo, colhidas em diferentes estádios de maturação, correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela. As frutas orgânicas, certificadas pelo Instituto Biodinâmico (IBD), SP, Brasil, foram adquiridas em Morungaba, SP (coordenadas: 22°52'48" S e 46°47'30" W, com 765 m de altitude) e as frutas convencionais em Sumaré, SP (coordenadas: 22°49'19" S e 47°16'01" W, com 625 m de altitude).

Cerca de 15 Kg de maracujá de cada sistema de cultivo e estágio de maturação, foram colhidos aleatoriamente, tomando-se o cuidado de coletar frutas de tamanho semelhante. As frutas foram acondicionadas em caixas de madeira e transportadas até o laboratório, onde foram selecionadas, classificadas quanto ao estágio de maturação e lavadas para a retirada das sujidades presentes na casca. A polpa obtida foi acondicionada

em frascos de vidro hermeticamente fechados, que foram armazenados sob congelamento a -18 °C até o momento da análise.

Métodos

Isolamento dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional

O isolamento dos compostos voláteis do maracujá orgânico e convencional, em cada estágio de maturação foi realizado em triplicata, empregando *headspace* dinâmico, por sucção, com armadilhas contendo 100 mg do polímero Porapak Q, 80-100 mesh (Waters Associates Inc., Framingham, Mass., U.S.A), segundo metodologia proposta por FRANCO e RODRIGUEZ-AMAYA (1983). O polímero foi condicionado a 170 °C por 8 horas, sob fluxo de nitrogênio ultrapuro de 40 mL/min. Para o isolamento dos compostos voláteis, trezentos gramas da polpa de maracujá foram colocados no balão do sistema de coleta de voláteis, adicionados de NaCl p.a. 30% (p/p). O tempo de isolamento empregado foi de 2 horas, seguido de eluição com 300 µL de diclorometano (MACORIS et al, 2009).

Cromatografia gasosa de alta resolução (CG)

O instrumento usado foi o cromatógrafo gasoso (CG) com detector de ionização de chama (DIC) Shimadzu (Kyoto, Japan) modelo 2010, equipado com uma coluna de fase estacionária DB-Wax (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) da J&W (Folsom, USA). A injeção foi feita em modo *splitless* (2 µL) e o fluxo do gás hidrogênio era 1,3 mL/min. As temperaturas do injetor e do detector foram 230 °C e 250 °C, respectivamente. A temperatura da coluna foi mantida inicialmente a 40 °C por 10 min, depois programada com uma rampa de aquecimento de 3 °C/min até 200 °C, permanecendo nesta temperatura por 10 min, totalizando 77 min de corrida cromatográfica.

Cromatografia gasosa-espectrometria de massas (CG-EM)

Foi utilizado o cromatógrafo gasoso-espectrômetro de massas Shimadzu (Kyoto, Japan), modelo QP 2010, com fonte de ionização por impacto de elétrons (70 eV) em modo *scan*, com intervalo de massas de 35 a 350 m/z. As condições foram as mesmas utilizadas

no CG-DIC. O gás de arraste foi hélio, com vazão de 1,3 mL/min. A temperatura do injetor foi 230 °C e da interface, 240 °C. A identificação dos compostos voláteis foi realizada usando CG-EM, por comparação dos espectros de massas obtidos com espectros de padrões puros e da biblioteca *NIST*, além de comparação dos índices de retenção com índices de retenção de padrões puros e com dados da literatura (ACREE e ARN, 2009). Os índices de retenção dos compostos voláteis do maracujá foram calculados a partir da injeção de solução contendo alcanos (C₁₀ a C₃₀) em diclorometano, sob as mesmas condições cromatográficas.

A quantificação dos compostos voláteis do maracujá foi realizada usando CG-DIC. O pentadecano (C₁₅) foi utilizado como padrão interno. As áreas relativas dos picos cromatográficos foram calculadas usando a razão entre área de cada composto e a área do padrão interno, multiplicada por 100.

Cromatografia Gasosa-Olfatometria (CG-O)

Para a análise da importância odorífera dos compostos voláteis do maracujá orgânico e convencional dos diferentes estádios de maturação foi utilizada a técnica olfatométrica OSME (MCDANIEL et al, 1990) juntamente com o programa computacional de coleta de dados SCDTI (Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade) desenvolvido pela Faculdade de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia Elétrica e Instituto de Computação da UNICAMP (CARDELLO et al, 2003; DA SILVA, 1999). Na análise olfatométrica foram utilizadas as mesmas condições cromatográficas empregadas na separação dos compostos voláteis. O registro dos dados de cada aroma percebido durante a olfatometria foi feito usando escala híbrida de 10 pontos, ancorada com os termos “nenhum”, “moderado” e “forte” nos pontos 0, 5 e 10, respectivamente. Foi solicitado a cada julgador utilizar a escala disposta na tela do computador, de forma a registrar a intensidade de cada composto à medida que fosse sendo eluído da coluna cromatográfica, e descrever a sensação percebida. A duração da análise olfatométrica foi de 60 minutos, divididos em duas sessões de 30 minutos cada. A polpa orgânica e convencional de cada estágio de maturação foi avaliada em triplicata.

A equipe sensorial foi composta por quatro julgadores do sexo feminino, com idade entre 23 e 37 anos. Anteriormente à formação da equipe sensorial foi realizada uma etapa de seleção de julgadores com base no reconhecimento de aromas característicos do maracujá. Nesta etapa foram apresentadas aos julgadores amostras de essência de cravo, de morango, de laranja e de erva doce, polpa de maracujá, flor, grama e xarope de guaraná, dispostas em canecas pretas de porcelana de 300 mL, cobertas com papel alumínio contendo pequenos orifícios para a saída do aroma de seu interior, e cobertas com vidro de relógio. Foi solicitado ao julgador descrever o aroma percebido após aspirar o conteúdo de cada caneca. Foram selecionados os julgadores capazes de identificar no mínimo 70% dos aromas (ASTM, 1981). Antes do início das sessões de olfatometria, os julgadores selecionados passaram por uma etapa de treinamento para uso da técnica OSME com o objetivo da familiarização com os aromas característicos do maracujá e com o uso da escala para registro dos picos odoríferos. Como parte do treinamento, os julgadores também avaliaram o isolado de uma polpa de maracujá convencional, em triplicata, de forma a selecionar aqueles capazes de descrever e indicar os compostos de maior importância odorífera.

Análise dos resultados

As áreas padronizadas obtidas foram submetidas à ANOVA e teste de média de Tukey ($p \leq 0,05$), usando o programa SAS® (“Statistical Analytical System”), versão 6.12. Para a avaliação da importância odorífera dos compostos voláteis foram obtidas médias, desvios padrão e coeficientes de variação dos picos odoríferos coletados pelo Software SCDTI em cada sessão de olfatometria, utilizando o programa Excel (Microsoft Office, 2007). Foram gerados aromagramas individuais para cada julgador e para cada polpa avaliada. Para a construção do aromagrama individual foi utilizado como critério de inclusão os picos odoríferos detectados em pelo menos duas das três repetições. Em seguida, a partir dos aromagramas individuais foi gerado o aromagrama consensual da equipe sensorial, usando como critério a inclusão dos picos detectados por pelo menos 2 dos 4 julgadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil de compostos voláteis da polpa de maracujá

Foram detectados 90 compostos voláteis no *headspace* da polpa de maracujá, dos quais 43 foram identificados por CG-EM e índice de retenção (Tabela 1 e Figuras 1a a 6a). Na polpa orgânica referente à fruta do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela foram detectados 54 compostos voláteis, 74 compostos voláteis naquela referente ao estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela e 82 compostos voláteis na polpa referente à fruta do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela. No maracujá convencional foram detectados 58, 71 e 70 compostos voláteis referentes à fruta nos estádios de maturação correspondente à de cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela, respectivamente. A classe química majoritária foi a dos ésteres (23), seguida dos álcoois (8), terpenos (6), aldeídos (3), cetonas (2) e ácidos (1) (Tabela 1). Os compostos voláteis identificados neste estudo foram também relatados em outras pesquisas sobre maracujá (SHIBAMOTO e TANG, 1990; WERKHOF et al, 1998; JORDAN et al, 2002, JALES et al, 2005).

O butanoato de etila e o hexanoato de etila foram os compostos majoritários presentes na polpa de maracujá orgânico e convencional, em todos os estádios de maturação, à exceção do hexanoato de etila na polpa da fruta orgânica do estágio de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 amarela. O composto beta-*cis*-ocimeno foi majoritário somente na polpa da fruta orgânica, nos três estádios de maturação, enquanto que o D-limoneno foi um dos compostos dominantes, somente na polpa convencional.

Comparando o comportamento dos compostos voláteis durante a maturação foi verificado que, no maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela, os compostos majoritários foram butanoato de etila, hexanal, um composto não identificado (pico 33, IR 1172) e beta-*cis*-ocimeno. Os compostos butanoato de etila, beta-*cis*-ocimeno, acetato de hexila, hexanoato de etila, acetato de *cis*-3-hexenila, 1-hexanol, butanoato de hexila e os compostos não identificados (pico 16, IR 1032; pico 31, IR 1162) foram os dominantes na polpa do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela (Tabela 1, Figuras 1a a 3a).

Tabela 1. Área padronizada dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional dos diferentes estádios de maturação.

Pico	IR	Composto	Orgânico			Convencional		
			1/3	2/3	3/3	1/3	2/3	3/3
1	900	ni	7,04bA	14,48bA	27,89aA	10,64bA	16,29aA	11,94aA
2	909	ni	nd - tr	nd - 1,78	1,77	nd	nd	nd
3	912	ni	nd	nd - tr	tr - 1,97	nd	nd	nd
4	914	ni	nd	nd	3,70A	nd	nd - tr	2,01A
5	922	propanoato de etila ^{b,c}	nd	nd	nd	tr-1,68	2,05	3,97
6	929	ni	3,59a	3,38a	5,42a	nd	nd - tr	nd
7	932	acetato de propila ^{a,b,c}	7,94abA	7,12bA	15,22aA	5,91aA	3,73aB	6,46aA
8	938	ni	tr	2,27B	5,62A	12,56a	7,39aA	12,07aA
9	939	butanoato de metila ^{a,b,c}	nd	2,57	8,70A	2,19	nd	2,50B
10	945	ni	nd	nd - tr	tr - 2,35	nd	nd	1,76
11	974	acetato de 2-metilpropila ^{a,b,c}	nd	nd - 3,53	nd - tr	nd - tr	1,94	nd
12	997	ni	tr - 1,92	tr	nd	1,83	3,16	nd - 3,58
13	1016	ni	tr - 1,76	nd - tr	nd	tr	2,44	nd - 2,13
14	1019	butanoato de etila ^{a,b,c}	47,14cB	1413,54bA	3382,46aA	555,35cA	852,12bB	1459,14aB
15	1027	2-metil-3-buten-2-ol ^{b,c}	6,831	nd - tr	nd	nd	nd	nd - 1,72
16	1032	ni	12,44aA	26,62aA	33,93aA	11,41aA	15,30aA	16,94aA
17	1064	ni	tr	5,01A	6,36A	2,25b	3,46bB	5,88aA
18	1066	acetato de butila ^{a,b,c}	1,87cB	15,62bA	23,02aA	6,66aA	10,78aA	15,32aB
19	1071	ni	13,45A	3,75B	tr - 4,76	16,39aA	6,23bA	5,92b
20	1073	hexanal ^{a,b,c}	41,55A	8,36A	nd - 2,87	51,56aA	18,21bA	13,62b
21	1094	ni	nd	tr	1,84	nd	nd - tr	nd - tr
22	1096	carbonato de dietila ^{b,c}	nd	2,00A	3,30	nd	1,97A	nd - tr
23	1099	ni	nd	1,72	2,03	nd	nd	tr
24	1103	ni	nd	tr	tr	nd	nd	nd - tr
25	1105	isobutanoato de amila ^{b,c}	nd	nd	2,56	nd	nd	nd
26	1125	o-xileno ^{b,c}	1,695	tr - 1,78	2,19	nd - tr	tr	tr
27	1131	2-metibutanoato de metila ^{b,c}	nd	3,56A	6,40A	2,03a	3,80aA	3,83aB
28	1140	ni	nd	nd	1,81	nd - tr	nd - tr	nd - tr
29	1153	ni	tr	2,00A	2,03A	tr - 1,87	1,85A	2,58A
30	1155	1-butanol ^{b,c}	nd	2,07A	3,92A	tr	2,41A	2,59A
31	1162	ni	6,374bB	23,777abB	46,408aA	14,45A	37,97aA	27,85aB
32	1172	beta-mirceno ^{a,b,c}	14,43aA	7,35abA	2,456bA	5,78aA	5,23aA	4,06aA
33	1172	ni	32,61a	14,58b	8,63b	nd - 2,10	nd	nd
34	1175	2-heptanona ^{b,c}	2,13c	5,42b	11,83aA	nd - tr	tr - 2,70	3,92B
35	1179	hexanoato de metila ^{a,b,c}	2,11A	nd	nd	1,66A	nd - tr	nd
36	1181	ni	nd - tr	nd - tr	1,85	nd	nd	nd
37	1184	D-limoneno ^{a,b,c}	5,70bB	11,89abB	15,58aA	22,56bA	41,35aA	23,12bA
38	1190	ni	nd	2,89A	3,31	tr	2,16A	tr
39	1193	ni	tr	1,64	tr	nd	nd - tr	nd - tr
40	1202	3-metil-1-butanol ^{b,c}	nd	tr	tr	nd	nd	tr
41	1205	ni	nd - tr	nd	1,80	tr	nd - 1,66	nd

continua...

Pico	IR	Composto	Orgânico			Convencional		
			1/3	2/3	3/3	1/3	2/3	3/3
42	1208	ni	nd	tr	1,74	nd - tr	tr	nd
43	1210	butanoato de butila ^{a,b,c}	nd	4,10aA	9,39aA	2,35aA	2,73aA	5,50aA
44	1228	hexanoato de etila ^{b,c}	8,96cB	151,56bA	450,63aA	54,44aA	72,37aA	160,95aB
45	1231	ni	nd	tr	1,75	nd - tr	1,97	tr
46	1244	beta- <i>cis</i> -ocimeno ^{b,c}	21,31aA	34,24aA	34,92aA	8,94aB	15,76aA	17,17aB
47	1249	acetato de prenila ^{b,c}	tr	3,05A	3,72	tr	1,88A	nd
48	1253	ni	nd	tr	tr	nd	tr	tr
49	1256	ni	nd-tr	nd-tr	nd	tr	nd	nd
50	1260	ni	nd	tr	nd - 1,60	nd	nd - tr	nd
51	1268	acetato de hexila ^{b,c}	7,88cB	65,43bA	99,68aA	15,54aA	37,90aA	62,26aA
52	1271	ni	nd	nd	nd	nd	2,72	2,50
53	1274	octanal ^{b,c}	nd - tr	nd	2,29	tr	nd	nd
54	1275	<i>cis</i> -3-hexenoato de etila ^{b,c}	nd	tr - 1,65	2,61	nd	nd - tr	nd
55	1294	ni	nd - tr	5,35A	19,38A	3,238a	7,59aA	7,79aA
56	1297	ni	nd-tr	1,82A	3,76A	nd	1,75A	1,91B
57	1299	ni	nd-tr	2,18	3,25	nd - tr	nd - tr	tr
58	1300	acetato de <i>trans</i> -3-hexenila ^{b,c}	nd	3,24aA	4,29aA	nd - tr	2,66A	3,37A
59	1309	acetato de <i>cis</i> -3-hexenila ^{b,c}	11,00bA	41,59aA	55,87aA	15,52aA	34,24aA	42,53aA
60	1328	4-hepten-2-ona ^{b,c}	tr - 1,83	2,02	2,52A	nd	tr	1,67A
61	1339	ni	nd - tr	nd	2,35	nd	nd	nd
62	1355	1-hexanol ^{a,b,c}	8,17cA	43,94bA	75,62aA	14,49bA	25,52bB	52,08aA
63	1362	<i>trans</i> -3-hexen-1-ol ^{b,c}	nd-tr	2,02A	3,98A	1,74a	2,36aA	3,43aA
64	1382	<i>cis</i> -3-hexen-1-ol ^{a,b,c}	4,56c	11,05bA	16,29aA	5,27a	9,69aA	12,45aA
65	1402	hexanoato de butila ^{b,c}	nd-tr	2,485A	5,37A	nd - tr	2,31A	4,00A
66	1406	butanoato de hexila ^{b,c}	2,97bB	27,60bA	71,36aA	5,69bA	18,03bA	43,36aA
67	1444	butanoato de <i>trans</i> -3-hexenila ^{b,c}	nd	nd - tr	1,94	nd	nd - 0,88	nd - 2,29
68	1452	butanoato de <i>cis</i> -3-hexenila ^{b,c}	1,60bA	6,83bA	15,48aA	2,49aA	6,20aA	10,76aA
69	1463	ni	nd - tr	nd-tr	tr	nd - tr	nd - tr	nd - tr
70	1466	ácido acético ^{b,c}	nd	nd - tr	1,89	nd - tr	tr	tr
71	1507	ni	nd - tr	nd - tr	1,90	nd	nd	nd
72	1515	benzaldeído ^c	nd	1,62A	2,04A	tr	1,64A	2,28A
73	1575	beta linalol ^{a,b,c}	1,90a	1,956aA	2,78aA	tr - 1,70	2,46A	2,54A
74	1580	1-octanol ^c	tr	nd	2,58	nd - tr	tr	tr
75	1591	ni	nd-tr	1,91A	2,82A	nd	1,849A	1,98A
76	1598	hexanoato de hexila ^{b,c}	nd	10,89A	36,65A	2,06b	7,17bA	17,82aA
77	1610	ni	nd	nd	nd - tr	nd - tr	nd	tr
78	1646	hexanoato de <i>cis</i> -3-hexenila ^{b,c}	nd-tr	2,74A	7,22A	nd	2,33A	4,34A
79	1689	germacreno D ^c	nd	1,82	2,90A	nd	nd - tr	2,37A
80	1715	alfa-terpineol ^c	nd	nd	nd	nd - tr	tr	nd
81	1727	ni	nd	tr	tr	nd - tr	nd	nd
82	1842	ni	nd	nd - 1,80	nd-tr	nd	nd	tr
83	1857	ni	1,83	tr - 1,95	tr - 2,44	nd	tr - 1,98	nd
84	1866	ni	tr - 1,99	tr	nd - 2,19	nd	tr	nd - 2,48
85	1945	ni	nd	nd	nd - 2,65	nd	nd	nd

continua...

Pico	IR	Composto	Orgânico			Convencional		
			1/3	2/3	3/3	1/3	2/3	3/3
86	1962	ni	tr - 3,83	tr - 2,49	nd - 4,95	tr	tr	tr
87	1963	dodecanol ^c	nd - 3,25	nd	nd - 3,53	nd - tr	nd - 2,01	nd - tr
88	2011	ni	nd	nd	tr - 2,17	nd - tr	nd - tr	nd - tr
89	2065	ni	nd - 3,36	nd	nd - 4,10	nd	nd - tr	nd - tr
90	2270	ni	nd	nd - 2,03	tr - 1,73	nd	nd - tr	nd

¹IR exp.=Índice de retenção experimental, calculado na coluna DB-Wax. ²Área Padronizada=média ou amplitude da razão entre área do pico dividida pela área do padrão interno e multiplicada por 100 (n=3). nd=composto não detectado. ni=composto não identificado. tr=pico com razão entre a área do pico e a área do Padrão Interno menor que 1,5.

^a Composto identificado pelo uso de padrões puros; ^b composto identificado por espectrometria de massas; ^c Composto identificado por cálculo de índice de retenção.

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha, para o mesmo tipo de cultivo, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha, para o mesmo estágio de maturação, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

A polpa de maracujá do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela teve como majoritários os mesmos compostos da polpa do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela, além de acetato de butila, hexanoato de hexila e do composto não identificado de IR 900 (pico 1) (Tabela 1, Figuras 1a a 3a).

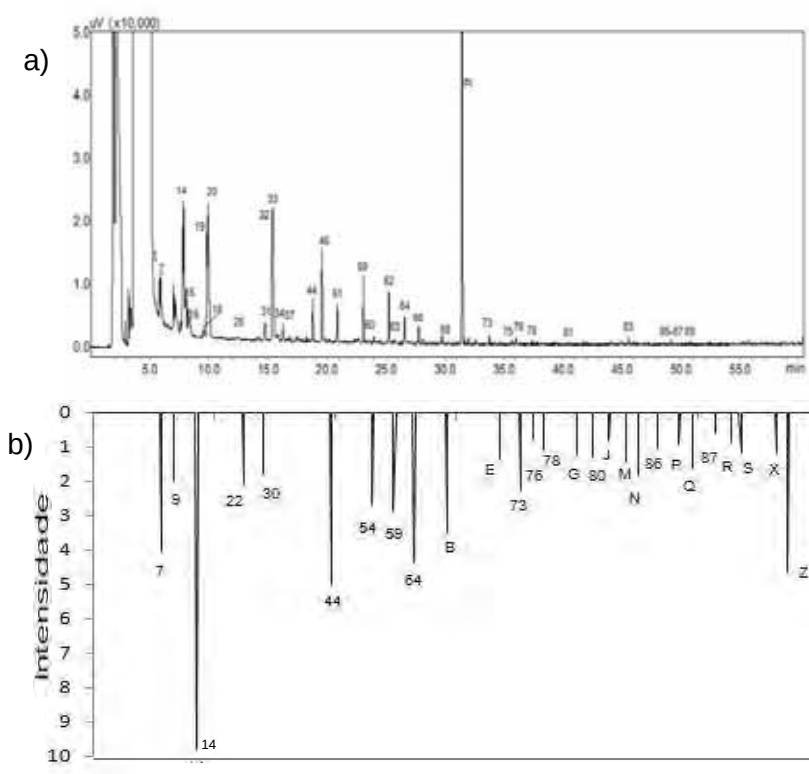


Figura 1. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela.

Os compostos majoritários do maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela foram butanoato de etila, hexanoato de etila,

hexanal e D-limoneno. No estágio de maturação referente à cor de casca 2/3 amarela, os compostos majoritários foram butanoato de etila, hexanoato de etila, acetato de *cis*-3-hexenila, acetato de hexila, D-limoneno, 1-hexanol e o composto não identificado de IR 1162 (pico 31). A polpa de maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela apresentou os mesmos compostos majoritários daquela correspondente à cor de casca 2/3 amarela, além do butanoato de hexila (Tabela 1, Figuras 4a a 6a).

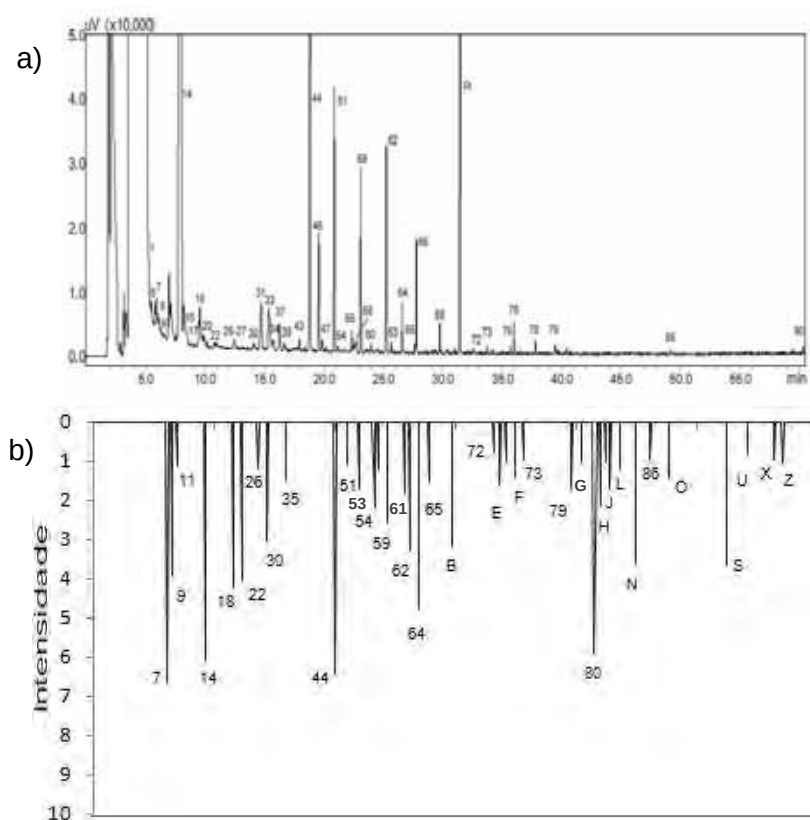


Figura 2. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela.

Além das diferenças relacionadas aos compostos majoritários foram observadas mudanças no perfil dos compostos voláteis ao longo da maturação. Na polpa orgânica houve aumento nas áreas ($p \leq 0,05$) dos compostos voláteis butanoato de etila, acetato de butila, 2-heptanona, hexanoato de etila, 1-hexanol e *cis*-3-hexen-1-ol com a maturação. Houve aumento da área ($p \leq 0,05$) do composto acetato de *cis*-3-hexenila na polpa da fruta referente ao estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 para 2/3 amarela.

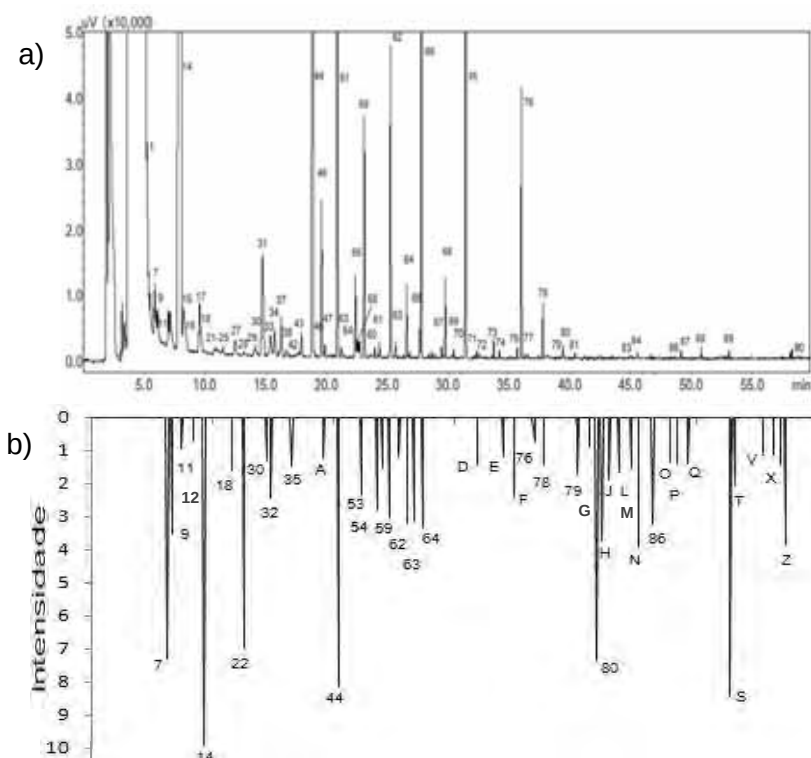


Figura 3. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à de cor de casca 3/3 amarela.

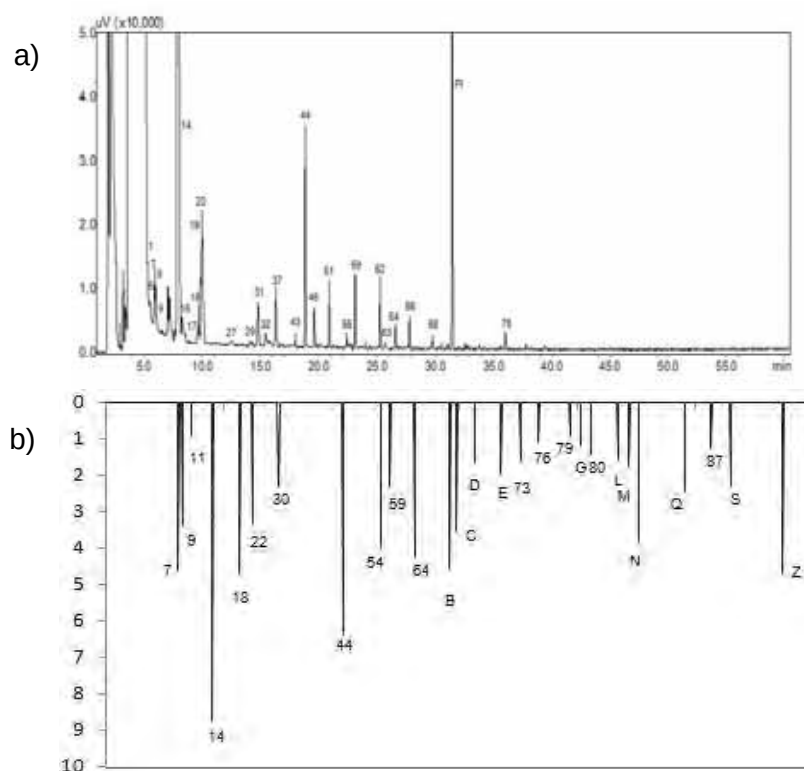


Figura 4. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela.

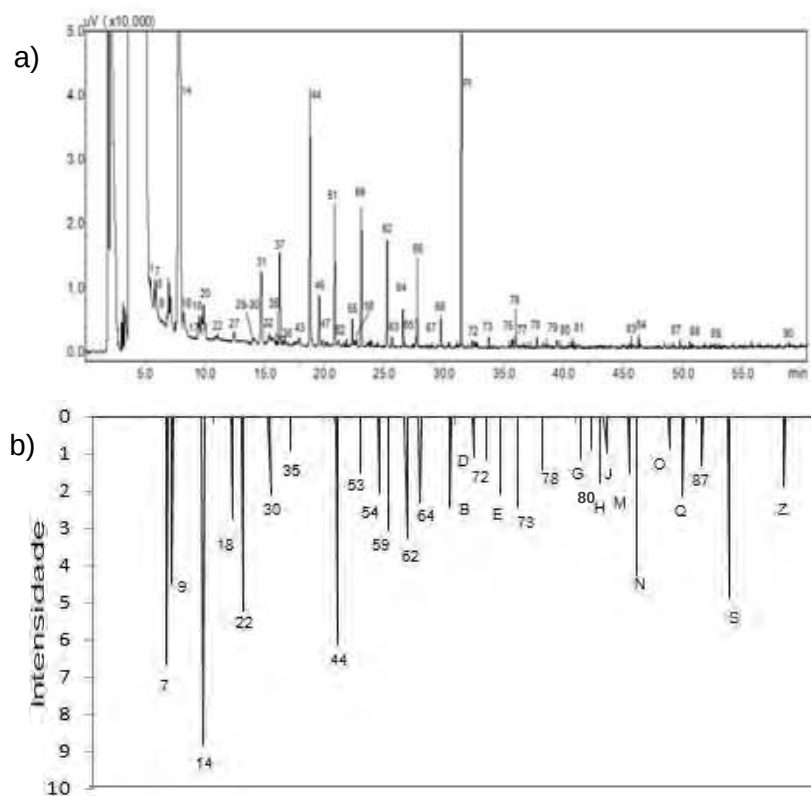


Figura 5. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela.

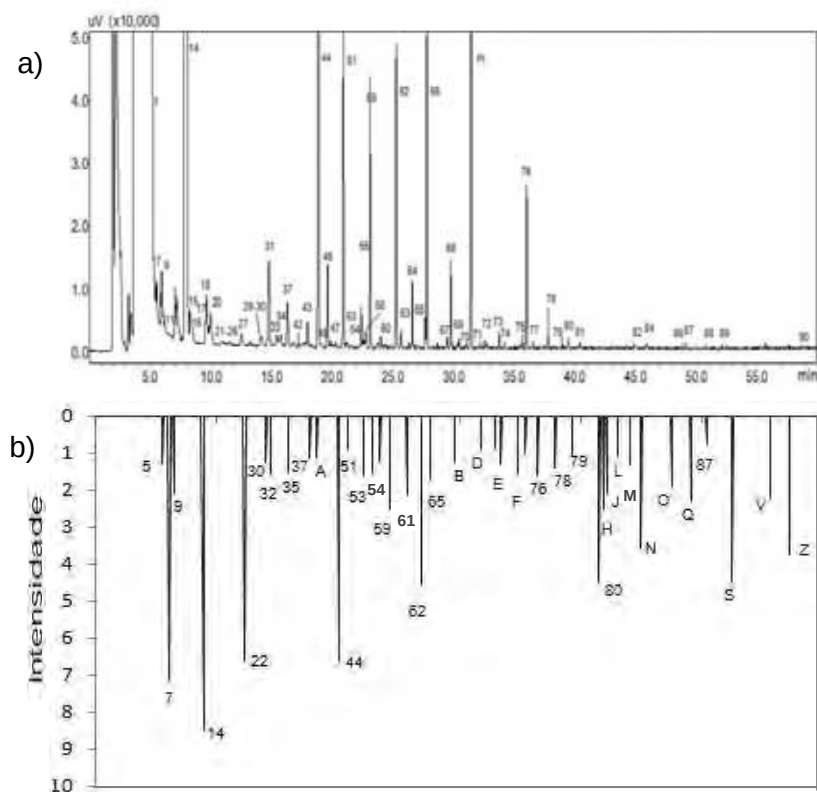


Figura 6. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela.

Os ésteres acetato de propila, hexanoato de hexila, butanoato de *cis*-3-hexenila, e o composto não identificado de IR 900 (pico 1) tiveram as áreas aumentadas ($p \leq 0,05$) do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 para 3/3 amarela. Já o D-limoneno teve a área aumentada ($p \leq 0,05$) do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 para 3/3 amarela.

Houve decréscimo ($p \leq 0,05$) da área do beta-mirceno referente à polpa de fruta do estágio de maturação correspondentes à de cor de casca 2/3 para 3/3 amarela e para o composto não identificado de IR 1172 (pico 33) do estágio de cor de casca 1/3 para 2/3 amarela. Os compostos beta-*cis*-ocimeno, acetato de hexila, beta-linalol, e os compostos não identificados (pico 6, IR 929; pico 16, IR 1032) não mostraram alteração significativa ($p > 0,05$) da área ao longo da maturação da fruta orgânica. Vale mencionar ainda o aumento de área dos compostos butanoato de metila (238%), hexanoato de *cis*-3-hexenila (174%), 2-metilbutanoato de metila (72%) e do composto não identificado de IR 1294 (pico 55) (622%) entre os estádios de maturação correspondentes à de cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, da polpa de maracujá orgânico (Tabela 1, Figuras 1a a 6a).

Na polpa convencional também houve aumento da área dos compostos voláteis longo da maturação, porém sem diferença significativa ($p > 0,05$) para o acetato de propila, acetato de butila, 2-metilbutanoato de metila, butanoato de butila, hexanoato de etila, beta-*cis*-ocimeno, acetato de *cis*-3-hexenila, D-limoneno, *trans*-3-hexen-1-ol, *cis*-3-hexen-1-ol, butanoato de *cis*-3-hexenila, benzaldeído e para os compostos não identificados (pico 8, IR 938; pico 16, IR 1032; pico 31, IR 1162; pico 55, IR 1294). Houve aumento significativo ($p \leq 0,05$) da área do butanoato de etila da polpa do maracujá convencional de todos os estádios de maturação da fruta, enquanto que o 1-hexanol, butanoato de hexila, hexanoato de hexila e o composto não identificado de IR 1064 (pico 17), apresentaram aumento significativo ($p \leq 0,05$) da área durante a maturação somente entre os estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela. Para o composto não identificado de IR 900 (pico 1), o aumento da área foi significativo ($p \leq 0,05$) somente entre os estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 e 2/3 amarela. O hexanal e o composto não identificado de IR 1071 (pico 19) apresentaram redução na área ao longo da maturação,

com diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3 e 2/3 amarela. A área do beta-mirceno também diminuiu durante a maturação, porém sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre todos os estádios de cor de casca (Tabela 1, Figuras 4a a 6a).

De maneira geral, a maioria dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico apresentou áreas maiores do que as do maracujá convencional durante a maturação. Particularmente para os compostos butanoato de etila, hexanoato de etila, acetato de hexila, butanoato de hexila, D-limoneno e o composto não identificado de IR 1162 (pico 31), da polpa de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela, a área, inferior àquela do maracujá convencional, aumentou nos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, superando a do maracujá convencional.

Os ésteres, compostos que contribuem para o aroma frutal e floral de diversas frutas, também foram descritos como majoritários em outros estudos acerca da composição de voláteis do maracujá (CHEN et al, 1982; SHIBAMOTO e TANG, 1990; WHITFIELD e LAST, 1986; NARAIN et al, 2004, PINO et al, 1995; PARLIMENT et al, 1982; WERKHOFF et al, 1998). Os álcoois, importantes para o aroma frutal, doce, verde e herbáceo, constituem o segundo grupo mais abundante de compostos voláteis do maracujá (WINTER e KLÖTI, 1972). Dentre os aldeídos, merecem destaque o hexanal, o octanal e o benzaldeído, que contribuem para o aroma verde e cítrico de diversas frutas (WERKHOFF et al, 1998; CHEN et al, 1982; JORDAN et al, 2002). Compostos resultantes da degradação de precursores não voláteis, como os terpenos beta-linalol, alfa-terpineol, beta-mirceno, d-limoneno, *cis*-beta-ocimeno, entre outros terpenos, que contribuem para o aroma verde das frutas, também foram identificados na polpa de maracujá orgânico e convencional (WERKHOFF et al, 1998, PINO, 1997).

CG-O

A Tabela 2 apresenta a intensidade odorífera dos aromas percebidos pelos julgadores no isolado das polpas de maracujá orgânico e convencional dos diferentes

estádios de maturação. Os compostos odoríferos receberam numeração idêntica àquela atribuída aos picos do cromatograma, enquanto que, para os compostos odoríferos não correlacionados aos compostos voláteis detectados pelo CG-DIC foram atribuídas letras. Conforme observado nas Figuras 1b a 6b, a equipe sensorial detectou 56 diferentes compostos odoríferos na polpa de maracujá orgânico e convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 1/3, 2/3 e 3/3 amarela. No estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela foram detectados 27 compostos, tanto na polpa orgânica quanto na convencional. Nos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela foram detectados 39 e 43 compostos odoríferos na polpa orgânica, respectivamente, e 30 e 40 na polpa convencional, respectivamente (Tabela 2, Figuras 1b a 6b).

No aromagrama, os compostos voláteis de intensidade igual ou superior a 5,0, metade da escala híbrida de dez pontos, entre “moderado” e “forte”, foram considerados os de maior importância odorífera para o aroma do maracujá orgânico e convencional. Os compostos voláteis de intensidade entre 3,0 a 4,9 foram considerados de contribuição odorífera moderada, enquanto os de intensidade entre 0,1 a 2,9, de contribuição odorífera baixa.

Os compostos voláteis de maior importância odorífera da polpa de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela foram butanoato de etila e hexanoato de etila, descritos como “doce, morango” e “xarope, guaraná”, respectivamente. Os mesmos compostos tiveram maior importância odorífera na polpa orgânica do estágio de maturação referente à cor de casca 2/3 amarela, junto com o acetato de propila, descrito como “casca, maracujá”, e o alfa-terpineol, com aroma de “maracujá” e “folha”. Além desses, também foram importantes na polpa orgânica referente à fruta do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela, o carbonato de dietila, descrito como “sintético, plástico” e o composto não identificado de IR 2072 (pico S), descrito como “algodão doce” (Tabela 2, Figuras 1b a 3b).

Os compostos de maior importância odorífera da polpa de maracujá convencional do estágio de maturação correspondente à cor de casca 1/3 amarela foram butanoato de etila e hexanoato de etila. Nos estádios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3

amarela, além do butanoato e hexanoato de etila, também foram importantes o acetato de propila e o carbonato de dietila (Tabela 2, Figuras 4b a 6b).

No que diz respeito às mudanças da intensidade odorífera ao longo da maturação, os ésteres acetato de propila, carbonato de dietila e acetato de *cis*-3-hexenila aumentaram de intensidade odorífera na polpa da fruta de ambos os tipos de cultivo. A intensidade odorífera dos compostos hexanoato de etila, alfa-terpineol e o composto não identificado de IR 2072 (pico S) também aumentou ao longo da maturação nas frutas de ambos os cultivos, embora de forma mais expressiva no maracujá orgânico (Tabela 2, Figuras 1b a 6b).

Os compostos octanoato de etila, *cis*-3-hexen-1-ol, 1-butanol e o composto não identificado de IR 2217 (pico Z) descritos como “terra”, “cítrico, verde”, “doce, frutal” e “sintético, plástico”, respectivamente, tiveram sua intensidade odorífera reduzida ao longo da maturação. Para o octanoato de etila, a redução mais expressiva foi na polpa orgânica e para o *cis*-3-hexen-1-ol, na polpa convencional. 1-butanol e o composto não identificado de IR 2217 (pico Z) apresentaram perfil semelhante de redução de intensidade odorífera na polpa de maracujá de ambos os cultivos. O butanoato de metila, descrito como “maracujá, morango” e o *cis*-3-hexenoato de etila, descrito como “floral, frutal” mostraram aumento de intensidade odorífera na polpa orgânica e redução na polpa convencional (Tabela 2, Figuras 1b a 6b).

Os compostos majoritários butanoato de etila e hexanoato de etila apresentaram grande importância odorífera para o aroma do maracujá, contribuindo para os aromas “doce, morango” e “xarope, guaraná”, respectivamente. Além desses, também foram detectados na polpa de maracujá orgânico e convencional compostos voláteis considerados muito potentes, presentes em baixas concentrações, porém de grande importância odorífera, tais como acetato de propila, carbonato de dietila, alfa-terpineol e o composto não identificado de IR 2072 (pico S), que contribuíram para o aroma frutal e doce do maracujá.

Tabela 2. Picos odoríferos da polpa de maracujá orgânico e convencional dos três estádios de maturação detectados por CG-O.

PICO	IR ¹	COMPOSTO	DESCRIÇÃO	Orgânico ²			Convencional ²		
				1/3	2/3	3/3	1/3	2/3	3/3
5	922	propanoato de etila	maracujá, verde	---	---	---	---	---	1,30
7	932	acetato de propila	casca, maracujá	4,07	6,68	7,33	4,62	6,65	7,15
9	939	butanoato de metila	maracujá, morango	2,01	3,91	3,53	3,40	4,47	2,11
11	974	acetato de 2-metilpropila	maracujá, borracha	---	1,12	0,98	0,93	---	---
12	997	ni	floral, maracujá	---	---	0,71	---	---	---
14	1019	butanoato de etila	doce, morango	9,81	6,12	9,93	8,77	8,85	8,49
18	1066	acetato de butila	verde, doce	---	4,23	1,63	4,72	2,77	---
22	1096	carbonato de dietila	sintético, plástico	2,11	4,06	6,97	3,37	5,23	6,60
26	1125	o-xileno	plástico	---	1,18	---	---	---	---
30	1155	1-butanol	doce, frutal	1,77	3,06	1,32	2,32	2,08	1,26
32	1172	beta-mirceno	cítrico, frutal	---	---	2,46	---	---	1,57
35	1179	hexanoato de metila	morango, terra	---	1,48	1,50	---	0,91	1,55
37	1184	D-limoneno	verde, cítrico	---	---	---	---	---	1,16
A	1217	ni	doce, cítrico	---	---	1,23	---	---	1,15
44	1228	hexanoato de etila	xarope, guaraná	5,02	6,43	8,14	6,42	6,13	6,61
51	1268	acetato de hexila	floral	---	1,09	---	---	---	0,94
53	1274	octanal	doce, ácido	---	1,71	2,34	---	1,54	1,61
54	1275	cis-3-hexenoato de etila	frutal, floral	2,70	2,18	2,79	4,00	2,06	1,52
58	1300	acetato de trans-3-hexenila	sintético, solvente	---	1,23	1,52	---	---	1,24
59	1309	acetato de cis-3-hexenila	frutal, verde	2,89	2,58	3,06	2,33	3,04	2,53
60	1328	trans-2-hexenoato de etila	floral	---	---	1,19	---	---	---
61	1339	ni	plástico,doce	---	1,85	3,24	---	3,28	2,16
62	1355	1-hexanol	maracujá, casca	---	3,27	3,14	---	---	4,58
64	1382	cis-3-hexen-1-ol	sintético, tinta	4,36	4,77	3,37	4,26	2,31	---
65	1402	hexanoato de butila	fruta verde	---	1,53	---	---	---	1,72
B	1449	octanoato de etila	terra	3,50	3,18	---	4,58	2,43	1,26
C	1486	ni	fruta verde, maracujá	---	---	---	1,68	---	---

PICO	IR ¹	COMPOSTO	DESCRIÇÃO	Orgânico ²			Convencional ²		
				1/3	2/3	3/3	1/3	2/3	3/3
D	1495	ni	verde, frutal	---	---	1,44	3,52	1,12	0,90
72	1515	benzaldeído	lavanda	---	0,81	---	---	1,14	0,87
E	1537	ni	cítrico	1,37	1,61	1,17	1,96	2,09	1,32
F	1570	ni	cítrico, lavanda	---	1,40	2,40	---	---	1,59
73	1575	beta linalol	doce, verde	2,25	1,01	---	1,63	2,42	1,02
76	1598	hexanoato de hexila	synético, borracha	0,80	0,95	0,74	1,11	---	1,61
78	1646	hexanoato de <i>cis</i> -3- hexenila	verde, cítrico	1,10	---	1,44	---	1,44	1,40
79	1689	germacreno D	maracujá	---	1,70	1,68	0,94	---	1,03
G	1705	ni	maracujá	1,21	1,01	0,88	1,17	1,12	---
80	1715	alfa-terpineol	maracujá, folha	1,30	5,91	7,35	1,44	0,87	4,48
H	1753	ni	verde, maracujá	---	2,12	3,75	---	1,80	2,54
I	1767	ni	maracujá, mato	---	0,99	---	---	---	---
J	1771	ni	verde, folha	0,82	1,71	1,89	---	0,98	2,11
L	1785	ni	verde, doce	---	1,22	1,68	1,57	---	1,09
M	1813	ni	maracujá	1,45	---	1,55	1,73	1,51	1,31
N	1840	ni	doce, melado	1,83	3,61	3,91	3,83	4,27	3,57
86	1962	ni	maracujá, doce	1,07	0,95	3,23	---	---	---
O	1913	ni	borracha, maracujá	---	1,43	1,34	---	0,87	1,92
P	1941	ni	doce, açúcar	0,90	---	1,41	---	---	---
Q	1960	ni	fruta, pêssego	1,63	---	1,40	2,44	2,15	2,31
87	1963	dodecanol	caramelo	0,63	---	---	1,26	1,33	0,78
R	2065	ni	terra	0,88	---	---	---	---	---
S	2072	ni	algodão doce	1,20	3,66	8,44	2,33	4,88	4,49
T	2086	ni	algodão doce	---	---	2,04	---	---	---
U	2119	ni	solvente	---	0,86	---	---	---	---
V	2166	ni	folha verde	---	---	1,16	---	---	2,22
X	2188	ni	metálico, solvente	1,19	0,97	1,12	---	---	---
Y	2209	ni	solvente	---	---	1,46	---	---	---
Z	2217	ni	solvente	4,67	1,05	3,86	4,72	1,89	3,74

¹ IR: índice de retenção obtido na coluna DB-Wax; ni: composto não identificado no CG-EM; ²: intensidade máxima no CG-O, 0=nenhum e 10=forte.

Butanoato de metila, butanoato de etila, beta-mirceno e hexanoato de etila foram considerados os compostos de maior importância odorífera para o aroma doce e frutal, e beta-linalol para o aroma floral, quando OSME foi utilizada como técnica olfatométrica para avaliar a importância odorífera do maracujá convencional procedente de Fortaleza, CE. A elevada contribuição odorífera do carbonato de dietila e da 2-pentanona, descritos como “plástico” e “cola”, respectivamente, e do gama-terpinoleno, descrito como “metal” também foi relatada (JALES et al, 2005). O carbonato de dietila também foi considerado importante para o aroma do maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela e do maracujá convencional dos estágios de maturação correspondentes à cor de casca 2/3 e 3/3 amarela, ora avaliados (Tabela 2, Figuras 1b a 6b).

CONCLUSÕES

Foram detectados 90 compostos voláteis no *headspace* da polpa de maracujá, dos quais 43 foram identificados. A classe química majoritária foi a dos ésteres (23), seguida dos álcoois (8), terpenos (6), aldeídos (3), cetonas (2) e ácidos (1).

Os compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico apresentaram maiores áreas em relação às do maracujá convencional, em todos os estágios de maturação. O butanoato de etila e o hexanoato de etila foram majoritários em ambas as polpas de maracujá, em todos os estágios de maturação, com exceção do hexanoato de etila naquele correspondente à cor de casca 1/3 amarela da fruta orgânica. O beta-*cis*-ocimeno foi majoritário somente na polpa da fruta orgânica, dos três estágios de maturação, enquanto que o D-limoneno, foi majoritário somente na polpa convencional.

Butanoato de etila foi o composto de maior contribuição odorífera para o aroma característico do maracujá. Hexanoato de etila, carbonato de dietila, acetato de propila e o composto não identificado de IR 2072 (pico S) também apresentaram contribuição odorífera para o aroma característico e doce do maracujá, com maior intensidade no maracujá orgânico. Acetato de *cis*-3-hexenila e alfa-terpineol, importantes para o aroma cítrico, floral e frutal do maracujá, apresentaram maior intensidade odorífera no maracujá orgânico.

Embora presentes em baixa concentração, o acetato de propila, carbonato de dietila, alfa-terpineol e o composto não identificado de IR 2072 (pico S), tiveram grande importância odorífera na polpa de maracujá orgânico e convencional.

A intensidade odorífera do acetato de propila, acetato de *cis*-3-hexenila, hexanoato de etila, relacionados aos aromas frutais e florais do maracujá, aumentou com a maturação. Houve redução da intensidade odorífera do octanoato de etila, 1-butanol e *cis*-3-hexen-1-ol descritos como “verde, terra e sintético”, respectivamente.

Os compostos voláteis mais importantes para o aroma global do maracujá orgânico e convencional, e as diferenças entre frutas dos diferentes estádios de maturação foram identificados, embora investigações adicionais sejam necessárias visando conhecer os compostos com alta contribuição odorífera que não foram detectados por CG-DIC.

AGRADECIMENTOS

À Fapesp e Prodoc-Capes pelo suporte financeiro e à Cia das Ervas e Fazenda Gralha Branca-Sumaré pelas frutas empregadas neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, A. P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Alimentos e Nutrição**, v. 12, p. 171-184, 2001.
- ASTM-American Society For Testing and Materials. **Guidelines for the Selection and Training of Sensory Panel Members**. Philadelphia: ASTM, 1981. 77p. (STP 758).
- CARDELLO, M. H. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H.; LOBÃO, F. Programa sistema coleta de dados tempo-intensidade – SCTDI. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37 (Supl.), p. 54-60, 2003.
- CHEN, C. C.; KUO, M. C.; HWANG, L. S.; WU, J. S. B.; WU, C. M. Headspace components of passion fruit juice. **J. Agric. Food Chem.**, v. 30, p.1211-1215, 1982.
- DA SILVA, M. A. A. P.; LUNDHAL, D. S.; MCDANIEL, M. R. The capability and psychophysics of Osme: a new GC-olfactometry technique. In: MAARSE, H.; VAN DER HEIJ, D. G. (Eds). **Trends in Flavour Research**. Amsterdam: Elsevier Science

Publishers, 1994. p. 191-209.

- DA SILVA, M. A. A. P. Avaliação de atributos sensoriais por técnicas tempo-intensidade. In: ALMEIDA, T. C. A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; DA SILVA, M. A. A. P. Eds. **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999, p 49-61.
- DE MARCHI, R.; MONTEIRO, M.; BENATO, E. A.; SILVA, C. A. R. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 381-387, 2000. DELAHUNTY et al, 2006
- FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 1, p. 17-27.
- IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Banco de dados agregados. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura permanente* (2007). Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=11&i=P>> Acesso: 16 jan 2009.
- JALES, K. A.; MAIA, G. A.; GARRUTI, D. S.; SOUZA NETO, M. A.; JANZANTTI, N. S.; FRANCO, M. R. B. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracuyá amarillo por GC-MS y GC-O (OSME). **Notícias técnicas del laboratório**, v. 3, p. 12-14, 2005.
- JORDÁN, M. J.; GOODNER, K. L.; SHAW, P. E. Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice of yellow passion fruit (*Passiflora edulis Sims F. Flavicarpa degner*) by GC-MS and GC/O. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, p. 1523-1528, 2002.
- LE GUEN, S.; PROST, C.; DEMAIMAY, M. Critical Comparison of Three Olfactometric Methods for the Identification of the Most Potent Odorants in Cooked Mussels (*Mytilus edulis*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, n. 4, p. 1307-1314, 2000.
- MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; GARRUTI, D. S.; MONTEIRO, M. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis F. Flavicarpa*) pulp. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 2010 (aceito).
- MCDANIEL, M. R.; MIRANDA-LOPEZ, R.; WATSON, M.; LIBBEY, L. M. Pinot Noir aroma: a sensory/gás chromatography approach. In: CHARALAMBOUS, G. Ed. **Flavors and off-flavors**. Amsterdam: Elsevier, 1990, p 23-26.
- MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), Campinas, Abril, 1999. Boletim Técnico 181.

- NARAIN, N.; BORA, P.S. Postharvest changes in volatile flavour constituents of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*). **J. Sci. Food Agric.**, v. 60, p. 529-530, 1992.
- NARAIN, N.; ALMEIDA, J. N.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, M.S.; BRITO, E. S. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombim* L.) obtidos pela técnica de *headspace* dinâmico. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 24, p. 212-216, 2004.
- PARLIMENT, T. H. Some volatile constituents of *passion fruit*. **J. Agric. Food Chem.**, v. 20, p. 1043-1045, 1972.
- PINO, J. A.; BOYS, T.; RONCAL, E. Volatile components of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) and its pasteurized pulp. **Alimentaria**, v. 268, p. 57-59, 1995.
- SANTOS, G. C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 73-86, 2004.
- SHIBAMOTO, T.; TANG, C. S. Minor tropical fruits - Mango, papaya, passion fruit and guava. In: MORTON, I. D.; MACLEOD A. J. (Eds.) **Food Flavours Part C. The Flavour of Fruits**. Elsevier: Amsterdam, 1990, p. 253-267.
- WERKHOF, P.; GUNTERT, M.; KRAMMER, G.; SOMMER, H.; KAULEN, J.; Vacuum headspace method in aroma research: Flavor chemistry of yellow passion fruits. **J. Agric. Food Chem.**, v. 46, p. 1076-1093, 1998.
- WHITFIELD, F. B.; LAST, J. H. The flavour of the passion fruit- a review. Em: BRUNKE, E.-J.(Ed.) **Progress in essential oil research**. Berlin: Water de gruyter, 1986, p. 3-48.
- WINTER, M.; KLOTI, R. Uber das aroma der gelben passionfrucht (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). **Helv. Chim. Acta**, v. 55, n. 181-182, p. 1916-1921, 1972.

ANEXOS

Anexo 1. Compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional dos diferentes estádios de maturação.

Pico	IR	Composto	Modo de identificação
1	900	ni	-
2	909	ni	-
3	912	ni	-
4	914	ni	-
5	922	propanoato de etila	IR, EM
6	929	ni	-
7	932	acetato de propila	IR, EM, P
8	938	ni	-
9	939	butanoato de metila	IR, EM, P
10	945	ni	-
11	974	acetato de 2-metilpropila	IR, EM, P
12	997	ni	-
13	1016	ni	-
14	1019	butanoato de etila	IR, EM, P
15	1027	2-metil-3-buten-2-ol	IR, EM
16	1032	ni	-
17	1064	ni	-
18	1066	acetato de butila	IR, EM, P
19	1071	ni	-
20	1073	hexanal	IR, EM, P
21	1094	ni	-
22	1096	carbonato de dietila	IR, EM
23	1099	ni	-
24	1103	ni	-
25	1105	isobutanoato de amila	IR, EM
26	1125	o-xileno	IR, EM
27	1131	2-metibutanoato de metila	IR, EM
28	1140	ni	-
29	1153	ni	-
30	1155	1-butanol	IR, EM
31	1162	ni	-
32	1172	beta-mirceno	IR, EM, P
33	1172	ni	-
34	1175	2-heptanona	IR, EM
35	1179	hexanoato de metila	IR, EM, P
36	1181	ni	-
37	1184	D-limoneno	IR, EM, P
38	1190	ni	-
39	1193	ni	-

continua...

Pico	IR	Composto	Modo de identificação
40	1202	3-metil-1-butanol	IR, EM
41	1205	ni	-
42	1208	ni	-
43	1210	butanoato de butila	IR, EM, P
44	1228	hexanoato de etila	IR, EM, P
45	1231	ni	-
46	1244	beta- <i>cis</i> -ocimeno	IR, EM
47	1249	acetato de prenila	IR, EM
48	1253	ni	-
49	1256	ni	-
50	1260	ni	-
51	1268	acetato de hexila	IR, EM
52	1271	ni	-
53	1274	octanal	IR, EM, P
54	1275	<i>cis</i> -3-hexenoato de etila	IR, EM
55	1294	ni	-
56	1297	ni	-
57	1299	ni	-
58	1300	acetato de <i>trans</i> -3-hexenila	IR, EM
59	1309	acetato de <i>cis</i> -3-hexenila	IR, EM
60	1328	4-hepten-2-ona	IR, EM
61	1339	ni	-
62	1355	1-hexanol	IR, EM, P
63	1362	<i>trans</i> -3-hexen-1-ol	IR, EM, P
64	1382	<i>cis</i> -3-hexen-1-ol	IR, EM, P
65	1402	hexanoato de butila	IR, EM
66	1406	butanoato de hexila	IR, EM
67	1444	butanoato de <i>trans</i> -3-hexenila	IR, EM
68	1452	butanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	IR, EM
69	1463	ni	-
70	1466	ácido acético	IR, EM
71	1507	ni	-
72	1515	benzaldeído	IR, EM
73	1575	beta-linalol	IR, EM, P
74	1580	1-octanol	IR, EM, P
75	1591	ni	-
76	1598	hexanoato de hexila	IR, EM
77	1610	ni	-
78	1646	hexanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	IR, EM
79	1689	germacreno D	IR, EM
80	1715	alfa-terpineol	IR, EM
81	1727	ni	-
82	1842	ni	-
83	1857	ni	-

continua...

Pico	IR	Composto	Modo de identificação
84	1866	ni	-
85	1945	ni	-
86	1962	ni	-
87	1963	dodecanol	IR, EM
88	2011	ni	-
89	2065	ni	-
90	2270	ni	-

IR=Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax. EM=Espectro de massas na coluna DB-Wax; P=Padrão analítico cromatografado nas colunas DB-Wax, para obtenção do espectro de massas e índice de retenção; ni=composto não identificado.

Anexo 2. Compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico do estágio de cor de casca 1/3 amarela.

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
1	900	7,29	6,47	7,37	7,04	0,50	7,05
2	909	nd	nd	nd	nd	-	-
3	912	nd	nd	nd	nd	-	-
4	914	nd	nd	nd	nd	-	-
5	922	nd	nd	nd	nd	-	-
6	929	3,81	2,72	4,26	3,59	0,79	22,00
7	932	11,03	5,47	7,31	7,94	2,84	35,74
8	938	tr	nd	nd	nd	-	-
9	939	nd	nd	nd	nd	-	-
10	945	nd	nd	nd	nd	-	-
11	974	nd	nd	nd	nd	-	-
12	997	nd	nd	1,92	nd - 1,92	-	-
13	1016	nd	nd	1,76	nd - 1,726	-	-
14	1019	47,14	34,45	48,35	43,31	7,70	17,78
15	1027	6,91	4,47	9,11	6,83	2,32	33,97
16	1032	14,42	9,53	13,37	12,44	2,57	20,68
17	1064	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
18	1066	1,82	1,69	2,11	1,87	0,22	11,51
19	1071	10,84	10,63	18,89	13,45	4,71	35,02
20	1073	45,19	35,08	44,37	41,55	5,62	13,52
21	1094	nd	nd	nd	nd	-	-
22	1096	nd	nd	nd	nd	-	-
23	1099	nd	nd	nd	nd	-	-
24	1103	nd	nd	nd	nd	-	-
25	1105	nd	nd	nd	nd	-	-
26	1125	tr	2,32	tr	tr -2,32	-	-
27	1131	nd	nd	nd	nd	-	-
28	1140	nd	nd	nd	nd	-	-
29	1153	1,71	nd	nd	nd - 1,71	-	-
30	1155	nd	nd	nd	nd	-	-
31	1162	6,17	7,16	5,80	6,37	0,70	11,05
32	1172	18,29	11,44	13,57	14,43	3,50	24,28
33	1172	36,05	24,42	37,35	32,61	7,12	21,83
34	1175	2,56	1,80	2,03	2,13	0,39	18,21
35	1179	2,11	1,61	2,60	2,11	0,49	23,40
36	1181	nd	nd	nd	nd	-	-
37	1184	6,70	5,05	5,34	5,70	0,88	15,46
38	1190	nd	nd	1,65	nd - 1,65	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
39	1193	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
40	1202	nd	0,93	tr	tr- 0,93	-	-
41	1205	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
42	1208	nd	nd	nd	nd	-	-
43	1210	nd	nd	nd	nd	-	-
44	1228	9,52	8,26	9,10	8,96	0,64	7,16
45	1231	nd	nd	nd	nd	-	-
46	1244	21,85	20,65	21,43	21,31	0,61	2,85
47	1249	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
48	1253	nd	nd	nd	nd	-	-
49	1256	nd	nd	nd	nd	-	-
50	1260	nd	nd	nd	nd	-	-
51	1268	8,67	6,74	8,24	7,88	1,02	12,88
52	1271	nd	nd	nd	nd	-	-
53	1274	nd	nd	nd	nd	-	-
54	1275	nd	nd	nd	nd	-	-
55	1294	nd	nd	nd	nd	-	-
56	1297	nd	nd	nd	nd	-	-
57	1299	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
58	1300	nd	nd	nd	nd	-	-
59	1309	11,41	9,35	12,24	11,00	1,49	13,54
60	1328	nd	nd	nd	nd	-	-
61	1339	nd	nd	nd	nd	-	-
62	1355	8,83	6,44	9,23	8,17	1,51	18,46
63	1362	nd	nd	nd	nd	-	-
64	1382	4,80	3,52	5,36	4,56	0,94	20,65
65	1402	nd	nd	nd	nd	-	-
66	1406	3,59	2,39	2,96	2,98	0,60	20,22
67	1444	nd	nd	nd	nd	-	-
68	1452	1,84	tr	tr	tr - 1,84	-	-
69	1463	nd	nd	nd	nd	-	-
70	1466	nd	nd	nd	nd	-	-
71	1507	nd	nd	nd	nd	-	-
72	1515	nd	nd	nd	nd	-	-
73	1575	1,86	1,82	2,00	1,89	0,10	5,13
74	1580	nd	tr	nd	nd	-	-
75	1591	nd	nd	nd	nd	-	-
76	1598	nd	nd	nd	nd	-	-
77	1610	nd	nd	nd	nd	-	-
78	1646	nd	nd	nd	nd	-	-
79	1689	nd	nd	nd	nd	-	-
80	1715	nd	nd	nd	nd	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
81	1727	nd	nd	nd	nd	-	-
82	1842	nd	nd	nd	nd	-	-
83	1857	nd	3,45	nd	nd - 3,45	-	-
84	1866	nd	1,99	nd	nd - 1,99	-	-
85	1945	nd	nd	nd	nd	-	-
86	1962	nd	3,83	nd	nd - 3,83	-	-
87	1963	nd	3,25	nd	nd - 3,25	-	-
88	2011	nd	nd	nd	nd	-	-
89	2065	nd	3,36	nd	nd - 3,36	-	-
90	2270	nd	nd	nd	nd	-	-

IR = Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax.

Área Padronizada : área do pico dividida pela área do Padrão Interno, multiplicada por 100.

tr = pico com razão entre a área do pico e área do Padrão Interno menor que 1,50; nd = pico não detectado.

Anexo 3. Compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico do estágio de cor de casca 2/3 amarela.

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
1	900	7,29	6,47	7,37	7,04	0,50	7,05
2	909	nd	nd	nd	nd	-	-
3	912	nd	nd	nd	nd	-	-
4	914	nd	nd	nd	nd	-	-
5	922	nd	nd	nd	nd	-	-
6	929	3,81	2,72	4,26	3,59	0,79	22,00
7	932	11,03	5,47	7,31	7,94	2,84	35,74
8	938	tr	nd	nd	nd	-	-
9	939	nd	nd	nd	nd	-	-
10	945	nd	nd	nd	nd	-	-
11	974	nd	nd	nd	nd	-	-
12	997	nd	nd	1,92	nd - 1,92	-	-
13	1016	nd	nd	1,76	nd - 1,76	-	-
14	1019	47,14	34,45	48,35	43,31	7,70	17,78
15	1027	6,91	4,47	9,11	6,83	2,32	33,97
16	1032	14,42	9,53	13,37	12,44	2,57	20,68
17	1064	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
18	1066	1,82	1,69	2,11	1,87	0,22	11,51
19	1071	10,84	10,63	18,89	13,45	4,71	35,02
20	1073	45,19	35,08	44,37	41,55	5,62	13,52
21	1094	nd	nd	nd	nd	-	-
22	1096	nd	nd	nd	nd	-	-
23	1099	nd	nd	nd	nd	-	-
24	1103	nd	nd	nd	nd	-	-
25	1105	nd	nd	nd	nd	-	-
26	1125	tr	2,32	tr	tr -2,321	-	-
27	1131	nd	nd	nd	nd	-	-
28	1140	nd	nd	nd	nd	-	-
29	1153	1,71	nd	nd	nd - 1,711	-	-
30	1155	nd	nd	nd	nd	-	-
31	1162	6,17	7,16	5,80	6,37	0,70	11,05
32	1172	18,29	11,44	13,57	14,43	3,50	24,28
33	1172	36,05	24,42	37,35	32,61	7,12	21,83
34	1175	2,56	1,80	2,03	2,13	0,39	18,21
35	1179	2,11	1,61	2,60	2,11	0,49	23,40
36	1181	nd	nd	nd	nd	-	-
37	1184	6,70	5,05	5,34	5,70	0,88	15,46
38	1190	nd	nd	1,65	nd - 1,651	-	-
39	1193	nd	nd	tr	nd - tr	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
40	1202	nd	0,93	tr	tr- 0,93	-	-
41	1205	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
42	1208	nd	nd	nd	nd	-	-
43	1210	nd	nd	nd	nd	-	-
44	1228	9,52	8,26	9,10	8,96	0,64	7,16
45	1231	nd	nd	nd	nd	-	-
46	1244	21,85	20,65	21,43	21,31	0,61	2,85
47	1249	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
48	1253	nd	nd	nd	nd	-	-
49	1256	nd	nd	nd	nd	-	-
50	1260	nd	nd	nd	nd	-	-
51	1268	8,67	6,74	8,24	7,88	1,02	12,88
52	1271	nd	nd	nd	nd	-	-
53	1274	nd	nd	nd	nd	-	-
54	1275	nd	nd	nd	nd	-	-
55	1294	nd	nd	nd	nd	-	-
56	1297	nd	nd	nd	nd	-	-
57	1299	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
58	1300	nd	nd	nd	nd	-	-
59	1309	11,41	9,35	12,24	11,00	1,49	13,54
60	1328	nd	nd	nd	nd	-	-
61	1339	nd	nd	nd	nd	-	-
62	1355	8,83	6,44	9,23	8,17	1,51	18,46
63	1362	nd	nd	nd	nd	-	-
64	1382	4,80	3,52	5,36	4,56	0,94	20,65
65	1402	nd	nd	nd	nd	-	-
66	1406	3,59	2,39	2,96	2,98	0,60	20,22
67	1444	nd	nd	nd	nd	-	-
68	1452	1,84	tr	tr	tr - 1,84	-	-
69	1463	nd	nd	nd	nd	-	-
70	1466	nd	nd	nd	nd	-	-
71	1507	nd	nd	nd	nd	-	-
72	1515	nd	nd	nd	nd	-	-
73	1575	1,86	1,82	2,00	1,89	0,10	5,13
74	1580	nd	tr	nd	nd	-	-
75	1591	nd	nd	nd	nd	-	-
76	1598	nd	nd	nd	nd	-	-
77	1610	nd	nd	nd	nd	-	-
78	1646	nd	nd	nd	nd	-	-
79	1689	nd	nd	nd	nd	-	-
80	1715	nd	nd	nd	nd	-	-
81	1727	nd	nd	nd	nd	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
82	1842	nd	nd	nd	nd	-	-
83	1857	nd	3,45	nd	nd - 3,45	-	-
84	1866	nd	1,99	nd	nd - 1,99	-	-
85	1945	nd	nd	nd	nd	-	-
86	1962	nd	3,83	nd	nd - 3,83	-	-
87	1963	nd	3,25	nd	nd - 3,25	-	-
88	2011	nd	nd	nd	nd	-	-
89	2065	nd	3,36	nd	nd - 3,36	-	-
90	2270	nd	nd	nd	nd	-	-

IR = Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax.

Área Padronizada : área do pico dividida pela área do Padrão Interno, multiplicada por 100.

tr = pico com razão entre a área do pico e área do Padrao Interno menor que 1,50; nd = pico não detectado.

Anexo 4. Compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico do estágio de cor de casca 3/3 amarela.

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
1	900	25,73	21,73	36,22	27,89	7,48	26,83
2	909	nd	nd	3,20	nd - 3,20	-	-
3	912	nd	1,97	1,89	nd - 1,97	-	-
4	914	2,97	4,99	3,16	3,71	1,11	30,06
5	922	nd	nd	nd	nd	-	-
6	929	3,90	7,48	4,87	5,42	1,85	34,15
7	932	12,31	17,27	16,09	15,22	2,59	17,00
8	938	4,48	7,03	5,34	5,62	1,30	23,06
9	939	6,77	10,91	8,41	8,70	2,08	23,94
10	945	1,72	nd	2,35	nd - 2,35	-	-
11	974	nd	nd	nd	nd	-	-
12	997	nd	nd	nd	nd	-	-
13	1016	nd	nd	nd	nd	-	-
14	1019	3382,46	4253,95	3450,83	3695,75	484,63	13,11
15	1027	nd	nd	nd	nd	-	-
16	1032	26,59	42,42	32,76	33,93	7,98	23,52
17	1064	5,57	8,39	5,11	6,36	1,78	27,94
18	1066	21,14	22,63	25,29	23,02	2,10	9,14
19	1071	2,96	4,76	nd	nd - 4,76	-	-
20	1073	1,99	2,87	nd	nd - 2,87	-	-
21	1094	nd	1,89	2,50	nd - 2,49	-	-
22	1096	2,36	3,26	4,28	3,30	0,96	29,03
23	1099	tr	2,40	2,35	tr - 2,40	-	-
24	1103	tr	nd	1,62	nd - 3,17	-	-
25	1105	2,33	2,18	3,17	2,56	0,53	20,86
26	1125	1,89	2,12	2,56	2,19	0,34	15,45
27	1131	6,57	5,98	6,66	6,40	0,37	5,79
28	1140	2,21	1,90	tr	tr - 2,21	-	-
29	1153	1,87	2,44	1,78	2,03	0,36	17,57
30	1155	2,83	5,24	3,68	3,92	1,23	31,34
31	1162	39,36	41,95	57,91	46,41	10,05	21,65
32	1172	1,85	2,81	2,70	2,46	0,53	21,45
33	1172	8,19	11,12	6,57	8,63	2,31	26,74
34	1175	11,72	12,29	11,48	11,83	0,42	3,52
35	1179	nd	nd	nd	nd	-	-
36	1181	1,95	1,64	1,95	1,85	0,18	9,62
37	1184	15,10	13,81	17,84	15,59	2,06	13,19
38	1190	3,46	3,01	3,45	3,31	0,26	7,83
39	1193	tr	tr	tr	tr	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
40	1202	tr	tr	nd	nd - tr	-	-
41	1205	nd	2,25	2,06	nd - 2,25	-	-
42	1208	tr	2,34	tr	tr - 2,34	-	-
43	1210	10,39	7,92	9,85	9,39	-	-
44	1228	521,73	344,17	486,00	450,63	93,92	20,84
45	1231	1,65	tr	2,41	tr - 2,41	-	-
46	1244	28,84	27,71	48,22	34,92	11,53	33,01
47	1249	3,78	3,34	4,03	3,72	0,35	9,46
48	1253	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
49	1256	nd	nd	nd	nd	-	-
50	1260	1,59	nd	nd	nd - 1,59	-	-
51	1268	113,93	73,78	111,33	99,68	22,47	22,54
52	1271	nd	nd	nd	nd	-	-
53	1274	2,25	2,63	2,00	2,29	0,32	13,94
54	1275	2,21	3,66	1,95	2,61	0,92	35,26
55	1294	22,50	14,39	21,25	19,38	4,37	22,53
56	1297	3,21	3,32	4,74	3,76	0,85	22,74
57	1299	3,67	2,44	3,63	3,25	0,70	21,55
58	1300	4,65	3,53	4,68	4,29	0,66	15,33
59	1309	64,58	41,36	61,67	55,87	12,65	22,64
60	1328	2,77	2,39	2,41	2,52	0,22	8,53
61	1339	2,26	1,67	3,13	2,35	0,74	31,21
62	1355	78,07	68,25	80,53	75,62	6,50	8,60
63	1362	3,84	3,76	4,34	3,98	0,31	7,85
64	1382	16,50	15,08	17,28	16,29	1,12	6,86
65	1402	5,85	3,66	6,60	5,37	1,52	28,39
66	1406	79,08	49,13	85,88	71,36	19,55	27,40
67	1444	2,20	tr	2,16	tr - 2,20	-	-
68	1452	18,19	10,43	17,82	15,48	4,38	28,27
69	1463	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
70	1466	2,35	tr	1,97	tr - 2,35	-	-
71	1507	2,13	tr	1,98	tr - 2,13	-	-
72	1515	2,37	2,05	1,70	2,04	0,34	16,61
73	1575	3,04	1,78	3,50	2,78	0,89	32,07
74	1580	3,07	1,80	2,87	2,58	0,68	26,45
75	1591	3,53	2,00	2,93	2,82	0,77	27,41
76	1598	29,61	21,50	58,83	36,65	19,63	53,57
77	1610	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
78	1646	5,98	4,28	11,41	7,22	3,72	51,53
79	1689	2,87	2,86	2,96	2,90	0,05	1,75
80	1715	tr	nd	nd	nd - tr	-	-
81	1727	tr	nd	nd	nd - tr	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
82	1842	nd	nd	nd	nd	-	-
83	1857	2,45	nd	2,38	nd - 2,45	-	-
84	1866	nd	nd	2,19	nd - 2,19	-	-
85	1945	nd	2,65	nd	nd - 2,65	-	-
86	1962	4,91	nd	tr	nd - 4,90	-	-
87	1963	3,53	nd	tr	nd - 3,53	-	-
88	2011	tr	nd	2,18	nd - 2,17	-	-
89	2065	4,10	nd	nd	nd - 4,10	-	-
90	2270	nd	nd	1,73	nd - 1,73	-	-

IR = Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax.

Área Padronizada : área do pico dividida pela área do Padrão Interno, multiplicada por 100.

tr = pico com razão entre a área do pico e área do Padrão Interno menor que 1,50; nd = pico não detectado.

Anexo 5. Compostos voláteis da polpa de maracujá convencional do estádio de cor de casca 1/3 amarela.

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
1	900	7,97	15,96	7,98	10,64	4,61	43,30
2	909	nd	nd	nd	nd	-	-
3	912	nd	nd	nd	nd	-	-
4	914	nd	nd	nd	nd	-	-
5	922	nd	1,68	nd	nd - 1,68	-	-
6	929	nd	nd	nd	nd	-	-
7	932	5,24	7,66	4,85	5,92	1,53	25,82
8	938	11,44	15,06	11,18	12,56	2,17	17,28
9	939	2,68	2,27	1,61	2,19	0,54	24,71
10	945	nd	nd	nd	nd	-	-
11	974	nd	nd	nd	nd	-	-
12	997	tr	2,51	1,61	tr - 2,51	-	-
13	1016	nd	2,02	tr	nd - 2,02	-	-
14	1019	555,35	707,43	463,96	575,58	122,99	21,37
15	1027	nd	nd	nd	nd	-	-
16	1032	6,82	15,69	11,74	11,42	4,45	38,95
17	1064	2,19	2,88	1,67	2,25	0,61	26,90
18	1066	6,22	7,26	6,51	6,66	0,54	8,04
19	1071	15,76	20,82	12,59	16,39	4,15	25,30
20	1073	47,79	63,67	43,23	51,56	10,73	20,81
21	1094	nd	nd	nd	nd	-	-
22	1096	nd	nd	nd	nd	-	-
23	1099	nd	nd	nd	nd	-	-
24	1103	nd	nd	nd	nd	-	-
25	1105	nd	nd	nd	nd	-	-
26	1125	nd	nd	nd	nd	-	-
27	1131	2,33	2,19	tr	tr - 2,33	-	-
28	1140	nd	nd	nd	nd	-	-
29	1153	nd	1,87	nd	nd - 1,87	-	-
30	1155	tr	tr	tr	tr	-	-
31	1162	15,88	13,21	14,25	14,45	1,34	9,31
32	1172	4,07	8,02	5,25	5,78	2,03	35,10
33	1172	nd	2,10	nd	nd - 2,10	-	-
34	1175	nd	nd	nd	nd	-	-
35	1179	nd	2,22	1,69	nd - 2,22	-	-
36	1181	nd	nd	nd	nd	-	-
37	1184	26,04	24,91	16,74	22,56	5,08	22,49
38	1190	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
39	1193	nd	nd	nd	nd	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
40	1202	nd	nd	nd	nd	-	-
41	1205	nd	nd	nd	nd	-	-
42	1208	nd	nd	nd	nd	-	-
43	1210	2,38	2,56	2,11	2,35	0,23	9,69
44	1228	56,69	61,63	45,01	54,44	8,53	15,67
45	1231	nd	nd	nd	nd	-	-
46	1244	10,14	8,26	8,41	8,94	1,05	11,69
47	1249	nd	nd	nd	nd	-	-
48	1253	nd	nd	nd	nd	-	-
49	1256	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
50	1260	nd	nd	nd	nd	-	-
51	1268	16,65	16,64	13,33	15,54	1,91	12,32
52	1271	nd	nd	nd	nd	-	-
53	1274	tr	nd	nd	nd - tr	-	-
54	1275	nd	nd	nd	nd	-	-
55	1294	2,47	4,41	2,83	3,24	1,03	31,77
56	1297	nd	nd	nd	nd	-	-
57	1299	nd	nd	nd	nd	-	-
58	1300	nd	nd	nd	nd	-	-
59	1309	16,47	17,61	12,49	15,52	2,69	17,31
60	1328	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
61	1339	nd	nd	nd	nd	-	-
62	1355	12,62	18,73	12,11	14,49	3,69	25,45
63	1362	nd	2,52	tr	nd - 2,52	-	-
64	1382	4,79	6,84	4,18	5,27	1,39	26,41
65	1402	nd	nd	nd	nd	-	-
66	1406	6,87	5,37	4,85	5,69	1,05	18,40
67	1444	nd	nd	nd	nd	-	-
68	1452	3,21	2,20	2,06	2,49	0,63	25,18
69	1463	nd	nd	nd	nd	-	-
70	1466	nd	nd	nd	nd	-	-
71	1507	nd	nd	nd	nd	-	-
72	1515	tr	1,67	nd	nd - 1,67	-	-
73	1575	tr	1,70	nd	nd - 1,70	-	-
74	1580	nd	nd	nd	nd	-	-
75	1591	nd	nd	nd	nd	-	-
76	1598	tr	tr	3,22	tr - 3,22	-	-
77	1610	nd	nd	nd	nd	-	-
78	1646	nd	nd	nd	nd	-	-
79	1689	nd	nd	nd	nd	-	-
80	1715	nd	nd	nd	nd	-	-
81	1727	nd	nd	nd	nd	-	-
82	1842	nd	nd	nd	nd	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
83	1857	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
84	1866	nd	nd	nd	nd	-	-
85	1945	nd	nd	nd	nd	-	-
86	1962	1,88	1,22	nd	nd - 1,88	-	-
87	1963	nd	nd	nd	nd	-	-
88	2011	nd	nd	nd	nd	-	-
89	2065	nd	nd	nd	nd	-	-
90	2270	nd	nd	nd	nd	-	-

IR = Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax.

Área Padronizada : área do pico dividida pela área do Padrão Interno, multiplicada por 100.

tr = pico com razão entre a área do pico e área do Padrão Interno menor que 1,50; nd = pico não detectado.

Anexo 6. Compostos voláteis da polpa de maracujá convencional do estádio de cor de casca 2/3 amarela.

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
1	900	12,20	20,29	16,37	16,29	4,05	24,86
2	909	nd	nd	nd	nd	-	-
3	912	nd	nd	nd	nd	-	-
4	914	nd	nd	nd	nd	-	-
5	922	2,05	2,75	tr	tr - 2,75	-	-
6	929	nd	nd	nd	nd	-	-
7	932	4,21	3,64	3,35	3,73	0,44	11,69
8	938	6,73	9,21	6,23	7,39	1,60	21,59
9	939	tr	tr	nd	nd - tr	-	-
10	945	nd	nd	nd	nd	-	-
11	974	2,61	2,12	nd	nd - 2,12	-	-
12	997	4,74	2,53	2,20	3,16	1,38	43,67
13	1016	3,53	2,44	tr	tr -3,53	-	-
14	1019	852,12	889,47	641,18	794,26	133,88	16,86
15	1027	nd	nd	nd	nd	-	-
16	1032	12,24	21,48	12,17	15,30	5,36	35,01
17	1064	4,11	2,89	3,39	3,46	0,61	17,67
18	1066	11,42	12,74	8,18	10,78	2,35	21,76
19	1071	6,96	6,34	5,37	6,23	0,80	12,90
20	1073	18,89	23,37	12,38	18,21	5,53	30,35
21	1094	tr	nd	nd	nd - tr	-	-
22	1096	2,35	2,27	nd	nd - 2,34	-	-
23	1099	1,96	tr	nd	nd - 1,96	-	-
24	1103	nd	nd	nd	nd	-	-
25	1105	nd	nd	nd	nd	-	-
26	1125	1,49	1,59	1,32	1,47	0,14	9,31
27	1131	2,86	5,13	3,39	3,80	1,19	31,29
28	1140	nd	nd	nd	nd	-	-
29	1153	2,20	1,97	tr	tr - 1,97	-	-
30	1155	2,17	3,45	1,60	2,41	0,95	39,41
31	1162	50,12	31,20	32,59	37,97	10,55	27,78
32	1172	6,14	6,45	3,11	5,23	1,84	35,23
33	1172	tr	nd	nd	nd - tr	-	-
34	1175	2,69	1,91	nd	nd - 2,69	-	-
35	1179	nd	nd	nd	nd	-	-
36	1181	nd	nd	nd	nd	-	-
37	1184	49,05	39,45	35,53	41,35	6,96	16,83
38	1190	2,64	1,94	1,91	2,16	0,41	19,17
39	1193	nd	nd	nd	nd	-	-
40	1202	nd	nd	nd	nd	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
41	1205	1,66	nd	nd	nd - 1,66	-	-
42	1208	tr	1,79	nd	nd - 1,78	-	-
43	1210	2,55	3,19	2,45	2,73	0,40	14,63
44	1228	64,93	80,80	71,37	72,37	7,98	11,03
45	1231	2,42	nd	2,12	nd - 2,42	*	*
46	1244	18,43	14,09	14,77	15,76	2,33	14,80
47	1249	1,85	2,01	1,78	1,88	0,12	6,25
48	1253	nd	nd	nd	nd	-	-
49	1256	1,69	nd	tr	nd - 1,69	-	-
50	1260	nd	nd	nd	nd	-	-
51	1268	35,29	40,81	37,61	37,90	2,77	7,31
52	1271	2,35	2,81	3,00	2,72	0,33	12,27
53	1274	nd	nd	nd	nd	-	-
54	1275	nd	nd	nd	nd	-	-
55	1294	6,66	8,26	7,84	7,59	0,83	10,90
56	1297	1,77	1,71	1,78	1,75	0,04	2,13
57	1299	nd	nd	tr	nd - tr	-	-*
58	1300	2,24	2,49	3,24	2,66	0,52	19,53
59	1309	32,91	37,38	32,44	34,24	2,73	7,96
60	1328	tr	nd	tr	nd - tr	-	-
61	1339	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
62	1355	22,97	29,52	24,06	25,52	3,51	13,75
63	1362	2,11	2,36	2,60	2,36	0,25	10,49
64	1382	8,91	11,35	8,82	9,69	1,44	14,84
65	1402	1,72	2,97	2,24	2,31	0,63	27,20
66	1406	13,51	22,90	17,68	18,03	4,71	26,11
67	1444	nd	nd	nd	nd	-	-*
68	1452	4,57	7,88	6,14	6,20	1,65	26,67
69	1463	nd	nd	nd	nd	-	-
70	1466	tr	tr	tr	tr	-	-
71	1507	nd	nd	nd	nd	-	-
72	1515	1,68	1,79	tr	tr - 1,79	-	-
73	1575	2,19	2,64	2,55	2,46	0,24	9,56
74	1580	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
75	1591	2,01	1,92	1,61	1,85	0,21	11,29
76	1598	6,12	8,27	7,12	7,17	1,08	15,00
77	1610	nd	nd	nd	nd	-	-
78	1646	1,80	2,75	2,44	2,33	0,49	20,86
79	1689	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
80	1715	nd	nd	nd	nd	-	-
81	1727	nd	nd	nd	nd	-	-
82	1842	nd	nd	nd	nd	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
83	1857	1,64	1,98	nd	nd - 1,98	-	-
84	1866	tr	1,70	nd	nd - 1,70	-	-
85	1945	nd	nd	nd	nd	-	-
86	1962	tr	1,64	nd	nd - 1,64	-	-
87	1963	2,01	1,60	nd	nd - 2,01	-	-
88	2011	nd	nd	nd	nd	-	-
89	2065	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
90	2270	nd	nd	nd	nd	-	-

IR = Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax.

Área Padronizada : área do pico dividida pela área do Padrão Interno, multiplicada por 100.

tr = pico com razão entre a área do pico e área do Padrão Interno menor que 1,50; nd = pico não detectado.

Anexo 7. Compostos voláteis da polpa de maracujá convencional do estádio de cor de casca 3/3 amarela.

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
1	900	9,99	16,01	9,82	11,94	3,53	29,54
2	909	nd	nd	nd	nd	-	-
3	912	nd	nd	nd	nd	-	-
4	914	2,78	1,74	tr	tr - 2,78	-	-
5	922	4,26	3,36	4,28	3,97	0,52	13,23
6	929	nd	nd	nd	nd	-	-
7	932	7,82	5,71	5,86	6,46	1,18	18,25
8	938	11,20	10,29	14,72	12,07	2,34	19,41
9	939	2,71	2,20	2,60	2,50	0,27	10,66
10	945	1,86	nd	2,16	nd - 2,16	-	-
11	974	nd	nd	nd	nd	-	-
12	997	3,58	1,63	nd	nd - 3,58	-	-
13	1016	2,13	nd	nd	nd - 2,13	-	-
14	1019	1459,14	1234,85	1823,72	1505,90	297,21	19,74
15	1027	1,72	nd	nd	nd - 1,72	-	-
16	1032	16,10	15,25	19,46	16,94	2,23	13,14
17	1064	6,98	5,61	5,05	5,88	0,99	16,90
18	1066	12,79	12,36	20,82	15,32	4,77	31,10
19	1071	7,73	5,29	4,75	5,92	1,59	26,83
20	1073	13,69	12,15	15,03	13,62	1,44	10,56
21	1094	nd	nd	nd	nd	-	-
22	1096	nd	nd	nd	nd	-	-
23	1099	1,86	nd	nd	nd - 1,86	-	-
24	1103	nd	nd	nd	nd	-	-
25	1105	nd	nd	nd	nd	-	-
26	1125	nd	nd	1,63	nd - 1,63	-	-
27	1131	3,08	3,41	5,00	3,83	1,03	26,78
28	1140	nd	1,63	tr	nd - 1,63	-	-
29	1153	2,16	3,05	2,53	2,58	0,45	17,32
30	1155	1,81	1,93	4,03	2,59	1,25	48,33
31	1162	20,46	24,01	39,08	27,85	9,88	35,49
32	1172	5,05	3,45	3,68	4,06	0,86	21,29
33	1172	nd	tr	nd	nd - tr	-	-
34	1175	3,79	3,63	4,35	3,92	0,38	9,76
35	1179	nd	nd	nd	nd	-	-
36	1181	nd	nd	nd	nd	-	-
37	1184	29,97	21,34	18,06	23,12	6,15	26,61
38	1190	tr	nd	1,96	nd - tr	-	-
39	1193	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
40	1202	tr	tr	tr	tr	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
41	1205	tr	tr	tr	tr	-	-
42	1208	nd	nd	nd	nd	-	-
43	1210	3,92	4,57	8,01	5,50	2,20	40,00
44	1228	107,86	131,62	243,39	160,96	72,37	44,96
45	1231	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
46	1244	12,63	14,57	24,31	17,17	6,26	36,46
47	1249	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
48	1253	nd	nd	nd	nd	-	-
49	1256	nd	1,69	1,89	nd - 1,89	-	-
50	1260	nd	nd	nd	nd	-	-
51	1268	40,65	50,23	95,90	62,26	29,52	47,42
52	1271	2,49	2,58	2,41	2,50	0,09	3,45
53	1274	nd	nd	nd	nd	-	-
54	1275	nd	nd	nd	nd	-	-
55	1294	5,63	6,74	11,02	7,79	2,84	36,50
56	1297	tr	tr	2,76	tr - 2,76	-	-
57	1299	nd	tr	2,09	nd - 210	-	-
58	1300	2,52	2,76	4,83	3,37	1,27	37,63
59	1309	29,28	35,61	62,70	42,53	17,75	41,74
60	1328	nd	nd	2,62	nd - 2,63	-	-
61	1339	nd	nd	nd	nd	-	-
62	1355	41,06	46,78	68,41	52,08	14,43	27,70
63	1362	2,86	2,97	4,46	3,43	0,89	26,10
64	1382	10,41	10,94	15,99	12,45	3,08	24,74
65	1402	2,89	2,73	6,38	4,00	2,06	51,45
66	1406	26,93	31,94	71,23	43,37	24,26	55,95
67	1444	nd	nd	2,29	nd - 2,30	-	-
68	1452	6,63	8,19	17,47	10,77	5,86	54,43
69	1463	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
70	1466	nd	nd	1,98	nd - 1,99	-	-
71	1507	nd	nd	nd	nd	-	-
72	1515	1,74	2,34	2,75	2,28	0,50	22,18
73	1575	1,90	2,30	3,42	2,54	0,79	31,05
74	1580	nd	nd	1,82	nd -1,82	-	-
75	1591	tr	1,71	2,90	tr - 2,90	-	-
76	1598	8,75	12,85	31,86	17,82	12,33	69,20
77	1610	nd	nd	tr	nd - tr	-	-
78	1646	2,29	3,09	7,64	4,34	2,88	66,50
79	1689	tr	1,85	3,70	tr - 3,70	-	-
80	1715	nd	nd	nd	nd	-	-
81	1727	nd	nd	nd	nd	-	-
82	1842	nd	tr	nd	nd - tr	-	-

continua...

Pico	IR	Area Padronizada			Média	DP	CV (%)
		repetição 1	repetição 2	repetição 3			
83	1857	nd	nd	1,65	nd - 1,65	-	-
84	1866	nd	nd	2,48	nd - 2,48	-	-
85	1945	nd	nd	nd	nd	-	-
86	1962	nd	nd	nd	nd	-	-
87	1963	nd	nd	nd	nd	-	-
88	2011	nd	nd	nd	nd	-	-
89	2065	nd	nd	nd	nd	-	-
90	2270	nd	tr	tr	nd - tr	-	-

IR = Índice de retenção da literatura na coluna DB-Wax.

Área Padronizada : área do pico dividida pela área do Padrão Interno, multiplicada por 100.

tr = pico com razão entre a área do pico e área do Padrão Interno menor que 1,50; nd = pico não detectado

Anexo 8. Média, desvio padrão (dp) e coeficiente de variação (em %) da Intensidade máxima, tempo Inicial, tempo final e tempo de intensidade máxima dos picos odoríferos detectados na polpa de maracujá orgânico do estádio de cor de casca 1/3 amarela.

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade Máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
7	4,07	1,82	44,80	5,53	0,36	6,43	5,64	0,34	6,10	5,60	0,36	6,35
9	2,01	1,84	91,59	6,60	0,28	4,17	6,67	0,27	4,04	6,64	0,28	4,15
14	9,81	1,55	22,82	8,46	0,62	7,29	8,62	0,61	7,04	8,56	0,62	7,20
22	2,11	1,69	80,00	12,34	1,51	12,21	12,44	1,49	11,95	12,39	1,51	12,16
30	1,77	1,46	82,53	14,02	0,46	3,28	14,07	0,46	3,26	14,05	0,46	3,27
44	5,02	1,94	38,63	19,60	0,62	3,18	19,70	0,61	3,10	19,66	0,62	3,16
54	2,70	2,76	102,14	23,07	0,71	3,08	23,15	0,74	3,18	23,04	0,71	3,08
59	2,89	2,10	72,79	24,77	1,45	5,87	25,07	1,08	4,32	24,82	1,45	5,86
64	4,36	2,21	50,77	26,40	0,49	1,85	26,61	0,48	1,79	26,57	0,49	1,83
B	3,50	2,94	84,04	29,13	0,53	1,83	29,24	0,50	1,71	29,19	0,53	1,83
E	1,37	1,11	80,79	33,58	0,27	0,81	33,65	0,26	0,78	33,63	0,27	0,81
73	2,25	1,22	54,05	35,26	0,29	0,82	35,32	0,29	0,82	35,30	0,29	0,82
76	0,80	0,93	117,24	36,32	0,11	0,32	36,37	0,12	0,32	36,34	0,11	0,32
78	1,10	1,38	125,42	37,24	0,09	0,23	37,29	0,09	0,25	37,27	0,09	0,23
G	1,21	0,94	77,77	39,93	0,52	1,29	39,98	0,52	1,31	39,95	0,52	1,29
80	1,30	1,17	89,91	41,30	0,28	0,68	41,35	0,28	0,68	41,33	0,28	0,68
J	0,82	0,95	115,68	42,63	0,13	0,31	42,67	0,14	0,32	42,65	0,13	0,31
M	1,45	1,72	118,61	44,03	0,06	0,14	44,10	0,04	0,08	44,06	0,06	0,14
N	1,83	1,43	78,22	45,02	0,80	1,78	45,08	0,81	1,80	45,05	0,80	1,78
86	1,07	1,27	118,76	46,63	0,02	0,05	46,68	0,02	0,04	46,66	0,02	0,05
P	0,90	1,17	128,99	48,41	0,16	0,33	48,47	0,16	0,33	48,45	0,16	0,33
Q	1,63	1,40	85,69	49,48	0,38	0,77	49,53	0,38	0,77	49,51	0,38	0,77

continua...

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade Máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
87	0,63	0,81	129,74	51,37	0,33	0,64	51,42	0,33	0,65	51,40	0,33	0,64
R	0,88	1,05	119,38	52,71	0,35	0,67	52,77	0,34	0,65	52,74	0,35	0,67
S	1,20	1,40	116,86	53,30	0,05	0,10	53,61	0,06	0,11	53,59	0,05	0,10
X	1,19	1,76	148,09	56,42	0,23	0,41	56,49	0,23	0,40	56,46	0,23	0,41
Z	4,67	2,23	47,61	57,41	0,38	0,67	57,49	0,37	0,64	57,43	0,38	0,67

Anexo 9. Média, desvio padrão (dp) e coeficiente de variação da Intensidade máxima, tempo Inicial, tempo final e tempo de intensidade máxima dos picos odoríferos detectados na polpa de maracujá orgânico do estádio de cor de casca 2/3 amarela.

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade Máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
7	6,68	1,32	19,71	5,97	0,08	1,28	6,15	0,07	1,21	6,10	0,07	1,15
9	3,91	0,98	25,03	6,42	0,09	1,36	6,52	0,07	1,03	6,51	0,09	1,34
11	1,12	1,42	126,50	6,84	0,19	2,77	6,89	0,19	2,78	6,88	0,19	2,75
14	6,12	2,21	36,19	9,05	0,45	4,99	9,30	0,42	4,48	9,22	0,45	4,89
18	4,23	1,88	44,36	11,47	0,52	4,50	11,62	0,51	4,42	11,58	0,52	4,46
22	4,06	3,19	78,59	12,10	0,10	0,80	12,30	0,09	0,69	12,23	0,10	0,79
26	1,18	1,45	122,78	13,52	0,30	2,19	13,81	0,03	0,23	13,56	0,30	2,18
30	3,06	2,16	70,62	14,30	0,20	1,40	14,45	0,14	0,97	14,38	0,20	1,39
35	1,48	1,91	129,07	15,91	0,06	0,35	15,98	0,06	0,36	15,96	0,06	0,35
44	6,43	1,12	17,37	19,91	0,05	0,26	20,10	0,06	0,30	20,04	0,05	0,26
51	1,09	1,27	115,66	20,98	0,16	0,77	21,04	0,17	0,78	21,02	0,16	0,77
53	1,71	2,51	146,44	21,93	0,04	0,17	22,03	0,05	0,21	22,00	0,04	0,17
54	2,18	3,18	145,38	23,01	0,08	0,34	23,36	0,02	0,08	23,26	0,08	0,34
58	1,23	0,83	67,52	23,52	0,11	0,46	23,58	0,12	0,50	23,56	0,11	0,46
59	2,58	2,60	100,75	24,26	0,10	0,42	24,37	0,10	0,43	24,34	0,10	0,42
62	1,85	2,58	140,00	25,63	0,04	0,17	25,74	0,05	0,19	25,71	0,04	0,16
63	3,27	1,03	31,54	26,11	0,08	0,32	26,21	0,07	0,27	26,17	0,08	0,32
64	4,77	2,30	48,08	26,87	0,09	0,33	27,00	0,08	0,31	26,96	0,09	0,33
65	1,53	1,79	116,87	27,73	0,21	0,75	27,81	0,22	0,79	27,77	0,21	0,75
B	3,18	2,66	83,74	29,62	0,10	0,34	29,73	0,09	0,29	29,69	0,10	0,33
72	0,81	1,07	131,87	33,10	0,18	0,55	33,14	0,18	0,55	33,12	0,18	0,55
E	1,61	1,10	67,92	33,59	0,17	0,50	33,68	0,16	0,49	33,66	0,17	0,50

continua...

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade Máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
F	1,01	1,18	115,99	34,07	0,05	0,14	34,13	0,02	0,06	34,13	0,05	0,14
73	1,40	1,18	83,81	34,88	0,13	0,38	34,93	0,12	0,35	34,91	0,13	0,38
76	0,95	1,15	121,01	35,55	0,30	0,83	35,62	0,28	0,79	35,59	0,30	0,83
79	1,70	1,38	81,37	39,55	0,27	0,68	39,64	0,27	0,68	39,59	0,27	0,68
G	1,01	0,77	76,78	40,40	0,12	0,30	40,45	0,11	0,28	40,43	0,12	0,30
80	5,91	0,41	6,94	41,32	0,05	0,13	41,67	0,16	0,39	41,49	0,05	0,13
H	2,12	2,45	115,61	41,85	0,20	0,48	42,07	0,15	0,35	41,98	0,20	0,48
I	0,99	1,15	115,63	42,34	0,05	0,11	42,42	0,05	0,13	42,39	0,05	0,11
J	1,71	1,98	115,52	42,72	0,06	0,13	42,87	0,04	0,10	42,78	0,06	0,13
L	1,22	1,52	124,66	43,63	0,17	0,40	43,67	0,17	0,40	43,65	0,17	0,40
N	3,61	1,33	36,74	44,87	0,07	0,15	44,98	0,08	0,18	44,94	0,07	0,15
86	0,95	1,12	117,80	46,07	0,08	0,18	46,15	0,07	0,16	46,12	0,08	0,18
O	1,43	1,90	133,02	47,65	0,10	0,20	47,72	0,11	0,24	47,69	0,10	0,20
S	3,66	2,22	60,79	52,39	0,14	0,26	52,51	0,17	0,32	52,46	0,14	0,26
U	0,86	1,03	120,28	54,15	0,29	0,53	54,26	0,28	0,52	54,23	0,29	0,53
X	0,97	1,13	115,70	56,36	0,33	0,58	56,44	0,37	0,66	56,39	0,33	0,58
Z	1,05	1,22	115,47	57,09	0,19	0,33	56,95	0,55	0,97	57,17	0,19	0,33

Anexo 10. Média, desvio padrão (dp) e coeficiente de variação da Intensidade máxima, tempo Inicial, tempo final e tempo de intensidade máxima dos picos odoríferos detectados na polpa de maracujá orgânico do estádio de cor de casca 3/3 amarela.

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
7	7,33	1,77	24,14	6,12	0,05	0,82	6,29	0,05	0,86	6,24	0,06	0,89
9	3,53	1,23	34,66	6,56	0,05	0,73	6,66	0,04	0,60	6,62	0,05	0,72
11	0,98	1,21	122,76	7,40	0,16	2,17	7,46	0,11	1,51	7,40	0,16	2,18
12	0,71	0,89	125,23	8,36	0,25	3,02	8,43	0,24	2,79	8,41	0,25	3,00
14	9,93	0,86	10,57	9,04	0,09	1,04	9,38	0,13	1,39	9,27	0,09	1,02
18	1,63	2,05	125,53	11,56	0,09	0,78	11,60	0,09	0,74	11,59	0,09	0,77
22	6,97	1,39	19,95	12,39	0,07	0,59	12,64	0,06	0,48	12,56	0,07	0,59
30	1,32	1,88	142,80	14,39	0,20	1,41	14,47	0,18	1,26	14,43	0,20	1,41
32	2,46	1,84	74,70	14,75	0,04	0,24	14,86	0,02	0,15	14,83	0,04	0,24
35	1,50	1,96	130,38	16,43	0,23	1,39	16,61	0,19	1,16	16,56	0,23	1,38
A	1,23	1,42	116,11	19,15	0,14	0,73	19,19	0,14	0,72	19,17	0,14	0,73
44	8,14	1,53	18,76	20,21	0,07	0,33	20,45	0,05	0,23	20,36	0,07	0,33
53	2,34	2,33	99,84	22,23	0,14	0,62	22,31	0,14	0,64	22,28	0,14	0,62
54	2,79	2,63	94,05	23,53	0,18	0,76	23,64	0,18	0,76	23,61	0,18	0,76
58	1,52	1,14	74,88	23,94	0,18	0,74	24,01	0,18	0,73	23,98	0,18	0,73
59	3,06	2,65	86,66	24,55	0,11	0,45	24,64	0,09	0,36	24,60	0,11	0,44
60	1,19	1,42	118,94	25,35	0,22	0,87	25,44	0,21	0,83	25,40	0,22	0,87
62	3,24	2,44	75,42	26,01	0,10	0,38	26,13	0,09	0,36	26,10	0,10	0,38
63	3,14	2,17	68,95	26,51	0,13	0,49	26,62	0,15	0,55	26,58	0,13	0,49
64	3,37	3,31	98,22	27,27	0,16	0,60	27,39	0,16	0,57	27,35	0,16	0,60
D	1,44	1,51	104,92	31,83	0,13	0,42	31,92	0,14	0,42	31,90	0,13	0,41
E	1,17	1,35	115,47	33,96	0,06	0,18	34,02	0,06	0,18	34,01	0,06	0,18

continua...

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
F	2,40	1,62	67,26	34,88	0,25	0,71	34,98	0,25	0,71	34,94	0,25	0,71
76	0,74	0,96	129,55	36,59	0,07	0,19	36,38	0,42	1,14	36,61	0,07	0,18
78	1,44	1,12	78,24	37,32	0,23	0,61	37,37	0,22	0,59	37,34	0,23	0,61
79	1,68	1,03	61,41	40,18	0,23	0,56	40,22	0,22	0,53	40,20	0,23	0,56
G	0,88	1,03	117,01	41,10	0,29	0,70	41,13	0,29	0,70	41,12	0,29	0,70
80	7,35	1,81	24,65	41,56	0,06	0,15	41,84	0,05	0,12	41,71	0,06	0,15
H	3,75	2,31	61,73	42,05	0,14	0,33	42,26	0,11	0,26	42,20	0,14	0,33
J	1,89	2,53	133,94	42,69	0,12	0,29	42,84	0,07	0,17	42,79	0,12	0,29
L	1,68	1,22	72,40	43,53	0,08	0,19	43,63	0,06	0,15	43,59	0,08	0,19
M	1,55	1,83	117,75	44,54	0,39	0,88	44,59	0,40	0,90	44,57	0,39	0,88
N	3,91	0,89	22,84	45,15	0,10	0,22	45,26	0,11	0,23	45,22	0,10	0,22
86	3,23	2,62	81,08	46,29	0,24	0,51	46,51	0,20	0,44	46,39	0,24	0,51
O	1,34	1,58	118,17	47,78	0,03	0,07	47,86	0,05	0,10	47,82	0,03	0,07
P	1,41	1,67	118,06	48,40	0,16	0,34	48,46	0,17	0,35	48,43	0,16	0,34
Q	1,40	1,76	125,41	49,26	0,34	0,68	49,35	0,30	0,61	49,31	0,34	0,68
S	8,44	1,05	12,43	52,67	0,06	0,11	52,88	0,06	0,10	52,79	0,06	0,11
T	2,04	2,42	118,71	53,05	0,05	0,10	53,24	0,05	0,10	53,18	0,05	0,10
V	1,16	1,34	115,50	55,45	0,14	0,25	55,51	0,16	0,29	55,48	0,14	0,25
Z	1,12	1,38	123,39	56,31	0,11	0,20	56,35	0,12	0,21	56,33	0,11	0,20
Y	1,46	1,70	115,96	56,92	0,12	0,21	57,00	0,11	0,20	56,97	0,12	0,21
Z	3,86	2,13	55,21	57,31	0,06	0,11	57,42	0,05	0,09	57,38	0,06	0,11

Anexo 11. Média, desvio padrão (dp) e coeficiente de variação da Intensidade máxima, tempo Inicial, tempo final e tempo de intensidade máxima dos picos odoríferos detectados na polpa de maracujá convencional do estádio de cor de casca 1/3 amarela.

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
7	4,62	3,17	68,54	6,01	0,19	3,15	6,16	0,22	3,62	6,09	0,20	3,36
9	3,40	2,78	81,65	6,37	0,26	4,13	6,53	0,22	3,42	6,49	0,26	4,05
11	0,93	1,09	116,96	7,23	0,06	0,87	7,28	0,07	0,90	7,26	0,06	0,86
14	8,77	1,00	14,11	8,91	0,24	2,70	9,11	0,29	3,14	9,02	0,24	2,67
18	4,72	1,81	38,36	11,21	0,40	3,53	11,42	0,43	3,80	11,32	0,40	3,49
22	3,37	2,61	77,43	12,33	0,06	0,51	12,50	0,06	0,44	12,43	0,06	0,50
30	2,32	1,56	67,26	14,46	0,10	0,70	14,74	0,15	1,04	14,68	0,10	0,69
44	6,42	1,47	22,86	20,06	0,25	1,26	20,20	0,26	1,28	20,15	0,25	1,26
54	4,00	2,04	50,94	23,30	0,26	1,12	23,38	0,26	1,11	23,35	0,26	1,11
59	2,33	2,86	122,88	24,03	0,46	1,89	24,12	0,44	1,83	24,10	0,46	1,89
64	4,26	1,01	23,61	26,08	0,34	1,32	26,27	0,33	1,27	26,22	0,34	1,31
B	4,58	2,02	44,12	29,09	3,97	13,63	29,19	3,96	13,56	29,15	3,97	13,60
C	1,68	1,13	67,61	31,30	4,82	15,40	31,36	4,81	15,35	31,34	4,82	15,38
D	3,52	2,88	81,66	29,68	0,21	0,71	29,78	0,23	0,76	29,74	0,21	0,71
E	1,96	1,38	70,19	33,48	0,29	0,87	33,54	0,30	0,89	33,52	0,29	0,87
73	1,63	1,89	115,47	35,13	0,04	0,11	35,20	0,04	0,12	35,17	0,04	0,11
76	1,11	1,29	116,57	36,72	0,70	1,89	36,85	0,82	2,22	36,63	0,70	1,90
79	0,94	1,12	119,39	39,32	0,37	0,94	39,37	0,38	0,97	39,35	0,37	0,94
G	1,17	1,45	123,88	40,25	0,34	0,83	40,31	0,34	0,84	40,29	0,34	0,83
80	1,44	1,68	117,03	41,11	0,41	1,01	41,19	0,38	0,93	41,16	0,41	1,01
L	1,57	1,92	122,48	43,39	0,18	0,41	43,46	0,18	0,40	43,43	0,18	0,41
M	1,73	1,28	73,77	44,35	0,41	0,94	44,41	0,42	0,95	44,39	0,41	0,93

continua...

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
N	Q	1,20	31,28	45,14	0,12	0,27	45,23	0,12	0,27	45,19	0,12	0,27
Q	2,44	2,51	102,92	49,08	0,19	0,39	49,17	0,18	0,36	49,12	0,19	0,38
87	1,26	1,46	115,98	51,29	0,34	0,66	51,37	0,35	0,67	51,33	0,34	0,66
S	2,33	2,04	87,49	52,92	0,49	0,93	52,99	0,49	0,92	52,96	0,49	0,93
Z	4,72	3,38	71,65	57,32	0,27	0,47	57,45	0,29	0,50	57,39	0,27	0,47

Anexo 12. Média, desvio padrão (dp) e coeficiente de variação da Intensidade máxima, tempo Inicial, tempo final e tempo de intensidade máxima dos picos odoríferos detectados na polpa de maracujá convencional do estádio de cor de casca 2/3 amarela.

Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
7	6,65	1,02	15,36	6,04	0,04	0,59	6,19	0,05	0,85	6,14	0,04	0,63
9	4,47	2,23	49,84	6,46	0,02	0,33	6,61	0,02	0,37	6,57	0,02	0,32
14	8,85	1,03	14,92	8,95	0,05	0,57	9,23	0,07	0,78	9,10	0,05	0,56
18	2,77	1,35	48,59	11,47	0,11	1,00	11,57	0,10	0,89	11,53	0,11	0,99
22	5,23	1,82	34,84	12,24	0,09	0,71	12,45	0,10	0,84	12,38	0,09	0,70
30	2,08	1,41	67,84	14,65	0,04	0,26	14,52	0,38	2,61	14,72	0,04	0,26
35	0,91	1,09	120,18	16,32	0,01	0,03	16,38	0,00	0,02	16,37	0,01	0,03
44	6,13	1,08	17,55	20,10	0,05	0,23	20,27	0,06	0,31	20,22	0,05	0,23
53	1,54	1,99	128,81	22,13	0,07	0,30	22,22	0,02	0,10	22,17	0,07	0,30
54	2,06	2,87	139,44	23,63	0,22	0,93	23,75	0,15	0,64	23,69	0,22	0,93
59	3,04	2,62	86,22	24,41	0,06	0,24	24,52	0,06	0,25	24,49	0,06	0,24
62	3,28	2,70	82,20	25,83	0,05	0,20	26,06	0,05	0,18	26,03	0,05	0,19
64	2,31	3,56	153,87	27,00	0,02	0,09	27,30	0,27	1,01	27,08	0,02	0,09
B	2,43	2,16	88,64	29,55	0,35	1,18	29,64	0,35	1,20	29,60	0,35	1,18
D	1,12	1,34	119,80	31,37	0,02	0,07	31,56	0,04	0,13	31,51	0,02	0,07
72	1,14	1,31	115,53	32,61	0,38	1,16	32,65	0,33	1,02	32,60	0,38	1,16
E	2,09	1,43	68,40	33,72	0,29	0,86	33,79	0,29	0,86	33,76	0,29	0,86
73	2,42	1,06	43,52	35,14	0,20	0,57	35,22	0,21	0,59	35,20	0,20	0,57
78	1,44	1,19	82,97	37,22	0,38	1,02	37,27	0,38	1,03	37,25	0,38	1,02
G	1,12	1,38	123,46	40,39	0,30	0,74	40,43	0,31	0,76	40,41	0,30	0,74
80	0,87	1,01	115,65	41,24	0,13	0,32	41,29	0,14	0,33	41,26	0,13	0,32
H	1,80	1,68	93,33	42,03	0,05	0,12	42,09	0,06	0,15	42,06	0,05	0,12

continua...

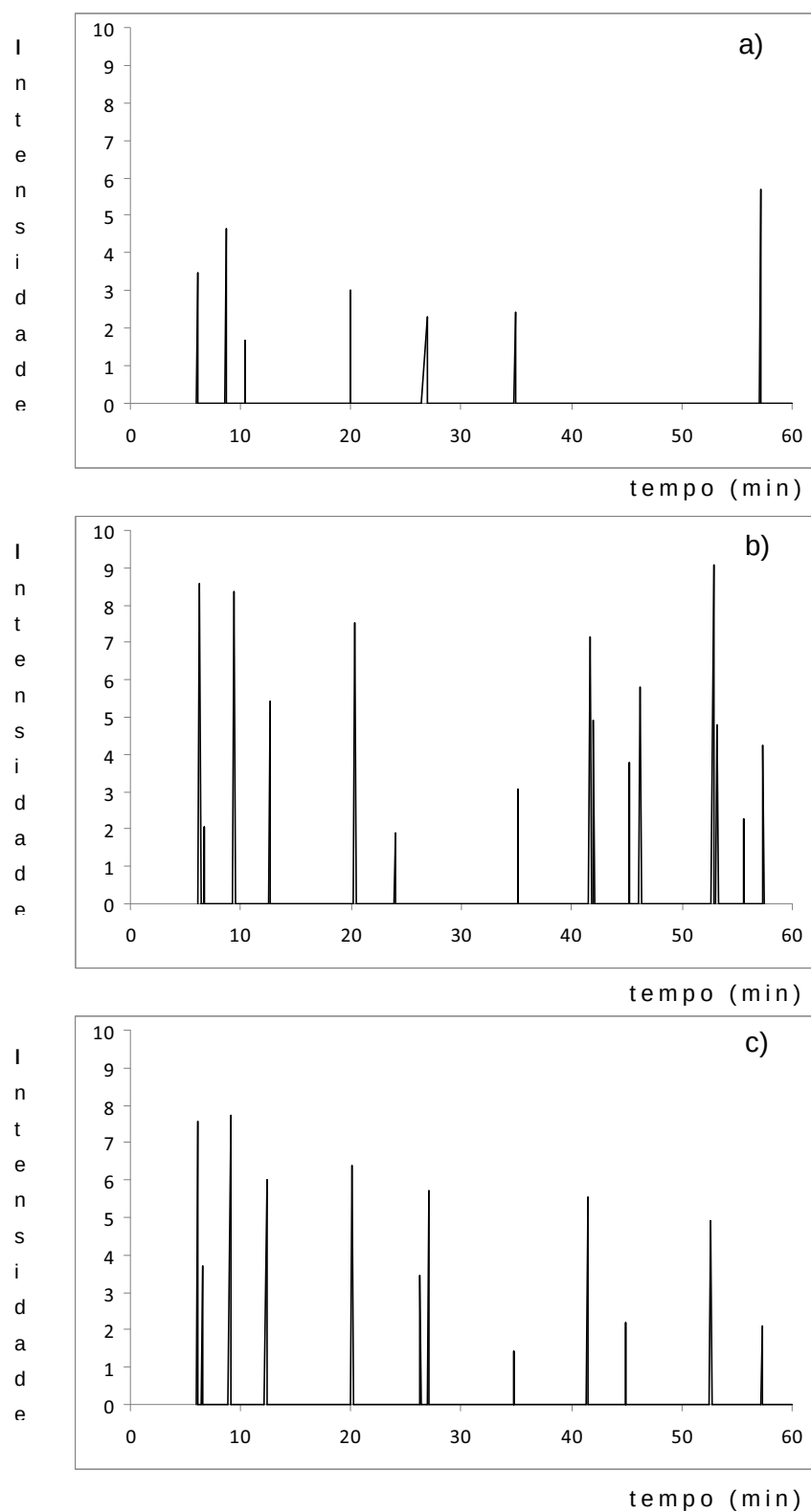
Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
J	0,98	1,14	116,36	42,56	0,21	0,48	42,35	0,13	0,31	42,58	0,21	0,48
M	1,51	1,87	123,23	44,36	0,11	0,25	44,45	0,15	0,33	44,41	0,11	0,25
N	4,27	1,62	37,97	45,01	0,05	0,10	45,12	0,04	0,09	45,08	0,05	0,10
O	0,87	1,07	123,59	47,72	0,14	0,30	47,81	0,11	0,22	47,76	0,14	0,30
Q	2,15	2,77	128,72	48,79	0,25	0,52	49,01	0,45	0,91	48,83	0,25	0,52
87	1,33	1,15	86,69	50,46	0,02	0,03	50,50	0,00	0,00	50,48	0,02	0,03
S	4,88	3,45	70,69	52,62	0,14	0,26	52,68	0,22	0,41	52,74	0,09	0,17
Z	1,89	2,19	115,47	57,22	0,04	0,08	57,33	0,02	0,04	57,28	0,04	0,08

Anexo 13. Média, desvio padrão (dp) e coeficiente de variação da Intensidade máxima, tempo Inicial, tempo final e tempo de intensidade máxima dos picos odoríferos detectados na polpa de maracujá convencional do estádio de cor de casca 3/3 amarela.

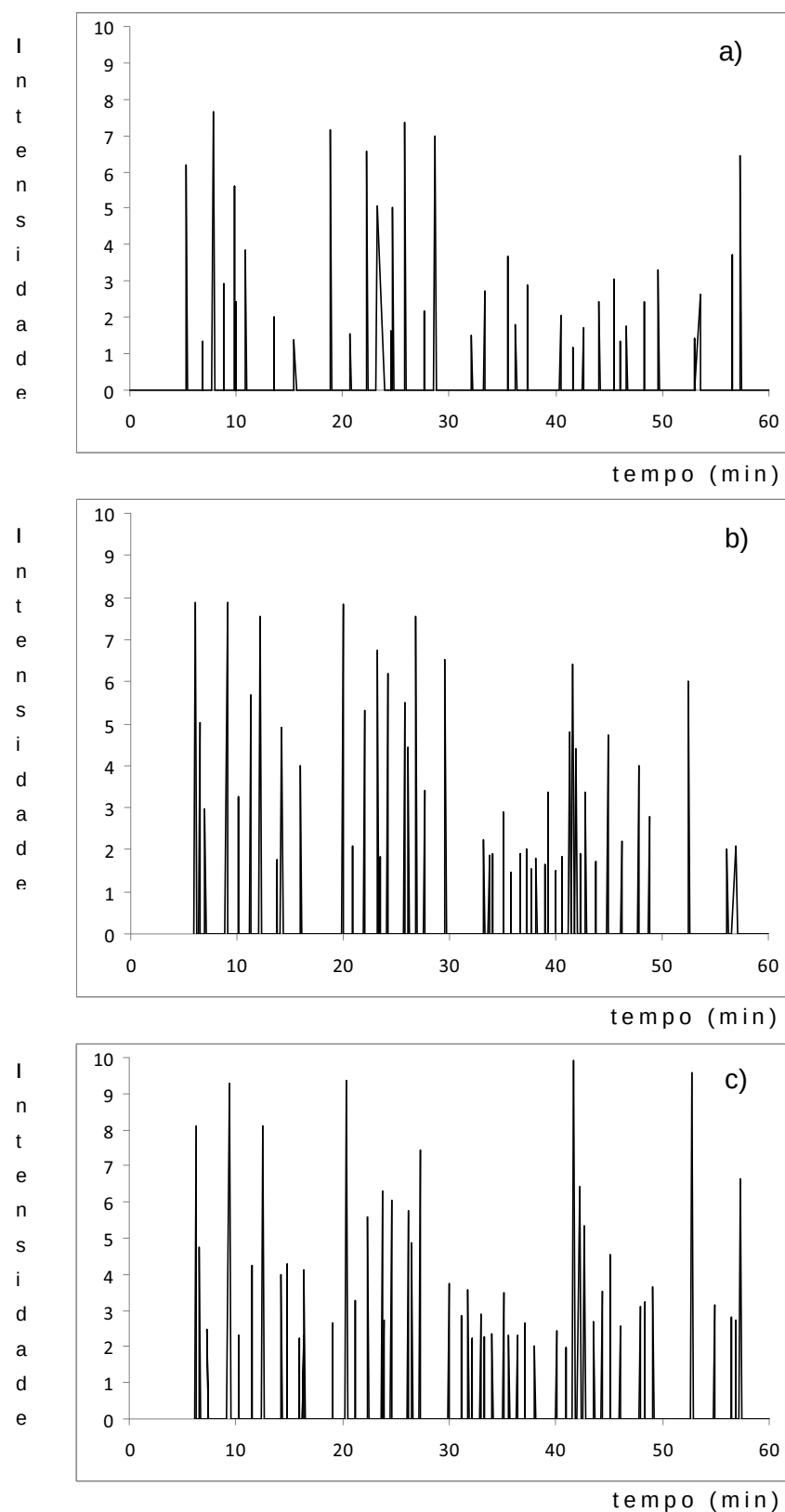
Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
5	1,30	0,90	69,36	5,50	0,11	2,00	5,58	0,08	1,45	5,54	0,11	1,95
7	7,15	0,77	10,71	5,93	0,04	0,65	6,13	0,05	0,89	6,06	0,04	0,63
9	2,11	2,62	124,50	6,33	0,02	0,25	6,47	0,03	0,42	6,42	0,02	0,24
14	8,49	2,75	42,13	8,72	0,27	3,15	8,96	0,29	3,19	8,90	0,27	3,08
22	6,60	1,42	21,51	12,08	0,04	0,31	12,35	0,03	0,23	12,25	0,04	0,31
30	1,26	0,93	73,90	14,03	0,52	3,70	14,08	0,52	3,71	14,06	0,52	3,69
32	1,57	1,82	115,68	14,42	0,07	0,50	14,51	0,06	0,44	14,49	0,07	0,49
35	1,55	2,35	151,64	15,83	0,17	1,08	15,95	0,19	1,19	15,90	0,17	1,08
37	1,16	1,49	128,67	17,65	0,16	0,93	17,71	0,16	0,91	17,69	0,16	0,93
A	1,15	1,49	129,15	18,24	0,10	0,57	18,28	0,10	0,56	18,27	0,10	0,57
44	6,61	1,44	21,76	19,94	0,03	0,15	20,13	0,03	0,14	20,08	0,03	0,15
51	0,94	1,19	126,58	20,75	0,18	0,87	20,81	0,19	0,93	20,78	0,18	0,87
53	1,61	2,48	154,46	22,07	0,07	0,33	22,16	0,08	0,34	22,13	0,07	0,32
54	1,52	1,84	121,12	22,80	0,07	0,32	22,85	0,07	0,30	22,83	0,07	0,32
58	1,24	1,44	115,97	23,37	0,04	0,16	23,50	0,00	0,02	23,43	0,04	0,16
59	2,53	3,09	122,00	24,22	0,04	0,16	24,34	0,05	0,22	24,30	0,04	0,16
62	2,16	3,11	143,96	25,62	0,20	0,79	25,71	0,22	0,85	25,68	0,20	0,79
63	4,58	2,07	45,31	26,82	0,11	0,40	26,95	0,12	0,44	26,90	0,11	0,40
65	1,72	1,24	72,39	27,59	0,16	0,59	27,65	0,17	0,61	27,63	0,16	0,59
B	1,26	1,73	136,74	29,59	0,25	0,84	29,68	0,26	0,89	29,64	0,25	0,84
D	0,90	1,04	115,47	31,72	0,21	0,65	31,77	0,20	0,63	31,75	0,21	0,65
72	0,87	1,02	116,42	32,96	0,15	0,44	33,02	0,13	0,41	32,99	0,15	0,44
E	1,32	1,53	116,15	33,41	0,02	0,05	33,46	0,05	0,15	33,45	0,02	0,05

continua..

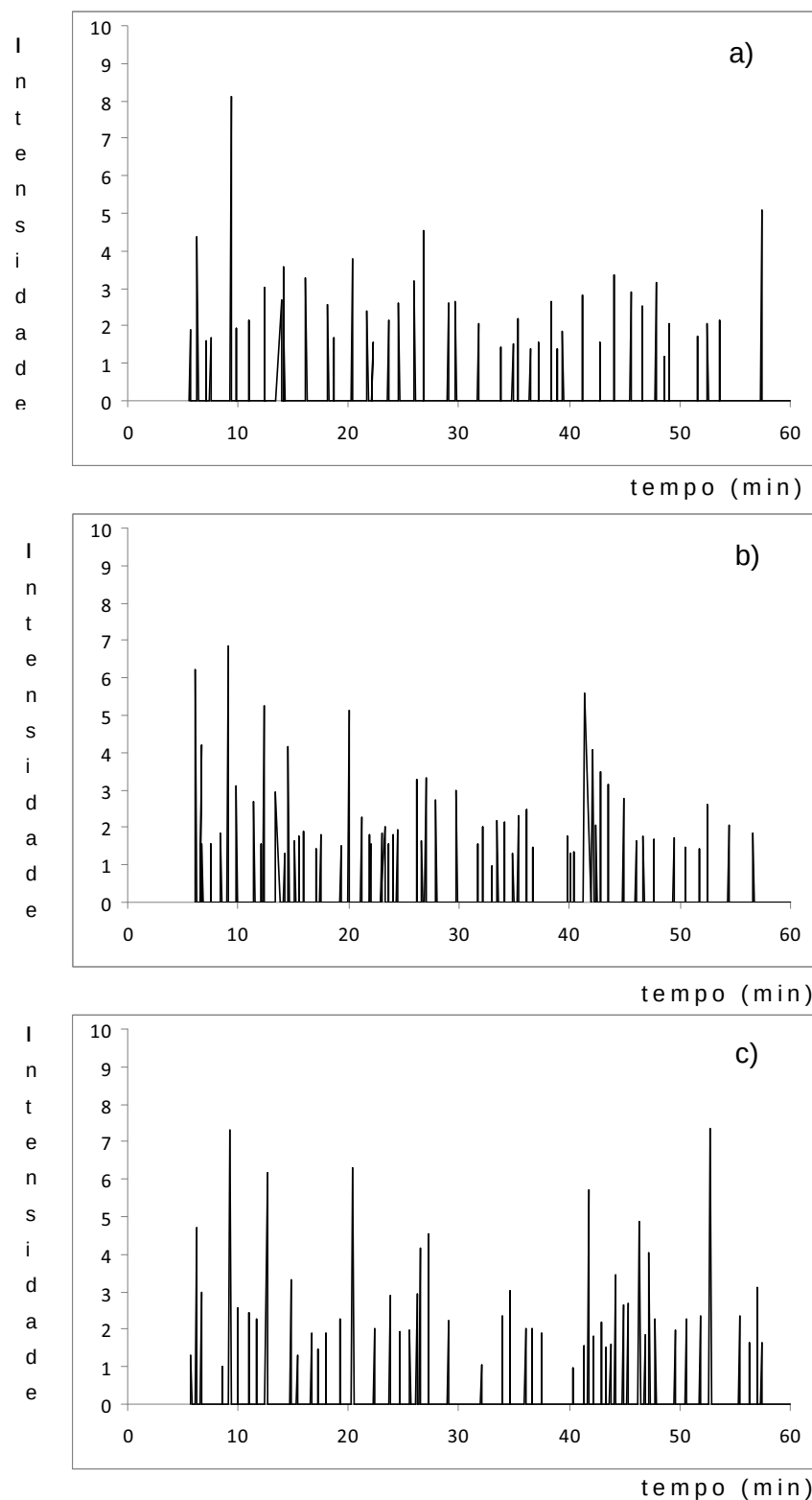
Pico	Intensidade Máxima			Tempo Inicial (minutos)			Tempo Final (minutos)			Tempo de Intensidade máxima (minutos)		
	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)	média	dp	cv (%)
F	1,59	1,18	74,09	34,76	0,24	0,69	34,82	0,25	0,73	34,79	0,24	0,69
73	1,02	1,19	115,75	35,43	0,07	0,21	35,49	0,06	0,17	35,47	0,07	0,21
76	1,61	1,31	81,38	36,46	0,14	0,39	36,51	0,14	0,39	36,49	0,14	0,39
78	1,40	1,11	79,60	37,88	0,31	0,83	37,95	0,32	0,84	37,93	0,31	0,82
79	1,03	1,36	131,67	39,30	0,16	0,42	39,34	0,05	0,12	39,24	0,16	0,42
80	4,48	2,20	49,11	41,43	0,15	0,36	41,61	0,13	0,31	41,54	0,15	0,36
H	2,54	3,49	137,70	41,71	0,19	0,46	41,94	0,17	0,42	41,88	0,19	0,46
J	2,11	2,88	136,55	42,08	0,12	0,30	42,23	0,05	0,11	42,20	0,12	0,30
L	1,09	1,27	115,98	43,07	0,01	0,02	43,12	0,01	0,02	43,09	0,01	0,02
M	1,31	1,58	120,56	44,07	0,07	0,16	44,13	0,05	0,11	44,10	0,07	0,16
N	3,57	1,12	31,33	44,92	0,05	0,10	45,02	0,05	0,11	44,99	0,05	0,10
O	1,92	1,31	68,45	47,46	0,35	0,73	47,53	0,35	0,73	47,50	0,35	0,73
Q	2,31	2,61	113,36	49,06	0,10	0,20	49,14	0,09	0,19	49,10	0,10	0,20
87	0,78	1,03	132,53	50,35	0,31	0,61	50,41	0,32	0,63	50,39	0,31	0,61
S	4,49	2,19	48,76	52,42	0,09	0,18	52,58	0,06	0,11	52,52	0,09	0,18
V	2,22	0,62	28,04	55,61	0,25	0,45	55,69	0,25	0,46	55,66	0,25	0,45
Z	3,74	1,77	47,23	57,18	0,17	0,29	57,28	0,16	0,28	57,24	0,17	0,29



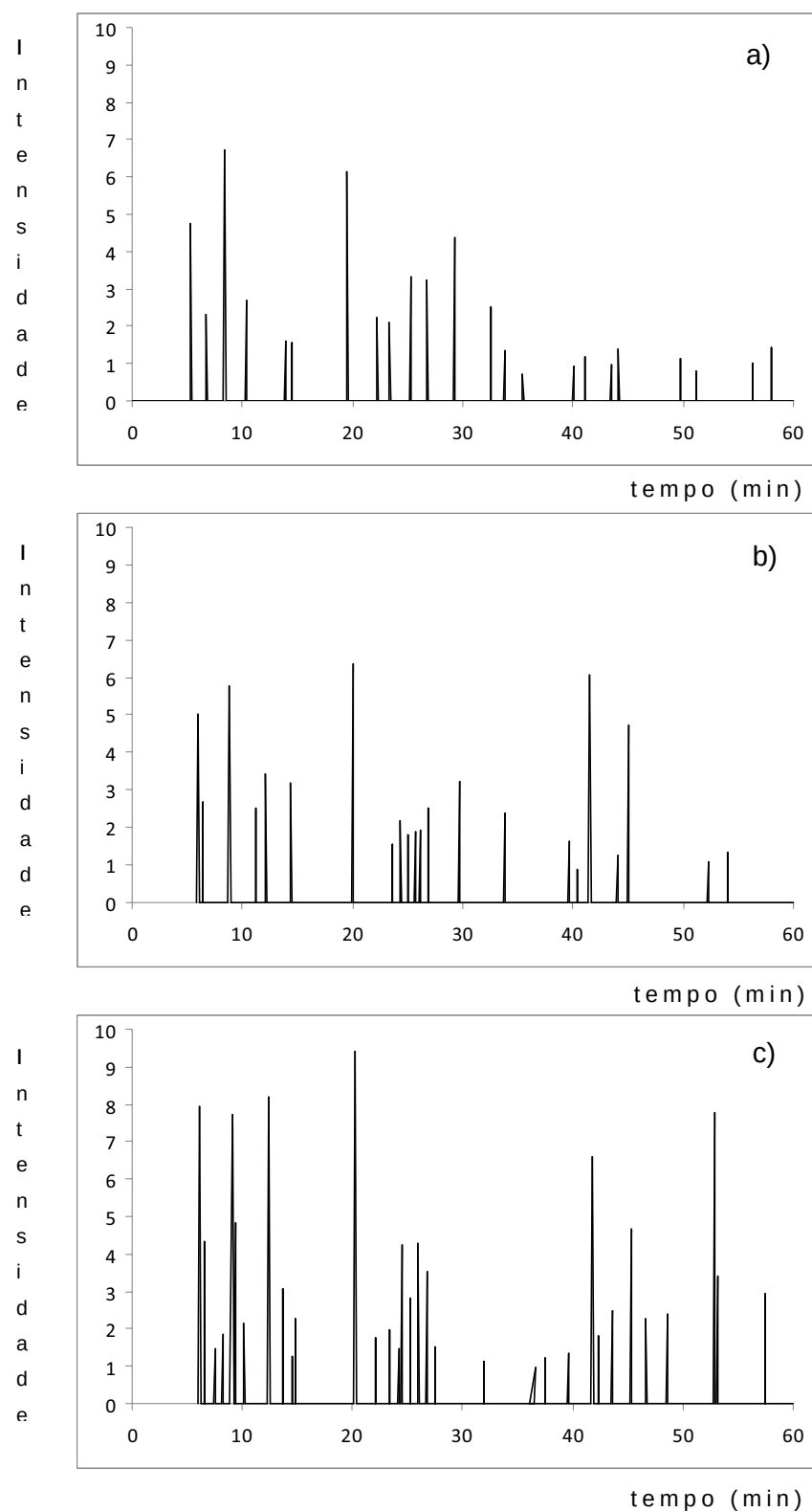
Anexo 14. Aromagramas individuais médios do julgador 1 na análise olfatométrica da polpa de maracujá orgânico dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca a) 1/3 amarela, b) 2/3 amarela e, c) 3/3 amarela.



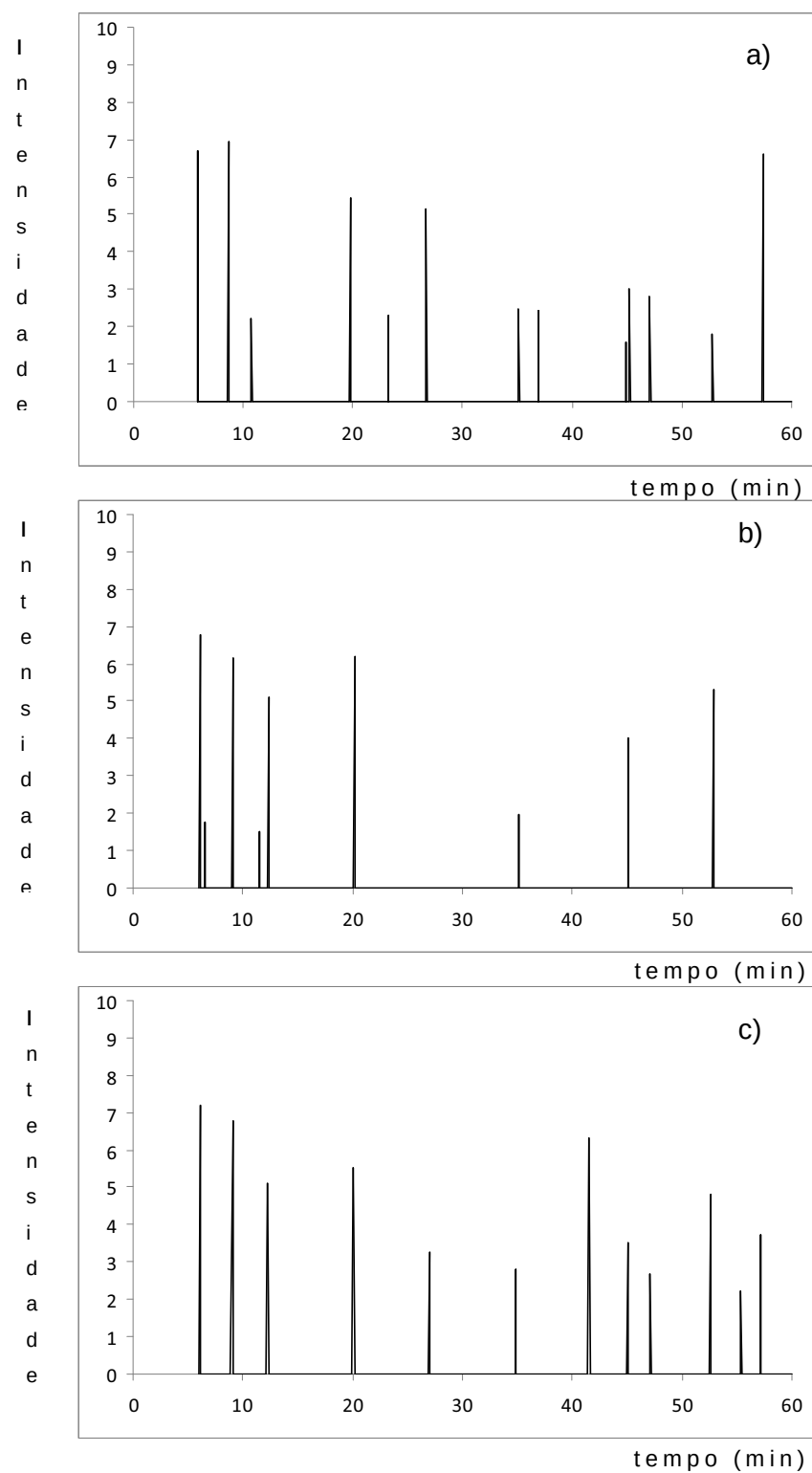
Anexo 15. Aromagramas individuais médios do julgador 2 na análise olfatométrica da polpa de maracujá orgânico dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca a) 1/3 amarela, b) 2/3 amarela e, c) 3/3 amarela.



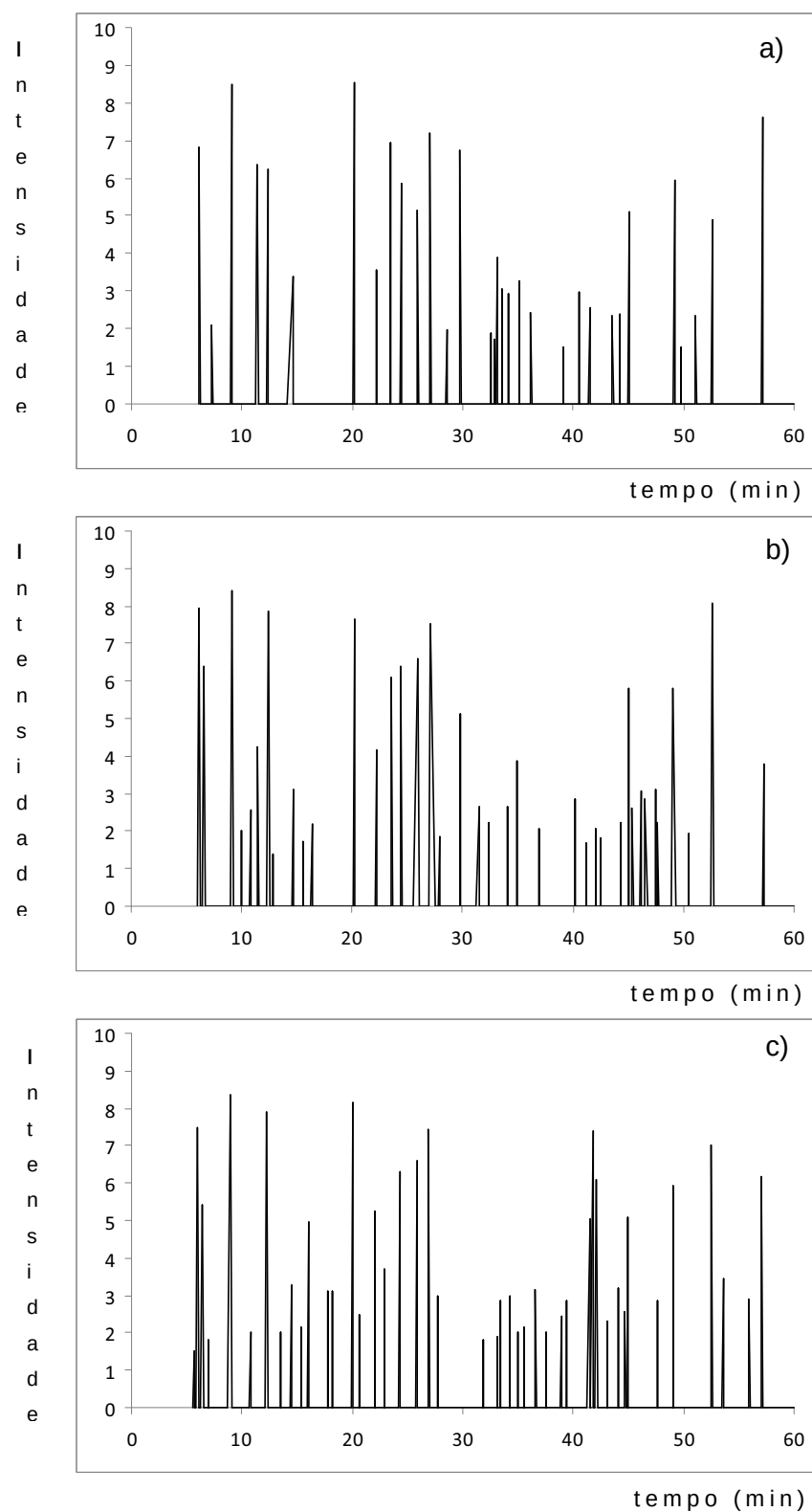
Anexo 16. Aromagramas individuais médios do julgador 3 na análise olfatométrica da polpa de maracujá orgânico dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca a) 1/3 amarela, b) 2/3 amarela e, c) 3/3 amarela.



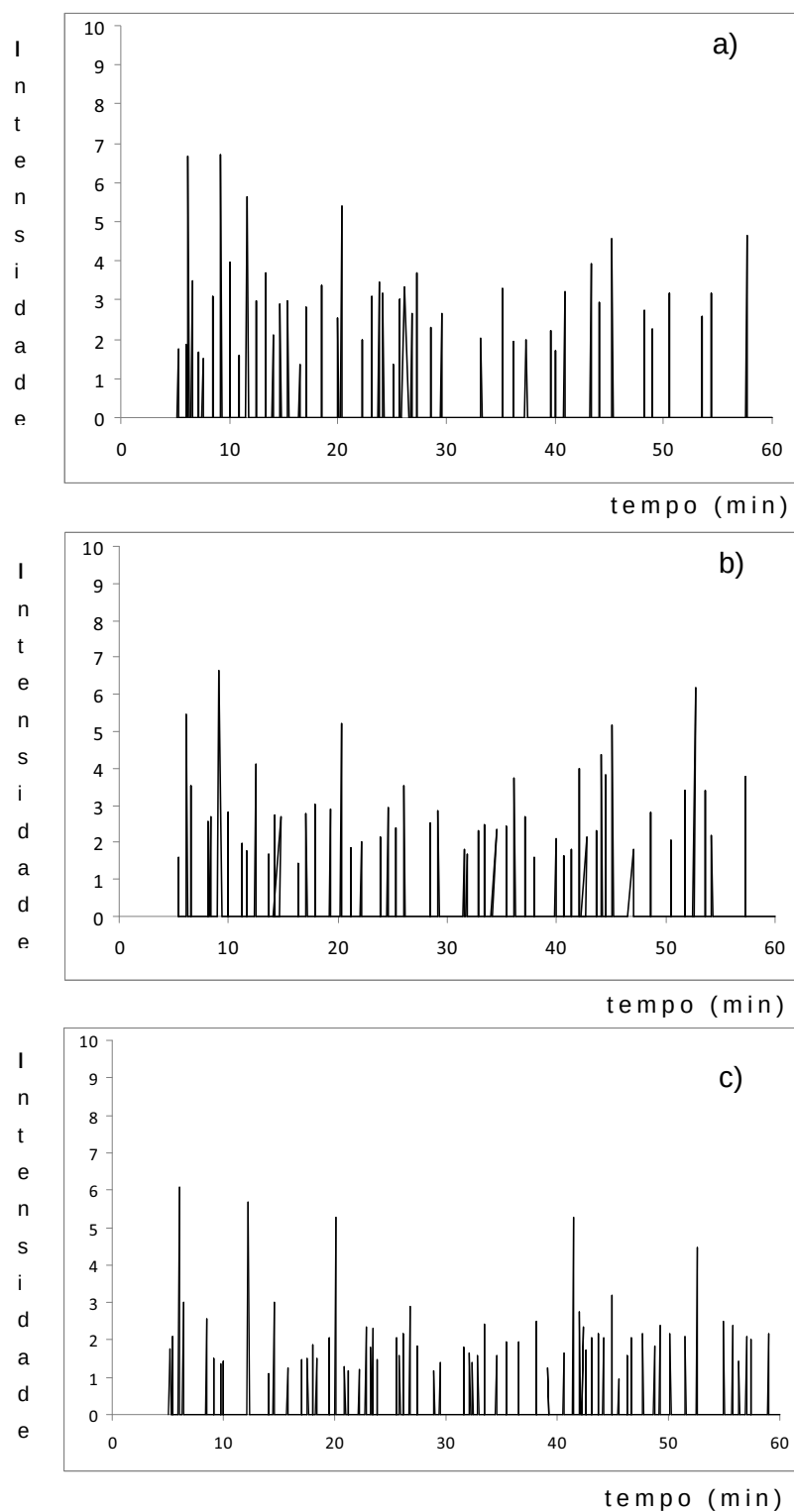
Anexo 17. Aromagramas individuais médios do julgador 4 na análise olfatométrica da polpa de maracujá orgânico dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca a) 1/3 amarela, b) 2/3 amarela e, c) 3/3 amarela.



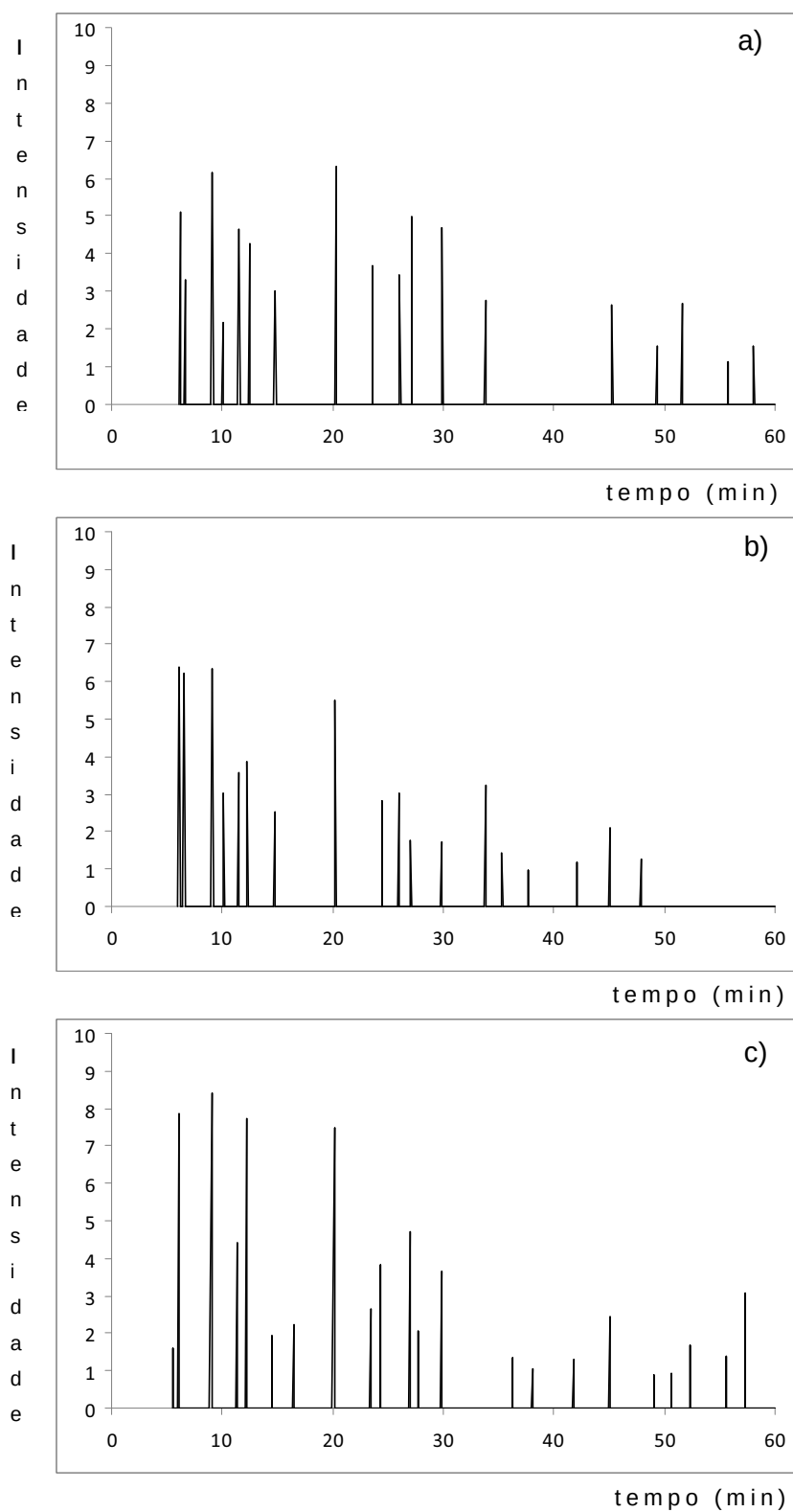
Anexo 18. Aromagramas individuais médios do julgador 1 na análise olfatométrica da polpa de maracujá convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca a) 1/3 amarela, b) 2/3 amarela e, c) 3/3 amarela.



Anexo 19. Aromagramas individuais médios do julgador 2 na análise olfatométrica da polpa de maracujá convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca a) 1/3 amarela, b) 2/3 amarela e, c) 3/3 amarela.



Anexo 20. Aromagramas individuais médios do julgador 3 na análise olfatométrica da polpa de maracujá convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca a) 1/3 amarela, b) 2/3 amarela e, c) 3/3 amarela.



Anexo 21. Aromagramas individuais médios do julgador 4 na análise CG-O da polpa de maracujá convencional dos estádios de maturação correspondentes à cor de casca a) 1/3 amarela, b) 2/3 amarela e, c) 3/3 amarela.

CONCLUSÕES GERAIS

O estudo dos compostos voláteis é fundamental para o conhecimento dos compostos responsáveis pelo aroma e sabor das frutas. Diversas técnicas podem ser utilizadas para o isolamento, separação, quantificação e identificação dos compostos voláteis, mas é necessário que se conheça a contribuição odorífera de cada composto volátil e sua importância para o aroma global da fruta, o que pode ser feito pelo emprego da olfatometria.

De maneira geral, ésteres são considerados os compostos de maior importância para o aroma do maracujá, contribuindo para o aroma doce, frutal e floral característicos da fruta. Os terpenos e os aldeídos também apresentam importância odorífera, contribuindo para o aroma floral e verde da fruta. As diferenças da importância odorífera dos compostos voláteis do maracujá podem ser atribuídas ao emprego de frutas de diferentes materiais e regiões, e de condições edafoclimáticas diversas, além das diferentes técnicas de isolamento e de análise olfatométrica empregadas.

O butanoato de etila, descrito como “doce, morango” foi o composto de maior importância odorífera para o maracujá produzido por cultivo orgânico e convencional. O hexanoato de etila, descrito como “xarope, guaraná”, carbonato de dietila, descrito como “sintético, plástico”, acetato de propila, descrito como “casca, maracujá” e um composto não identificado, descrito como “algodão doce”, foram importantes para o aroma do maracujá, apresentando maior intensidade no maracujá orgânico, quando comparado ao convencional. O acetato de *cis*-3-hexenila e o alfa-terpineol, de maior contribuição odorífera para o maracujá orgânico podem estar relacionados a compostos bioativos de ação protetora.

O uso da metodologia de superfície de resposta foi importante para a otimização das condições de extração dos compostos fenólicos da polpa de maracujá. A melhor condição de extração foi o volume de polpa de 2 mL e 90 mL solução extratora contendo 40% (v/v) de metanol em água. A polpa de maracujá de ambos os sistemas de cultivo apresentou valores de TPC que aumentaram ao longo da maturação da fruta. A AAT da polpa de maracujá orgânico sugere que compostos ativos de ação antioxidante exerçam forte influência nos

estádios iniciais de maturação, quando o TPC ainda não atingiu sua máxima concentração. A AAT da polpa de maracujá convencional aumentou durante a maturação da fruta.

A polpa de maracujá proveniente de ambos os tipos de cultivo e estádios de maturação estava em conformidade com o PIQ em relação a todos os parâmetros avaliados. Os sólidos solúveis, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico da polpa orgânica e convencional aumentaram ao longo da maturação, e a acidez total titulável reduziu.

A aceitação sensorial dos sucos preparados com as polpas orgânicas e convencionais aumentou com a maturação da fruta. O suco de maracujá orgânico do estágio de maturação correspondente à cor de casca 3/3 amarela, com as maiores médias de aceitação para os atributos aparência, aroma, impressão global, sabor, sabor característico de maracujá e acidez, e com as maiores frequências de “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, foi o que apresentou conteúdo mais elevado de sólidos solúveis, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico, além de menor teor de acidez total titulável.

A correlação entre os parâmetros físico-químicos e sensoriais indicou maior aceitação para o suco de maracujá com menor teor de acidez total titulável. Suco de maracujá com maior conteúdo de sólidos solúveis e de açúcares redutores apresentou aceitação do sabor característico de maracujá mais elevada.

Foram detectados 90 compostos voláteis no *headspace* da polpa de maracujá, dos quais 43 foram identificados. A classe química majoritária foi a dos ésteres (23), seguida dos álcoois (8), terpenos (6), aldeídos (3), cetonas (2) e ácidos (1). Os compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico apresentaram picos de maior área em relação aos da polpa de maracujá convencional em todos os estádios de maturação. O butanoato de etila e o hexanoato de etila foram majoritários em ambas as polpas de maracujá, em todos os estádios de maturação, com exceção do hexanoato de etila naquele correspondente à cor de casca 1/3 amarela da fruta orgânica. O beta-*cis*-ocimeno foi majoritário somente na polpa da fruta orgânica, dos três estádios de maturação, enquanto que o D-limoneno, foi majoritário somente na polpa convencional.

Butanoato de etila foi o composto de maior contribuição odorífera para o aroma característico do maracujá. Hexanoato de etila, carbonato de dietila, acetato de propila e o composto não identificado de IR 2072 (pico S) também apresentaram contribuição odorífera para o aroma característico e doce do maracujá, com maior intensidade no maracujá orgânico. Acetato de *cis*-3-hexenila e alfa-terpineol, importantes para o aroma cítrico, floral e frutal do maracujá, apresentaram maior intensidade odorífera no maracujá orgânico.

A intensidade odorífera do acetato de propila, acetato de *cis*-3-hexenila, hexanoato de etila, relacionados aos aromas frutais e florais do maracujá, aumentou com a maturação. Houve redução da intensidade odorífera do octanoato de etila, 1-butanol e *cis*-3-hexen-1-ol de descritos como “verde, terra e sintético”, respectivamente.

A importância odorífera dos compostos voláteis do maracujá orgânico e convencional ao longo da maturação e os parâmetros físico-químicos e sensoriais permitem indicar a viabilidade do uso da fruta para a industrialização já a partir do estágio de maturação correspondente à cor de casca 2/3 amarela, quando a polpa possui características funcionais e físico-químicas adequadas, e o suco apresenta elevada aceitação sensorial.

ANEXOS

VOLATILE COMPOUNDS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PASSION FRUIT (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) PULP

Artigo submetido e aceito para publicação na Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2010.

INFLUÊNCIA DO CULTIVO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS E NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO MARACUJÁ

Artigo a ser submetido à Revista *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2010.

ANEXO 1

VOLATILE COMPOUNDS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL PASSION FRUIT (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) PULP

Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp

Compostos voláteis da polpa de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) orgânica e convencional

Mariana Serrão MACORIS¹; Natália Soares JANZANTTI¹; Deborah dos Santos GARRUTI², Magali MONTEIRO^{1*}

Abstract

The volatile composition from organic and conventional passion fruit pulps, produced in Brazil, were investigated. The pulps were also physicochemically characterized. The volatile compounds from the headspace of the passion fruit pulp were stripped to a Porapak Q trap for 2 h and eluted with 300 µL of dichloromethane, separated by gas chromatography/flame ionisation detection and identified by gas chromatography/mass spectrometry. Both pulps conformed to the requirements of the Brazilian legislation, indicating they were suitable to be industrialized and consumed. A total of 77 compounds were detected in the headspace of the passion fruit pulps, 60 of which were identified, comprising 91% of the total chromatogram area. The major compounds were ethyl butanoate, 52% and 57% of the chromatogram's total relative area for the organic and conventional passion fruit pulps, respectively; ethyl hexanoate, 22% and 9%; respectively; and hexyl butanoate, 2% and 5%, respectively. The aroma of the organic passion fruit pulp is mainly related to the volatile compounds ethyl hexanoate, methyl hexanoate, *beta*-myrcene and D-limonene. The conventional passion fruit pulp showed methyl butanoate, butyl acetate, hexanal, 1-butanol, butyl butanoate, *trans*-3-hexenyl acetate, *cis*-3-hexen-1-ol, butyl hexanoate, hexyl butanoate, 3-hexenyl butanoate and 3-hexenyl hexanoate as the principal volatile compounds for the aroma.

Keywords: Organic passion fruit, aroma, flavor chemistry, fruit pulp, gas chromatography–mass spectrometry

^a Department of Food and Nutrition. School of Pharmaceutical Science, São Paulo State University-UNESP. P.O. Box 502. 14801-902. Araraquara, SP, Brazil. Tel.: +55 16 33016930; fax: +55 16 33016920. E-mail: monteiro@fcfar.unesp.br

^b Embrapa Tropical Agroindustry, P.O. Box 3761, 60511-110, Fortaleza, CE, Brazil.

* Corresponding author

Resumo

A composição de voláteis das polpas de maracujá orgânico e convencional produzido no Brasil foi estudada. As polpas também foram caracterizadas físico-quimicamente. Os compostos voláteis do *headspace* da polpa de maracujá foram capturados em Porapak Q por 2 h, eluidos do polímero com 300 µL de diclorometano, separados por cromatografia gasosa/ionização de chama e identificados por cromatografia gasosa/espectrometria de massas. Ambas as polpas estavam de acordo com as exigências da legislação brasileira, indicando que estavam adequadas para a industrialização e consumo. Um total de 77 compostos foi detectado no *headspace* das polpas de maracujá, dos quais 60 foram identificados, compreendendo 91% da área total do cromatograma. Os compostos majoritários foram butanoato de etila, com 52% e 57% da área relativa total do cromatograma, nas polpas de maracujá orgânica e convencional, respectivamente; hexanoato de etila, com 22% e 9%, respectivamente; e butanoato de hexila, com 2% e 5%, respectivamente. O aroma da polpa de maracujá orgânico está relacionado principalmente aos compostos voláteis hexanoato de etila, hexanoato de metila, *beta*-mirceno e D-limoneno. Na polpa de maracujá convencional, os compostos voláteis butanoato de metila, acetato de butila, hexanal, 1-butanol, butanoato de butila, acetato de *trans*-3-hexenila, *cis*-3-hexen-1-ol, hexanoato de butila, butanoato de hexila, butanoato de 3-hexenila e hexanoato de 3-hexenila foram relacionados ao aroma.

Palavras-chave: maracujá orgânico, aroma, química do sabor, polpa de fruta, cromatografia gasosa/espectrometria de massas

1 Introduction

Tropical fruits are produced in Brazil on a large scale and represent an important economic activity. Fruit production was approximately 41.2 million ton in 2005, being responsible for 13% of the Brazilian agricultural production, occupying 2.3 million hectares and providing 6 million jobs (ALMEIDA, 2008).

Yellow passion fruit is widely produced and consumed in Brazil. Both the fresh fruit and the juice are highly appreciated because of its sensory characteristics. Passion fruit has

been grown under both conventional and organic systems. The production of organic food has already reached 30.4 million hectares of certified cultivated area in the world, and around 880 thousands hectares in Brazil (WILLER et al., 2008). The increasing consumption of organic products is related to consumer concern with a healthier life style and the need for environmental preservation, which has led consumers to search for good quality food produced without the use of chemical products (SANTOS; MONTEIRO, 2004).

The volatile compounds responsible for the aroma and flavor of foods are present in minute amounts, and those contributing to the flavor of fruits may vary according to the stage of maturity, the cultivar and the edaphoclimatic conditions, amongst others. Organic and conventional cultivation may also affect fruit quality (WILLER et al., 2008). Abiotic and biotic factors, especially injury by pathogenic insects that affect plants, are responsible for changing the plant physiology and also for inducing secondary metabolite synthesis leading to important changes in the physicochemical characteristics and in the composition of the volatile compounds, such as terpenes and esters, important for the characteristic aroma of passion fruit (HEIL; BOSTOCK, 2002).

The techniques used to study the volatile composition of foods include the isolation, separation and identification of the compounds, as well as sensory analyzes (THOMAZINI; FRANCO, 2000). Porous polymers have been widely used for the isolation of aroma compounds from many fruits such as mango, papaya, guava, umbu-caja, camu-camu, araçá-boi, cupuaçu, cashew apple, apple and passion fruit (SHIBAMOTO; TANG, 1990; FRANCO; SHIBAMOTO, 2000; JANZANTTI et al., 2000; FRANCO et al., 2004; GARRUTI et al., 2003; NARAIN et al., 2004; JALES et al., 2005).

Many volatile compounds have been identified in passion fruit (YOUNG; PATERSON, 1990; ENGEL; TRESSL, 1991; WINTERHALTER, 1991; WERKHOFF et al., 1998; PINO, 1997; JORDÁN et al., 2002; JALES et al., 2005). Esters, terpenes and sulfur compounds are considered to be the most important components of the characteristic passion fruit flavor, the major group being the class of esters (ENGEL; TRESSL, 1991; WERKHOFF et al., 1998;

Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp JORDÁN et al., 2002; NARAIN et al., 2004). Although organic passion fruit has been used in Brazil mainly as juice and pulp, reports on its volatile composition are not available.

The aim of this work was to investigate the volatile composition of yellow passion fruit, comparing the organic and conventional pulps.

2 Materials and methods

2.1 Materials

Organic and conventional yellow passion fruits, Afruvec material, were obtained from producers in the Southwest region of the State of São Paulo, Brazil, during the 2006 harvest. The organic fruits, certified at the Biodynamic Institute (IBD), São Paulo, Brazil, were cultivated in Paulistânia, SP (22°34'42" S and 49°24'10" W, 645 m altitud). The conventional fruits were cultivated in Bauru, SP (22°19'18" S and 49°04'13" W, 526 m altitud). 40 Kg of organic and conventional passion fruit from the same stage of development were harvested and immediately taken to the laboratory. The fruits were screened, inspected and washed and the pulp was separated from the seeds and peel, which were discarded, leaving the clean pulp. The pulp was packed directly into hermetically sealed 250 mL glass flasks and stored in a freezer at -18 °C until the analysis (DE MARCHI et al., 2000; AMARO; MONTEIRO, 2001).

The chemical standards were purchased from Fluka and Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany).

2.2 Physicochemical analysis

The titratable acidity, pH, soluble solids, reducing and total sugars and ascorbic acid contents of the organic and conventional yellow passion fruit pulps were determined according to AOAC methodology (1998). Three replicate analyses were carried out for each sample.

2.3 Isolation of the volatile composition

The isolation of the volatile compounds followed the method described by Franco and Rodriguez-Amaya (1983). Three hundred grams of passion fruit pulp were placed in a 1000 mL flask with 30% NaCl (w/w), used to avoid the enzymatic degradation of the volatile compounds. The volatile compounds from the headspace of the passion fruit pulp were swept by vacuum at room temperature, trapped into a porous polymer trap (100 mg of a 80-100 mesh Porapak Q, Waters Associates, Milford, USA) and then eluted with 300 μ L of solvent. The polymer was previously conditioned in an ultra pure N₂ flow (40 mL/min) at 170 °C for 8 hours. Three replicates of the organic and conventional yellow passion fruit pulps were analyzed.

In order to obtain the most representative isolate of passion fruit aroma, previous experiments were conducted to choose the best trapping time (1, 2 or 3 h) and solvent, dichloromethane (Tedia, Fairfield, USA) or hexane (Mallinckrodt, Phillipsburg, USA), which best eluted the most characteristic volatile compounds from the passion fruit pulp. A trained and selected panel constituted of four judges analyzed the aroma of the isolates in a 9-centimeter non-structured scale, anchored by the terms “low characteristic odor” and “very characteristic odor” at the left and right ends, respectively (BASTOS et al., 1998; MACORIS et al., 2007). Both parameters were analyzed in four replicates.

2.4 Gas chromatography/flame ionization detection (GC/FID)

Prior to chromatographic analysis it was investigated which column, DB-Wax or DB-1 capillary columns, both from J&W Scientific (Folsom, USA), showed the best resolution. Then the GC/FID analyses were performed using a Shimadzu 2010 GC (Kyoto, Japan). The DB-Wax column (30 m length, 0.25 mm i.d., 0.25 μ m film thickness) was maintained at 40 °C for 10 min and then programmed to rise to 200 °C at 5 °C/min, where it was held for 10 min. The splitless mode injector was maintained at 200 °C and the FID at 250 °C. Hydrogen

Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp was the carrier gas at a flow rate of 1.3 mL/min. Three replicate analyses were carried out for each pulp. Semi-quantitative analysis of the compounds was performed by normalization.

2.5 Gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)

The identification of the volatile compounds was carried out by GC/MS analysis. A Shimadzu 2010 GC equipped with a Shimadzu 2010 Mass Detector (Kyoto, Japan) was used to obtain the mass spectra data. The column and temperature programs were the same as those used in the CG-FID. Helium was the carrier gas at a flow rate of 1.3 mL/min. The injector and detector temperatures were 250 °C and 280 °C, respectively. Mass spectra data were obtained by electron impact at 70 eV, in the scan mode, m/z range from 35 to 350.

The volatile compounds were identified using both the mass spectra (NIST vers. 1.7) and the literature data (ACREE; ARN, 2008). Retention indices were determined using homologous series of normal n-alkanes, C₁₀-C₂₆. The identities were confirmed by comparison of the relative retention indices of the compounds with those of authentic standards or from literature sources (WHERKHOF et al., 1998; JORDÁN et al., 2002; JALES et al., 2005).

2.6. Statistical analysis

The one-way ANOVA and Tukey tests were used to compare the average values obtained in the volatile composition and physicochemical analyses (Statistical Analysis System, 1996). Peaks with relative area $\leq 0.04\%$, near to the peak threshold limit for integration, were not submitted to ANOVA.

3 Results and discussion

3.1. Physicochemical analysis

Brazilian legislation establishes values of 2.5 g of citric acid/100 mL, glucose content lower than 18.0 g/100 mL, 11 °Brix and pH values between 2.7 and 3.8 as standard of identity and quality of passion fruit pulp (BRASIL, 2000). All the physicochemical parameters (Table 1) conformed to the requirements of the Brazilian legislation, indicating that the pulps were suitable to be industrialized and consumed. Significant differences ($p \leq 0.05$) were found

between the organic and conventional passion fruit pulps for all the physicochemical parameters, except for the ascorbic acid content. Conventional passion fruit pulp showed higher values ($p \leq 0.05$) for acidity, pH, soluble solids and reducing and total sugars than organic passion fruit pulp, which was only higher ($p \leq 0.05$) for the ratio. The organic and conventional passion fruit pulps showed almost the same range for the ascorbic acid content (Table 1).

Table 1. Physicochemical parameters of the organic and conventional passion fruit pulps.

Parameters	Organic	Conventional
Titrateable Acidity (g citric acid/100 mL)	$4.26^b \pm 0.04$ (0.89)	$5.11^a \pm 0.01$ (0.11)
pH	$3.16^b \pm 0.05$ (1.45)	$3.29^a \pm 0.03$ (0.93)
Soluble solids (°Brix)	$13.27^b \pm 0.16$ (0.87)	$14.80^a \pm 0.00$ (0.00)
Ratio	$3.11^a \pm 0.03$ (0.85)	$2.90^b \pm 0.00$ (0.00)
Reducing sugars (g glucose/100 mL)	$3.06^b \pm 0.17$ (5.40)	$4.31^a \pm 0.13$ (3.03)
Total sugars (g glucose/100 mL)	$5.51^b \pm 0.07$ (1.34)	$5.97^a \pm 0.09$ (1.55)
Ascorbic acid (mg /100 mL)	$10.60^a \pm 0.21$ (1.96)	$10.87^a \pm 0.10$ (0.92)

Mean $\pm$ standard deviation, relative standard deviation (%) in brackets, $n=3$.

Means with the same letter I the same line did not differ significantly in the Tukey test ($p \leq 0.05$).

Amaro and Monteiro (2001) evaluated the physicochemical parameters of organic and conventional passion fruit, IAC-75 material. Similar values as ours were obtained for titrateable acidity, soluble solids content and ratio, although slightly higher pH values were found. Also, ascorbic acid content of passion fruit of about 15 mg/100 mL pulp, described by MONTEIRO et al. (2005), was also reported by Amaro and Monteiro (2001). In the present study, the passion fruit pulp showed lower ascorbic acid contents.

3.2 Volatile composition

The profile of the volatile compounds obtained from the passion fruit pulp using dichloromethane and hexane elution, after separation using DB-Wax and DB-1 columns, were similar, although a better separation of the volatile compounds was obtained using the DB-Wax column, which was therefore chosen for the subsequent experiments. The DB-1 column showed some impurities, which could influence the analysis. It was observed that dichloromethane eluted a larger number of volatile compounds from the polymer trap when

Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp compared to hexane elution. The results indicated dichloromethane as the most efficient solvent and DB-Wax as the highest resolution column, under the conditions studied. Furthermore, the dichloromethane isolate showed a greater intensity for characteristic odor (7.37) ($p \leq 0.05$). Isolation after 1, 2 and 3 hours of trapping showed differences, but with high means (6.91 to 7.75) for intensity of the passion fruit characteristic odor. The highest intensity of passion fruit characteristic odor (7.75) was achieved using 2 hours of trapping, although no significant difference ($p > 0.05$) was observed between 2 and 3 hours of trapping. Thus the conditions fixed for the isolation and separation were 2 hours of trapping, elution with dichloromethane and the DB-Wax column. It should be pointed out that a representative isolate was obtained using these conditions.

Seventy-seven compounds were detected in the headspace of the organic (Figure 1a) and conventional (Figure 1b) passion fruit pulps using GC/FID, 60 of which were identified by GC/MS and retention indices data, comprising 91% of the chromatogram area. The majority of the volatile compounds was composed of esters (28 compounds), plus 13 alcohols, 7 terpenes, 6 ketones, 4 hydrocarbons, 1 aldehyde and 1 acid.

Most of the compounds were the same for both passion fruit pulps. Ethyl butanoate, 52% and 57% of the relative area of the chromatogram, in the organic and conventional passion fruit pulps, respectively; ethyl hexanoate, 22% and 9%; respectively; hexyl butanoate, 2% and 5%, respectively, were the major compounds (Table 2).

The organic passion fruit pulp showed relatively higher quantities ($p \leq 0.05$) of 3-methylbutyl acetate and ethyl hexanoate, but relatively lower quantities ($p \leq 0.05$) of methyl butanoate, butyl acetate, butyl butanoate, hexyl acetate, *trans*-3-hexenyl acetate, butyl hexanoate, hexyl butanoate, 3-hexenyl butanoate, 3-hexenyl hexanoate and *cis*-3-hexen-1-ol than the conventional passion fruit pulp.

Table 2. Relative areas¹ (%) of the main volatile compounds in the organic and conventional passion fruit pulps.

Compound	RI DB-Wax	Organic	Conventional
propyl acetate	<1000	0.23 ^a ± 0.06	0.24 ^a ± 0.02
methyl butanoate	<1000	0.45 ^b ± 0.10	0.94 ^a ± 0.11
ethyl butanoate	1036	52.50 ^a ± 4,31	57.34 ^a ± 2.77
2-methyl-3-buten-2-ol	1042	0.76 ^a ± 0,35	0.65 ^a ± 0.19
butyl acetate	1072	0.45 ^b ± 0.02	1.91 ^a ± 0.06
hexanal	1078	nd-tr	0.40 ± 0,05
3-methylbutyl acetate	1126	0.20 ^a ± 0.00	0.17 ^b ± 0.00
1-butanol	1154	0.20 ^a ± 0.05	0.41 ^a ± 0.07
<i>beta</i> -myrcene	1166	1.32 ^a ± 0.40	0.58 ^a ± 0.01
methyl hexanoate	1188	0.21 ± 0,04	nd
D-limonene	1190	0.88 ^a ± 0.29	0.43 ^a ± 0.06
butyl butanoate	1221	0.14 ^b ± 0.01	0.56 ^a ± 0.05
ethyl hexanoate	1239	22.37 ^a ± 1.48	8.90 ^b ± 0.09
<i>beta</i> -ocimene	1253	1.21 ^a ± 0.37	1.10 ^a ± 0.108
hexyl acetate	1276	1.93 ^b ± 0.17	3.08 ^a ± 0.39
ethyl 3-hexenoate	1302	0.37 ^a ± 0.01	0.37 ^a ± 0.05
<i>trans</i> -3-hexenyl acetate	1318	0.65 ^b ± 0.02	2.71 ^a ± 0.40
1-hexanol	1364	1.60 ^a ± 0.18	1.78 ^a ± 0.32
<i>cis</i> -3-hexen-1-ol	1391	0.20 ^b ± 0.03	0.49 ^a ± 0.07
butyl hexanoate	1414	0.20 ^b ± 0.05	0.58 ^a ± 0.09
hexyl butanoate	1418	2.24 ^b ± 0.60	4.86 ^a ± 0.78
3-hexenyl butanoate	1463	0.22 ^b ± 0.04	1.10 ^a ± 0.19
hexyl hexanoate	1613	1.55 ^a ± 0.66	2.13 ^a ± 0.38
3-hexenyl hexanoate	1660	0.14 ^b ± 0.05	0.53 ^a ± 0.10

nd, not detected; tr, trace ≤ 0.04% of the total relative area; RI, retention indices.

¹Area = mean of 3 replicates.

Means with the same letter in the same line did not differ significantly in the Tukey test ($p \leq 0.05$).

Some differences in the minor peaks, not included in the ANOVA, were also observed. *Beta*-myrcene and D-limonene were detected in higher quantities in the organic passion fruit pulp, while hexanal, 1-butanol and hexyl hexanoate were higher in the conventional passion fruit pulp. Methyl hexanoate was only detected in the organic passion fruit pulp (Table 2).

Thirteen esters (propyl acetate, 2-methylpropyl acetate, ethyl isovalerate, ethyl carbonate, ethyl valerate, pentyl acetate, prenyl acetate, (*cis* and *trans*)-ethyl 3-hexenoate, *cis*-3-hexenyl acetate, ethyl octanoate, ethyl 4-octenoate, methyl palmitate), eleven alcohols (2-butanol, 2-methyl-3-buten-2-ol, isobutyl alcohol, 3-methylbutanol, hexanol, *trans*-3-hexen-1-ol, 2-heptanol, 6-methyl-5-hepten-2-ol, 1-octanol, benzyl alcohol, pentadecanol), five

Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp terpenes (*beta*-ocimene, terpinolene, *beta*-linalool, terpinen-4-ol, *alpha*-terpineol), five ketones (2-pentanone, 3-hexanone, 2-heptanone, 6-methyl-5-hepten-2-one, 3-nonanone), four hydrocarbons (heptadecane, octadecane, nonadecane, docosane) and one acid (octanoic acid) were detected in similar minor amounts in both passion fruit pulps.

Ethyl hexanoate, methyl hexanoate, *beta*-myrcene and D-limonene were about twice as high in the organic passion fruit pulp and, methyl butanoate, butyl acetate, hexanal, 1-butanol, butyl butanoate, *trans*-3-hexenyl acetate, *cis*-3-hexen-1-ol, butyl hexanoate, hexyl butanoate, 3-hexenyl butanoate and 3-hexenyl hexanoate were more than twice as high in the conventional passion fruit pulp (Table 2). The main differences between the aroma of organic and conventional passion fruit pulps could be attributed to these compounds. Ethyl butanoate, hexyl butanoate, ethyl hexanoate and hexyl hexanoate, responsible for the sweet, fruity and floral notes, and terpenes are considered to be the most important for the characteristic passion fruit flavor (SHIBAMOTO; TANG, 1990; YOUNG; PATERSON, 1990; PINO et al., 1995; WERKHOFF et al., 1998; JALES et al., 2005).

4 Conclusions

The aroma of the organic passion fruit pulp is mainly related to the volatile compounds ethyl hexanoate, methyl hexanoate, *beta*-myrcene and D-limonene. The conventional passion fruit pulp showed methyl butanoate, butyl acetate, hexanal, 1-butanol, butyl butanoate, *trans*-3-hexenyl acetate, *cis*-3-hexen-1-ol, butyl hexanoate, hexyl butanoate, 3-hexenyl butanoate and 3-hexenyl hexanoate as the principal volatile compounds for the aroma.

Acknowledgments

The authors thank FAPESP and PRODOC/CAPES for their financial support.

References

1. ACREE, T.; ARN, H. **Flavornet**. Disponível em: <<http://www.flavornet.org/flavornet.html>>. Acesso em: 20 mar. 2008.
2. ALMEIDA, C. O. **Fruticultura brasileira em análise**. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=24830>>. Acesso em: 20 mar. 2008.

3. AMARO, A. P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Alimentos e Nutrição**, v. 12, p. 171-184, 2001.
4. AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Washington, DC: AOAC, 16th ed., 1998.
5. BASTOS, D. H. M.; DA SILVA, M. A. A. P.; FRANCO, M. R. B. Optimization of the isolation procedure of honey volatile compounds for further gas chromatography analysis. **Alimentos e Nutrição**, v. 9, p. 77-88, 1998.
6. BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1617>>. Acesso em: 20 mar. 2008.
7. DE MARCHI, R. et al. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 381-387, 2000.
8. ENGEL, K. H.; TRESSL, R. Identification of new sulfur-containing volatiles in yellow passion fruits (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, p. 2249-2252, 1991.
9. FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on Porapak Q by suction. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, p. 293-299, 1983.
10. FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some brazilian fruits: umbu-cajá (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*)

Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1263-1265, 2000.

11. FRANCO, M. R. B., RODRIGUEZ-AMAYA, D.; LANÇAS, F. M. Compostos voláteis de três cultivares de manga (*Mangifera indica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p.165-169, 2004.

12. GARRUTI, D. S. et al. Evaluation of volatile flavour compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the Osme gas chromatography/olfactometry technique. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 1455-1462, 2003.

13. HEIL, M.; BOSTOCK, R. M. Induced Systemic Resistance (ISR) Against Pathogens in the Context of Induced Plant Defenses. **Annals of Botany**, v. 89, n. 5, p. 503-512, 2002.

14. JALES, K. A. et al. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracayá amarillo por GC-MS y GC-O (OSME). **Noticias técnicas del laboratorio**, v. 3, p. 1-3, 2005.

15. JANZANTTI, N. S.; FRANCO, M. R. B.; LANÇAS, F. M. Identificação de compostos voláteis de maçãs (*Malus Domestica*) cultivar Fuji, por cromatografia gasosa-espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 164-171, 2000.

16. JORDÁN, M. J.; GOODNER, K. L.; SHAW, P. E. Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims F. *Flavicarpa degner*) by GC-MS and GC/O. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1523-1528, 2002.

17. MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. Isolamento dos compostos voláteis do maracujá orgânico por headspace dinâmico. In: XV ENAAL - **Encontro Nacional de Analistas de Alimentos e Congresso Latino Americano de Alimentos**. Fortaleza: Anais do XV Enaal, 2007 (CD-ROM).

18. MONTEIRO, M.; AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M. Avaliação físico-química e microbiológica da polpa de maracujá processada e armazenada sob refrigeração. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 71-76, 2005.

19. NARAIN, N. et al. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma Flavicarpa) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de *headspace* dinâmico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, p. 2, p. 212-216, 2004.
20. PINO, J. A. The volatile constituents of passion fruit. **Alimentaria**, v. 280, p. 73-81, 1997.
21. PINO, J. A.; BOYS, T.; RONCAL, E. Volatile components of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) and its pasteurized pulp. **Alimentaria**, v. 268, p. 57-59, 1995.
22. SANTOS, G. C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, p. 73-86, 2004.
23. SHIBAMOTO, T.; TANG, C. S. Minor tropical fruits - Mango, papaya, passion fruit and guava. In: MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. (Eds.) **Food Flavours Part C. The Flavour of Fruits**. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 253-267.
24. THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 34, n. 1, p. 52-59, 2000.
25. WERKHOF, P. et al. Vacuum headspace method in aroma research: Flavor chemistry of yellow passion fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 1076-1093, 1998.
26. WILLER, H.; YUSSEFI-MENZLER, M.; SORENSEN, N. **The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2008**. Germany: IFOAM, Bonn and Switzerland, FiBL, Frick, 2008.
27. WINTERHALTER, P. Fruits IV. In: MAARSE, H. (Ed.) **Volatile compounds in foods and beverage**. New York: Marcel Dekker Inc., 1991. p. 389-409.
28. YOUNG, H.; PATERSON, V. The flavour of exotic fruit. In: MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. (Eds.) **The food flavours. Part C: The flavour of fruits**. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 281-326.

Figure caption

Figure 1. GC-FID chromatograms of the organic (a) and conventional (b) passion fruit pulp.

Figures

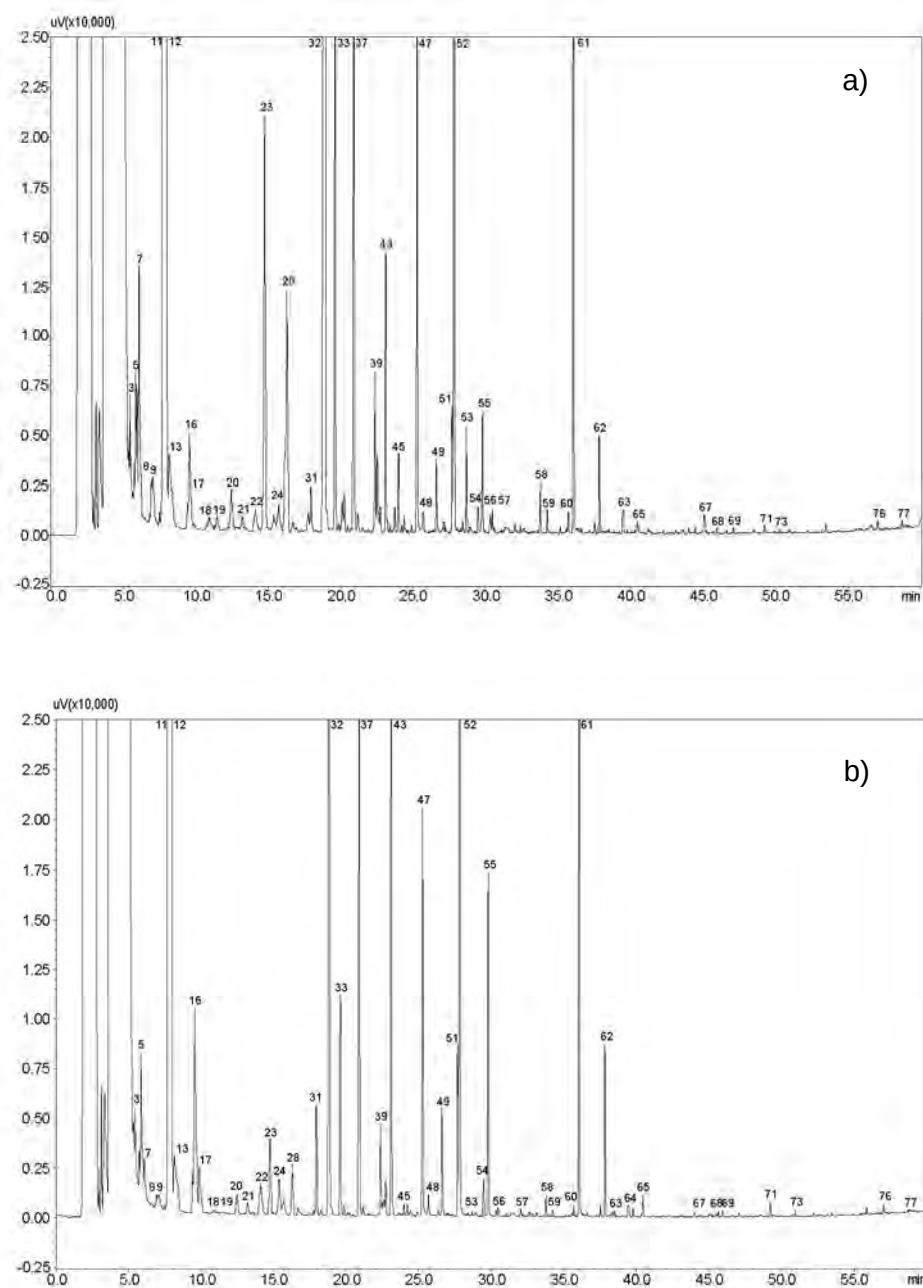


Figure 1. GC-FID chromatograms of the organic (a) and conventional (b) passion fruit pulp.

ANEXO 2

INFLUÊNCIA DO CULTIVO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS E NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO MARACUJÁ

INFLUÊNCIA DO CULTIVO NA COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS E NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO MARACUJÁ (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*)

Natália S Janzantti,^a Mariana S Macoris,^a Deborah S Garruti^b and Magali Monteiro^{a*}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi indicar os compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico do maracujá orgânico e convencional usando a técnica olfatométrica OSME, e avaliar sua atividade antioxidante total. Os compostos voláteis do *headspace* do maracujá foram isolados pela técnica de *headspace* dinâmico durante 2 h e eluição com diclorometano. Os compostos voláteis foram separados por cromatografia gasosa de alta resolução e identificados por espectrometria de massas e índices de retenção. A atividade antioxidante total foi determinada usando o método do radical ABTS. Os compostos voláteis de maior importância odorífera para o aroma do maracujá foram acetato de propila, carbonato de dietila, hexanoato de etila, butanoato de metila, butanoato de etila, octanoato de etila e *cis*-3-hexen-1-ol. Ésteres derivados de hexanoato e acetato, e álcoois saturados, que contribuíram para o aroma frutal, doce, cítrico e característico do maracujá, foram mais intensos na fruta orgânica. Os ésteres acetato de *trans* e *cis*-3-hexenila e os terpenos alfa-copaeno, alfa-terpineol, d-limoneno, *trans*-beta-ocimeno e delta-cadineno, com maior contribuição odorífera no maracujá orgânico, podem estar relacionados a compostos metabólicos bioativos de ação protetora. A atividade antioxidante total foi mais elevada no maracujá orgânico.

Palavras-chave: maracujá; cultivo orgânico; CG-EM; olfatometria; aroma

INTRODUÇÃO

O Brasil produziu 43 milhões de toneladas de frutas em 2008. Foi o terceiro produtor mundial de frutas, atrás da China e da Índia, cuja produção foi 175 milhões de toneladas e

* Correspondence to: Magali Monteiro, Department of Food and Nutrition, School of Pharmaceutical Science, São Paulo State University-UNESP. P.O. Box 502. 14801-902. Araraquara, SP, Brazil. Tel.: +55 16 33016930; fax: +55 16 33016920. E-mail: monteiro@fcar.unesp.br (M. Monteiro)

57 milhões de toneladas, respectivamente. Do total de frutas produzidas no país, 23 milhões de toneladas foram destinadas à industrialização e o restante ao consumo *in natura*. O cultivo de frutas tropicais, subtropicais e temperadas ocorre ao longo de todo o ano, devido à extensão territorial, posição geográfica, solo e condições climáticas favoráveis.¹

Os produtos orgânicos vêm ganhando espaço, uma vez que os consumidores, conscientes da importância da preservação da saúde e do meio ambiente, têm buscado cada vez mais consumir alimentos saudáveis, de alta qualidade nutricional e sensorial e, livres de resíduos de produtos químicos utilizados nas lavouras.^{2,3} O mercado mundial de alimentos orgânicos movimenta cerca de US\$ 30 bilhões ao ano. O mercado nacional, ainda incipiente, corresponde à cerca de US\$ 250 milhões, embora apresente crescimento anual de 25%, com destaque para a produção de frutas orgânicas, principalmente manga, maracujá, goiaba, mamão, banana, uva, morango e frutas cítricas. O principal destino da produção brasileira de alimentos orgânicos é a exportação para países da Europa, Estados Unidos, Canadá e Japão.⁴ Setenta por cento dos produtores de orgânicos do país são agricultores familiares e a maior parte dos produtores orgânicos certificados está concentrada nas regiões Sudeste e Sul.⁵ O sistema orgânico de produção visa à produção de alimentos ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justa, capaz de integrar o homem ao meio ambiente e deve estar em conformidade com as normas nacionais⁶ e internacionais,³ que regulamentam a agricultura orgânica.

A comparação entre produtos orgânicos e convencionais do ponto de vista econômico, agrônomo, das características físico-químicas, nutricionais e sensoriais⁷⁻¹⁴ mostrou que a maioria dos resultados é incompleta ou inconclusiva. Verifica-se uma tendência dos produtos orgânicos apresentarem qualidade nutricional e sensorial superior aos convencionais,² que pode ser justificada pelo maior equilíbrio com o meio ambiente, promovido pelas práticas da agricultura orgânica, capazes de estimular a síntese de substâncias de proteção que têm ação benéfica ao organismo, fato corroborado pela maior

^aDepartment of Food and Nutrition. School of Pharmaceutical Science, São Paulo State University-UNESP. P.O. Box 502. 14801-902. Araraquara, SP, Brazil.

^bEmbrapa Tropical Agroindustry, P.O. Box 3761, 60511-110, Fortaleza, CE, Brazil.

pressão de insetos e outros microorganismos sobre o vegetal, como consequência da ausência de produtos químicos.^{8,15-17}

Dentre as frutas tropicais, o maracujá é muito apreciado em razão de seu aroma e sabor característicos. O Brasil é o maior consumidor e o maior produtor mundial da fruta, cujo cultivo nos estados da Bahia, Ceará, Espírito Santo, Pará, Minas Gerais e São Paulo, respondem por cerca de 70% da produção nacional.¹⁸ O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), espécie de maior importância econômica e responsável por cerca de 95% dos pomares cultivados no país, é consumido *in natura* e utilizado para a produção de sucos e produtos à base de frutas.¹⁹ O maracujá amarelo pode ser cultivado por cultivo orgânico ou convencional. As propriedades rurais produtoras de maracujá orgânico encontram-se principalmente no estado de São Paulo e em alguns estados da Região Nordeste.

O maracujá é descrito na literatura como uma fruta de aroma exótico, floral e frutal. Sua composição de voláteis e de seus sub-produtos foi estudada,²⁰⁻²⁶ assim como o efeito do processamento na composição de voláteis,²⁷⁻²⁹ a influência do período de pós-colheita^{30,31} e a influência da variedade.^{32,33} Ainda, a importância dos compostos voláteis provenientes de terpenos,^{24,29,34,35} da degradação de carotenóides³⁵ e dos compostos sulfurados³⁶⁻³⁸ para o aroma característico do maracujá tem sido relatada.

Embora sejam encontrados na literatura diversos estudos acerca da composição de voláteis do maracujá amarelo, poucos fazem uso de técnicas de CG-O (cromatografia gasosa-olfatometria) para identificar quais compostos apresentam importância odorífera para o aroma do maracujá. A técnica olfatométrica OSME permite determinar a importância odorífera de cada composto à medida que associa respostas cromatográficas e de intensidade de aroma, geradas por uma equipe de julgadores treinados e selecionados, possibilitando determinar o impacto de cada composto para o aroma global da fruta.³⁹⁻⁴⁵ O maracujá amarelo produzido por sistema convencional foi avaliado usando AEDA⁴⁶ e OSME.⁴⁷ No entanto, não foram encontrados trabalhos na literatura que relacionem a composição de voláteis com o tipo de cultivo, especialmente para o maracujá amarelo.

Os objetivos deste trabalho foram determinar a composição de voláteis e sua contribuição odorífera para o aroma do maracujá, indicar os compostos responsáveis pelas características da fruta orgânica e avaliar sua atividade antioxidante total.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutas

Foi utilizado maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), seleção Afruvec, obtido por cultivo orgânico e convencional, procedente da região de Bauru, SP. O maracujá orgânico, certificado pelo Instituto Biodinâmico (IBD), foi adquirido em Paulistânia, SP (coordenadas 22°34'42" S e 49°24'10" W, com 645 m de altitude) e o maracujá convencional em Bauru, SP (coordenadas 22°19'18" S e 49°04'13" W, com 526 m de altitude).

Cerca de 40 Kg de maracujá de cada tipo de cultivo, provenientes da safra 2006/2007 foram colhidos aleatoriamente, tomando-se o cuidado de coletar frutas de tamanho semelhante e de cor de casca variando de 1/3 amarela a inteira amarela, a fim de contemplar os estádios de maturação adequados à industrialização.^{7,48} As frutas foram acondicionadas em caixas de madeira e transportadas até o laboratório.

Preparo da polpa de maracujá

Assim que recebidas no laboratório, as frutas foram lavadas em água corrente e, com o auxílio de uma esponja macia foram retiradas as sujidades presentes na casca. A seguir foi feita a extração da polpa usando peneira plástica e colher. A extração da polpa foi tida como suficiente quando as sementes mostraram-se bastante evidentes na malha da peneira e quando não havia mais volume significativo de polpa atravessando a mesma. A polpa de maracujá orgânico e convencional obtida foi então homogeneizada e acondicionada em frascos de vidro, previamente higienizados, hermeticamente fechados, que foram armazenados em freezer a -18 °C, até o momento da análise.

Avaliação da atividade antioxidante e das características físico-químicas

A atividade antioxidante total foi avaliada usando o método de descoloração do radical ABTS,⁵¹ e o conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado empregando o método de Folin-Ciocalteu.^{8,50} Foram realizadas as análises físico-químicas de acidez titulável, sólidos solúveis, pH, *ratio*, açúcares redutores e totais, e ácido ascórbico.⁴⁹ Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Isolamento dos compostos voláteis

Foi utilizada a técnica de enriquecimento dos compostos voláteis do *headspace* por sucção,⁵² adaptado para o maracujá amarelo.¹⁴ O isolamento dos compostos voláteis foi realizado em armadilhas recheadas com o polímero poroso Porapak Q de 80-100 mesh (Waters-Associates, USA). A limpeza do polímero foi feita a 170 °C por no mínimo 8 h, sob fluxo de nitrogênio ultrapuro a 30 mL/min.

Para o isolamento dos compostos voláteis, 300 g de polpa maracujá foram colocados no balão do sistema de coleta de voláteis e misturados com NaCl p.a. 30% p/p, para inibição enzimática.⁵³ O tempo de captura foi de 2 horas e a eluição dos compostos adsorvidos no polímero foi feita com 300 µL de diclorometano. A análise dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional foi realizada em triplicata.

Cromatografia gasosa (CG-DIC)

O instrumento usado foi o cromatógrafo gasoso com detector de ionização de chama Shimadzu (Kyoto, Japan) modelo 2010, equipado com uma coluna de fase estacionária DB-Wax (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) da J&W (Folsom, USA). A injeção foi feita em modo *splitless* (2 µL) e o fluxo do gás hidrogênio era 1,3 mL/min. As temperaturas do injetor e do detector foram 230 °C e 250 °C, respectivamente. A temperatura da coluna foi mantida inicialmente a 40 °C por 10 min, depois programada com uma rampa de aquecimento de 3 °C/min até 200 °C, permanecendo nesta temperatura por 10 min.

Cromatografia gasosa-espectrometria de massas (CG-EM)

Os compostos voláteis foram identificados e tiveram suas identidades confirmadas por cromatografia gasosa-espectrometria de massas e índice de retenção. Para tanto, foi utilizado o cromatógrafo gasoso-espectrômetro de massas com fonte de ionização por impacto de elétrons (70 eV) Shimadzu (Kyoto, Japan), modelo QP 2010, em modo *scan*, com intervalo de massas de 35 a 350 m/z. As condições cromatográficas foram as mesmas utilizadas no CG-DIC. O gás de arraste foi hélio, com vazão de 1,3 mL/min. A temperatura do injetor foi 230 °C e da interface, 240 °C. Os espectros de massas obtidos experimentalmente foram comparados com os da biblioteca *NIST*. Os índices de retenção dos compostos voláteis foram determinados usando solução contendo uma mistura de alcanos (C₈ a C₃₀) preparada em diclorometano e injetada nas mesmas condições cromatográficas. Os índices de retenção obtidos também foram comparados aos descritos na literatura.^{34,38,47,54}

Cromatografia Gasosa-Olfatometria-OSME (CG-O)

A análise da contribuição odorífera dos compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional foi realizada usando a técnica olfatométrica OSME.^{39,55} A avaliação sensorial de cada composto volátil presente no isolado foi feita após separação em coluna capilar usando o programa computacional de coleta de dados SCDTI (Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade) desenvolvido pela Faculdade de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia Elétrica e Instituto de Computação da UNICAMP.^{56,57}

Para a separação dos compostos voláteis do maracujá, foram empregadas as mesmas condições cromatográficas da análise do perfil dos voláteis do maracujá. Para a análise olfatométrica foram feitas modificações no cromatógrafo gasoso, de forma que a coluna cromatográfica fosse desconectada do detector e conectada a um divisor de fluxo instalado no forno do equipamento, com a função de direcionar o efluente por uma coluna desativada (sem fase estacionária) e em seguida para o nariz do julgador. O divisor de fluxo também possuía uma entrada de gás auxiliar (*make-up*), utilizada com a finalidade de complementar o fluxo da coluna e garantir a chegada dos compostos até o nariz do julgador.

O sistema ODO II, SGE (Texas, USA) foi o responsável por direcionar o efluente da coluna cromatográfica até o nariz do julgador e aquecer o tubo por onde passava a coluna desativada. Além disso, o sistema possuía um dispositivo com ar umidificado que saía junto com o efluente, com a finalidade de minimizar o desconforto causado pelo ressecamento da mucosa nasal do julgador durante a análise olfatométrica.

Para o registro dos dados de cada aroma percebido pelo julgador durante a análise olfatométrica foi utilizada escala híbrida de 10 pontos, ancorada com os termos “nenhum”, “moderado” e “forte” nos pontos 0, 5 e 9, respectivamente. Foi solicitado a cada julgador utilizar a escala disposta na tela do computador de forma a registrar a intensidade de cada composto à medida que fosse sendo eluído da coluna cromatográfica e descrever a sensação percebida. A duração de cada sessão de olfatometria foi de 30 minutos, de modo que cada julgador levava duas sessões para completar cada repetição.

A análise foi realizada, em triplicata, por 5 julgadores selecionados e treinados, do sexo feminino, entre 22 e 40 anos. Os julgadores selecionados mostraram discriminação ($p \leq 0,005$) e repetibilidade ($p > 0,05$) na análise de intensidade de aroma característico de maracujá.¹⁴ O treinamento da técnica olfatométrica e o uso da escala de tempo-intensidade foi realizado em duas sessões de 30 minutos.

Os dados de intensidade de aroma dos aromagramas obtidos com o uso do programa SCDTI para cada julgador, em cada repetição, foram coletados de forma a unificar os resultados e gerar o aromagrama representativo da média das três repetições, denominado aromagrama individual médio. Para tanto, foram incluídos neste aromagrama os dados referentes aos aromas registrados pelo julgador em pelo menos 50% das repetições. A intensidade de cada composto e sua integral foram somadas e divididas pelo número de repetições executadas pelo julgador. Para a construção do aromagrama individual médio foram também calculadas as médias para o tempo inicial, tempo de intensidade máxima e tempo final de cada composto.

Em seguida, os aromagramas individuais médios foram avaliados a fim de compor o aromagrama consensual da equipe. Para tanto, foram considerados os aromas descritos por pelo menos 2 dos 5 julgadores da equipe sensorial. A intensidade de cada aroma no

aromagrama consensual foi obtida somando-se as intensidades atribuídas pelos julgadores e dividindo-se pelo número de julgadores. As médias para o tempo inicial, tempo de intensidade máxima e tempo final de cada aroma foram calculadas a partir da média dos tempos obtidos para cada julgador. A descrição do aroma foi elaborada com base na descrição de todos os julgadores.^{39,42,43,55}

Para que os dados cromatográficos e de identificação fossem corretamente relacionados aos dados olfatométricos foram calculados os índices de retenção de cada composto odorífero presente no aromagrama consensual. Além disso, foi levada em consideração a descrição de cada composto pelos julgadores em relação à descrição dos compostos na literatura.^{34,47,54}

Análise dos resultados

Os resultados da avaliação físico-química foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, utilizando o programa SAS[®] ("Statistical Analytical System"), versão 6.12. Os dados olfatométricos foram avaliados utilizando o programa Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físico-químicas

Os resultados da avaliação da atividade antioxidante total, do conteúdo de compostos fenólicos totais e das características físico-químicas da polpa de maracujá orgânico e convencional estão apresentados na Tabela 1. A polpa de maracujá orgânico apresentou maior atividade antioxidante total e maiores teores compostos fenólicos totais ($p \leq 0,05$), acidez titulável ($p \leq 0,05$), açúcares redutores ($p > 0,05$), açúcares totais ($p > 0,05$) e ácido ascórbico ($p \leq 0,05$), enquanto a polpa de maracujá convencional apresentou maiores teores de sólidos solúveis ($p \leq 0,05$), pH ($p > 0,05$) e *ratio* ($p \leq 0,05$). Os valores mais elevados de compostos fenólicos totais e de atividade antioxidante total da polpa orgânica sugerem que o tipo de cultivo é capaz de influenciar a produção de compostos bioativos antioxidantes.^{2,7-9,11,50}

As polpas de maracujá avaliadas atenderam aos requisitos estabelecidos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2000) para sólidos solúveis mínimo de 11° Brix (a 20 °C), acidez titulável mínima de 2,50 g de ácido cítrico/100 g, pH mínimo de 2,7 e máximo de 3,8 e açúcares totais máximo de 18,00 g de glicose/100 g, estando aptas para serem empregadas na determinação do perfil de voláteis e da importância odorífera de cada composto volátil.

Perfil de compostos voláteis da polpa de maracujá

Foram detectados 85 compostos voláteis no *headspace* do maracujá, dos quais 64 foram identificados por CG-EM e índice de retenção, compreendendo 90% da área relativa total do cromatograma (Tabela 2, Figuras 1a e 2a). A classe química majoritária foi a dos ésteres (31), seguida dos álcoois (11), terpenos (10), aldeídos (5), cetonas (5), hidrocarbonetos aromático (1) e composto sulfuroso (1). Os compostos voláteis identificados neste estudo foram também relatados em estudos empregando maracujá.^{24,38,46}

Os ésteres, compostos que contribuem para o aroma frutal e floral de diversas frutas, também foram majoritários em outros estudos de maracujá,^{22-24,26,29,32,38} bem como os álcoois, importantes para o aroma frutal, doce, verde e herbáceo, segundo grupo mais abundante de compostos voláteis.³³ Dentre os aldeídos, merecem destaque o hexanal, o octanal e o benzaldeído, que contribuem para o aroma verde e cítrico de diversas frutas.^{22,38,46} Compostos resultantes da degradação de precursores não voláteis, como os terpenos beta-linalol, alfa-terpineol, beta-mirceno, alfa-copaeno, d-limoneno, *trans*-beta-ocimeno, *cis*-beta-ocimeno e alfa-cubebeno, entre outros terpenos, são também considerados importantes para o aroma verde das frutas.^{38,59}

O composto sulfurado dimetil disulfeto foi o único desta classe identificado neste estudo (Tabela 2). Outros compostos sulfurados presentes em nível de traços em maracujá foram identificados, como o 3-mercaptohexanol, acetato de 3-mercaptohexila e butanoato de 3-mercaptohexila, entre outros, usando o detector de captura de elétrons, específico para a detecção de compostos contendo enxofre, nitrogênio e halogênio.³⁷ Nenhum ácido foi identificado no presente trabalho, corroborando outros estudos com maracujá.^{22,26}

Os compostos voláteis majoritários do *headspace* do maracujá orgânico e convencional, com pequenas diferenças nas porcentagens de área relativa, foram os mesmos: butanoato de etila, estireno, um composto não identificado (IR 1030) e hexanol. O butanoato de etila também foi relatado como sendo o composto volátil majoritário do maracujá.^{20,24,32,38,47} O perfil de voláteis foi semelhante na polpa de maracujá orgânica e convencional, mas houve diferença entre as porcentagens de área de alguns compostos voláteis. Vale mencionar os compostos voláteis que apresentaram uma área três vezes maior no maracujá orgânico, 2-propenoato de etila, 2-metil-1-propanol, carbonato de dietila e hexanoato de etila, e os que apresentaram uma área três vezes maior no maracujá convencional, acetato de butila, hexanal, acetato de *cis*-3-hexenila e butanoato de *trans*-3-hexenila.

CG-O

As Figuras 1b e 2b mostram os aromagramas do maracujá orgânico e convencional, respectivamente, obtidos por OSME.

A equipe sensorial detectou 58 compostos odoríferos na polpa de maracujá orgânico e convencional. Os compostos voláteis de importância odorífera apresentaram intensidades que variam entre 0,49 e 0,39 (composto não identificado - IR 2247, descrito como borracha, tostado e verde) até 9,12 (hexanoato de etila, descrito como doce) e 9,38 (butanoato de etila, descrito como doce e morango) para o maracujá orgânico e convencional, respectivamente (Tabela 3).

No aromagrama, os compostos voláteis que apresentavam intensidade superior a 5, metade da escala híbrida de dez pontos, entre “moderado” e “forte”, foram considerados os de maior importância odorífera para o aroma do maracujá orgânico e convencional. Os compostos voláteis de intensidade entre 3 a 4,9 foram considerados de contribuição odorífera moderada, enquanto os de intensidade entre 0,1 e 2,9, de contribuição odorífera baixa.

Os compostos voláteis de maior importância odorífera foram os mesmos para o aroma do maracujá orgânico e convencional, embora com variação na intensidade. Os

ésteres acetato de propila, descrito como maracujá, azedo, verde e flor, carbonato de dietila, descrito como sintético, plástico e metálico e hexanoato de etila, descrito como doce, apresentaram maior intensidade no maracujá orgânico, enquanto os ésteres butanoato de metila, descrito como maracujá, doce, morango e frutal, butanoato de etila, descrito como doce e morango, e octanoato de etila, descrito como verde e terra, além do álcool *cis*-3-hexen-1-ol, descrito como enxofre, maracujá e plástico, apresentaram maior intensidade no maracujá convencional.

Os compostos voláteis acetato de *cis*-3-hexenila, alfa-copaeno, hexanoato de *cis*-3-hexenila, alfa-terpineol e aquele referente ao pico 79 (IR 1857), também descritos como maracujá, apresentaram intensidade odorífera baixa e estavam presentes no maracujá proveniente dos dois cultivos, embora mais intensos no maracujá orgânico (Tabela 3). Além disso, os compostos voláteis 2-pentanona e referente ao pico 2 (IR <1000) foram descritos como maracujá e percebidos somente na polpa da fruta de cultivo convencional, com intensidade baixa (Tabela 3).

Hexanoato de butila, descrito como verde, hexanal, descrito como doce, cítrico e folha, 1-butanol, descrito como verde, floral e doce, d-limoneno, descrito como eucalipto, capim cidreira e cítrico, e *trans*-beta-ocimeno, descrito como, mato, casca e doce, apresentaram contribuição odorífera moderada para o maracujá orgânico, enquanto para o maracujá convencional, apresentaram contribuição odorífera baixa. O comportamento oposto foi obtido para os compostos *cis*-3-hexenoato de etila e propanoato de hexila, descritos como fruta, cítrico, verde.

Os terpenos beta-mirceno, descritos como doce e cítrico, e beta-linalol, descrito como limão, cítrico e azedo, apresentaram contribuição odorífera moderada para o aroma do maracujá dos dois cultivos, embora mais intensa no maracujá convencional.

O acetato de *trans*-3-hexenila, descrito como fruta, cítrico, hexanoato de amila, descrito como maria-fedida, hexanoato de hexila, descrito como enxofre e solvente, acetato de benzila, descrito como cítrico e verde, delta-cadineno, descrito como cítrico e floral, apresentaram contribuição odorífera baixa para o aroma da polpa das frutas dos dois cultivos, embora mais intensa no maracujá orgânico. Por outro lado, octanal, descrito como

doce, verde e frutal, apresentou contribuição odorífera baixa para o maracujá dos dois cultivos, porém mais intensa no maracujá convencional.

O composto sulfurado dimetil disulfeto, descrito como doce, maracujá e fruta passada, teve contribuição odorífera baixa para o maracujá dos dois cultivos (Tabela 3).

Dentre os compostos voláteis de maior porcentagem de área relativa no cromatograma, vale destacar o butanoato de etila, que apresentou a maior área no aromagrama e também alta intensidade odorífera, o hexanol, descrito como cítrico e eucalipto, que apresentou intensidade odorífera moderada no maracujá dos dois cultivos e o estireno, descrito como caramelo e borracha, com baixa importância odorífera somente no maracujá orgânico.

Os julgadores perceberam odores importantes para o aroma do maracujá orgânico e convencional em regiões do cromatograma que o DIC não detectou picos (Figuras 1 e 2). Tais picos foram representados por letras (Tabela 2 e Figuras 1b e 2b). Alguns desses compostos odoríferos apresentaram contribuição odorífera alta para aroma do maracujá orgânico e convencional, como é o caso do composto referente ao pico I, descrito como marmelada, doce e floral, ao pico L, descrito como algodão doce e caramelo, e ao pico O, descrito como solvente e plástico. Em estudos que utilizaram a técnica olfatométrica OSME para avaliar a importância odorífera dos compostos voláteis do caju,⁴² da *water phase* de maracujá,⁴⁵ do maracujá,⁴⁷ do murici e jenipapo,⁶⁰ e do suco de laranja,⁶¹ os julgadores também detectaram a presença de odores em regiões do cromatograma em que o DIC não detectou compostos voláteis, o que indica a maior sensibilidade do nariz humano em comparação com os detectores eletrônicos.

A importância odorífera dos compostos voláteis do suco de maracujá procedente da Florida, EUA, foi avaliada pela técnica olfatométrica AEDA utilizando dois julgadores.⁴⁶ Os compostos de maior importância odorífera foram hexanoato de 2-metilbutila e 1,3-dimetilbenzeno, descritos como noz, oleoso e medicinal. Tais compostos voláteis não foram detectados no maracujá ora estudado, o que pode ser explicado pela diferença na procedência das frutas. Butanoato de metila, butanoato de etila, beta-mirceno e hexanoato de etila foram considerados os compostos de maior importância odorífera para o aroma

doce e frutal, e beta-linalol para o aroma floral do maracujá convencional, procedente de Fortaleza, CE, usando a técnica olfatométrica OSME.⁴⁷ Estes autores também relataram a alta contribuição odorífera do carbonato de dietila e da 2-pentanona, descritos como plástico e cola, e do gama-terpinoleno, descrito como meta. Neste estudo, os compostos voláteis 2-pentanona e gama-terpinoleno não foram detectados por CG-DIC e CG-O.

As diferenças entre o aroma do maracujá orgânico e convencional foram atribuídas à presença de ésteres derivados de hexanoato e acetato, e álcoois saturados que apresentaram maior intensidade no maracujá orgânico. O maracujá convencional apresentou maior intensidade de álcoois insaturados. Além disso, a interação do vegetal com fatores abióticos e bióticos, especialmente com a polimerização e as defesas provocadas por ataques de patógenos, é responsável por mudanças na fisiologia do vegetal, capazes de induzir a síntese de metabólitos secundários de ação protetora como terpenos e ésteres.¹⁵⁻¹⁷ Neste estudo, o acetato de *trans* e *cis*-3-hexenila e os terpenos alfa-copaeno, alfa-terpineol, d-limoneno, *trans*-beta-ocimeno e delta-cadineno apresentaram maior intensidade odorífera no maracujá orgânico, e os terpenos beta-mirceno e beta-linalol foram ligeiramente mais intensos no maracujá convencional. Estes compostos são importantes para o aroma característico do maracujá e têm sido descritos como metabólitos de ação protetora, como os acetatos de hexenila.¹⁵⁻¹⁷

Alguns compostos voláteis não identificados e cujos picos odoríferos foram percebidos somente na fruta de um dos cultivos, embora com contribuição odorífera baixa, podem também estar associados às diferenças entre o sabor característico do maracujá orgânico e convencional (Tabela 2).

CONCLUSÕES

A associação das técnicas de cromatografia gasosa-espectrometria de massas e olfatometria-OSME permitiu identificar os compostos de importância odorífera para o maracujá orgânico e convencional. Os resultados revelaram que ésteres derivados de hexanoato e acetato, e álcoois saturados que contribuem para o aroma frutal, doce, cítrico e característico do maracujá, foram mais intensos no maracujá orgânico.

Os ésteres acetato de *trans* e *cis*-3-hexenila, e os terpenos alfa-copaeno, alfa-terpineol, d-limoneno, *trans*-beta-ocimeno e delta-cadineno, com maior contribuição odorífera no maracujá orgânico, podem estar relacionados a compostos metabólicos bioativos de ação protetora.

A correlação entre dados instrumentais e sensoriais permitiu conhecer os compostos voláteis mais importantes para o aroma global do maracujá orgânico e convencional, e apontou quais as diferenças entre frutas dos diferentes cultivos, mas investigações adicionais devem ser realizadas, principalmente no sentido de identificar os compostos voláteis que tiveram alta contribuição odorífera, mas que não foram detectados pelo DIC.

AGRADECIMENTOS

Ao PRODOC/CAPES e ao PADC/UNESP pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. IBRAF. INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatísticas**. Disponível em <http://www.ibraf.org>. Acesso em 30 de setembro de 2009.
2. SANTOS, G. C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 73-86, 2004.
3. IFOAM. **International Federation of Organic Agricultural Movements, Basic Standards for Organic Production and Processing**, IFOAM General Assembly, Argentina, November 1998. IFOAM, Germany.
4. AGROONLINE. **Frutas orgânicas em pauta. IBRAF e Planeta Orgânico assinam protocolo de cooperação para promover o setor**. Disponível em <http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=3617>. Acesso em 14 janeiro 2009.
5. IBD. **Instituto Biodinâmico. Notícias: agricultura orgânica** (2007). Disponível em http://www.ibd.com.br/News_Detalhe.aspx?idnews=109. Acesso em 15 de janeiro de 2009.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 64 de 18 de Dezembro de 2008**. Regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. Brasília, DF, 18 de Dezembro de 2008.
7. AMARO, A. P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Aliment. Nutr.**, v. 12, p. 171-184, 2001.
8. ASAMI, D. K.; HONG, Y-J.; BARRETT, D. M.; MITCHELL, A. E. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. **J. Agric. Food Chem.**, v. 51, p. 1237-1241, 2003.
9. CARBONARO, M.; MATTERA, M. Polyphenoloxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). **Food Chem.**, v. 72, p. 419-24, 2001.
10. SILVA, A. F.; MINIM, V. P. R.; RIBEIRO, M. M. Análise sensorial de diferentes marcas de café (*Coffea arábica* L.) orgânico. **Ciênc. e Agrotecn.**, v. 29, n. 6, p. 1224-1230, 2005.
11. FAVARO-TRINDADE, C. S. et al. Efeito dos sistemas de cultivo orgânico, hidropônico e

convencional na qualidade de alface lisa. **Braz. J. Food Techn.**, v. 10, n. 2, p. 111-115, 2007.

12. DANI, C. et al. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally-produced grapes. **Food Chem. Toxicol.**, v. 45, n. 2, p. 2574-2580, 2007.

13. MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. Atividade antioxidante da polpa de maracujá orgânico (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*). In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Topical Horticulture, 2008, Vitória. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th ISTH**, 2008. CD-ROM.

14. MACORIS, M. S.; JANZANTTI, N. S.; GARRUTI, D. S.; MONTEIRO, M. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pulp. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 2010 (aceito).

15. BRISKIN, D. P. Medicinal Plants and Phytomedicines. Linking Plant Biochemistry and Physiology to Human Health. **Plant Physiol.**, v. 124, p. 507-514, 2000.

16. GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: Fatores de Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. **Quim. Nova**, v. 30, n. 2, p.374-381, 2007

17. ENGELBERTH, J., Smelling the Danger and Getting Prepared: Volatile Signals as Priming Agents in Defense Response. Plant Physiology. Fourth Edition Chapter 13, Essay n. 13.8, September, 2006 (On line).

18. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura permanente** (2007). Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=11&i=P>. Acesso em: 16 jan 2009.

19. MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas, Abril, 1999. Boletim Técnico 181.

20. HIU, D. N.; SCHEUER, P. J. The volatile constituents of passion fruit juice. **Food Chem.**, v. 31 p. 998-1002, 1961.

21. CASIMIR, D. J.; SHAW, K. J.; WHITFIELD, F. B. Volatile flavor constituents-passion fruit. **Div. Food Res. Rep. Res.**, p 17-18, 1977-1978.

22. CHEN, C. C.; KUO, M. C.; HWANG, L. S.; WU, J. S. B.; WU, C. M. Headspace components of passion fruit juice. **J. Agric. Food Chem.**, v. 30, p.1211-1215, 1982.

23. WHITFIELD, F. B.; LAST, J. H. The flavour of the passion fruit- a review. In: BRUNKE, E-J.(Ed.). **Progress in essential oil research**. Berlin: Water de Gruyter, 1986, p. 3-48.

24. SHIBAMOTO, T.; TANG, C. S. Minor tropical fruits - Mango, papaya, passion fruit and guava. In: **Food Flavours Part C. The Flavour of Fruits**. Morton, I. D.; MacLeod A. J. Eds.; Elsevier: Amsterdam, 1990, p. 253-267.

25. WINTERHALTER, P. Fruits IV. In: MAARSE, H. (Ed). **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: Marcel Dekker Inc., 1991. p. 389-409.

26. NARAIN, N.; ALMEIDA, J. N.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, M.S.; BRITO, E. S. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombim* L.) obtidos pela técnica de *headspace* dinâmico. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 24, p. 212-216, 2004.

27. ENGEL, K. H.; TRESSL, R. Formation of aroma components from nonvolatile precursors in passion fruit. **J. Agric. Food Chem.**, v. 31, p. 998-1002; 1983.

28. KUO, M. C.; CHEN, S. L.; WU, C. M., CHEN, C. C. Changes in volatiles components of passion fruit juice as affected by centrifugation and pasteurization. **J. Food Sci.**, v. 50, p. 1208-1218, 1985.

29. PINO, J. A.; BOYS, T.; RONCAL, E. Volatile components of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) and its pasteurized pulp. **Alimentaria**, v. 268, p. 57-59, 1995.

30. CASIMIR, D. J.; WHITFIELD, F. B. Flavor impact values: a new concept for assigning numerical values for the potency of individual flavours components and their contribution for the overall flavours profile. **Ber. Int. Frachtfurt. Union. Wiss. Tech. Komm.**, v. 15, p. 325-347, 1978.

31. CHEN, C. C., KUO, M., C., WU, C. M. Chemical changes in the flavor of flavor passion fruit juice during processing and concentration In: **Role of chemistry in the quality of processed food**. Fennema, O. R.; Chang, W-H, Lii, C-Y. (Eds). Food and Nutrition Press, INC. Westport, Connecticut

06881 USA, 1986, Cap 16, p187-201.

32. PARLIMENT, T. H. Some volatile constituents of *passion fruit*. **J. Agric. Food Chem.**, v. 20, p. 1043-1045, 1972.

33. WINTER, M.; KLOTI, R. Über das aroma der gelben passionfrucht (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). **Helv. Chim. Acta**, v. 55, n. 181-182, p. 1916-1921, 1972.

34. JORDÁN, M. J.; GOODNER, K. L.; SHAW, P. E. Volatile components in tropical fruit essences: yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) and banana (*Musa sapientum* L.). **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, v. 113, p. 284-286, 2000.

35. WHITFIELD, F. B.; STANLEY, G.; MURRAY, K. E. Concerning the structures of edulan I and II. **Tetrahedron Lett.**, v. 14, n. 2, p. 95-98, 1973.

36. WINTER, M.; FURRER, A.; WILLHIALM, B.; THOMMEN, W. Identification and synthesis of two new organic sulfur compounds from the yellow passionfruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Helv. Chim. Acta**, v. 59, p. 1613-1620, 1976.

37. ENGEL, K. H.; TRESSL, R. Identification of new sulfur-containing volatiles in yellow passion fruits (*Passiflora edulis* F. *flavicarpa*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 39, p. 2249-2252, 1991.

38. WERKHOFF, P.; GUNTERT, M.; KRAMMER, G.; SOMMER, H.; KAULEN, J. Vacuum headspace method in aroma research: Flavor chemistry of yellow passion fruits. **J. Agric. Food Chem.**, v. 46, p. 1076-1093, 1998.

39. MCDANIEL, M. R.; MIRANDA-LOPEZ, R.; WATSON, M.; LIBBEY, L. M. Pinot Noir aroma: a sensory/gas chromatography approach. In: CHARALAMBOUS, G. Ed. **Flavors and off-flavors**. Amsterdam: Elsevier, 1990, p 23-26.

40. LE GUEN, S.; PROST, C.; DEMAÏMAY, M. Critical Comparison of Three Olfactometric Methods for the Identification of the Most Potent Odorants in Cooked Mussels (*Mytilus edulis*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, n. 4, p. 1307-1314, 2000.

41. VAN RUTH, S. M.; O'CONNOR, C. H. Evaluation of three gas chromatography-olfactometry methods: comparison of odour intensity-concentration relationships of eight volatile compounds with sensory headspace data. **Food Chemistry**, v. 74, p. 341-34, 2001.

42. GARRUTI, D. S.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; JANZANTTI, N. S.; ALVES, G. L. Evaluation of volatile flavor compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the OSME gas chromatography-olfactometry technique. **J. Sci. Food Agric.**, v. 83, p. 1455-1462, 2003.

43. DA SILVA, M. A. A. P.; SAMPAIO, K. L.; BERTOLINI, A. C. CG-Olfatometria (CGO): uma revisão. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e Sabor de Alimentos: Temas Atuais**. São Paulo: Editora Varela, 2004. Cap. 2, p. 29-46.

44. DELAHUNTY, C. M.; EYRES, G.; DUFOUR, J-P. Review: Gas chromatography-olfactometry. **J. Sep.Sci.**, v. 29, p. 2107-2125, 2006.

45. CIAMPONE, S. **Perfil de voláteis em water phase de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) e avaliação de seu potencial para a produção de essência natural**. 2007.117 p. Tese (Doutor em Alimentos e Nutrição). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

46. JORDÁN, M. J.; GOODNER, K. L.; SHAW, P. E. Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims F. *Flavicarpa degner*) by GC-MS and GC/O. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, p. 1523-1528, 2002.

47. JALES, K. A.; MAIA, G. A.; GARRUTI, D. S.; SOUZA NETO, M. A.; JANZANTTI, N. S.; FRANCO, M. R. B. Evaluación de los compuestos odoríferos del jugo de maracujá amarillo por GC-MS y GC-O (OSME). **Notícias técnicas del laboratório**, v. 3, p. 12-14, 2005.

48. DE MARCHI, R.; MONTEIRO, M.; BENATO, E. A.; SILVA, C. A. R. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 381-387, 2000.

49. AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 16th ed., 1998, Washington, DC: AOAC.

50. MACORIS, M. S.; DE MARCHI, R.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. Otimização da extração de compostos fenólicos do maracujá. In: 7º Simpósio Latino Americano de Ciência e Alimentos, 2007, Campinas. **Anais do 7º SLACA**, 2007. CD-ROM.

51. RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chem.**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.
52. FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on Porapak Q by suction. **J. Sci. Food Agric.**, v. 34, n. 3, p. 293-299, 1983.
53. FRANCO, M. R. B. **Isolamento e cromatografia gasosa dos compostos voláteis de graviola e mamão**. 1980, 110p. Tese (Mestre em Ciência dos Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, 1980.
54. ACREE, T. E.; ARN, H. **Flavornet**. Disponível em <http://www.flavornet.org/flavornet.html>. Acesso em 16 de janeiro de 2009.
55. DA SILVA, M. A. A. P.; LUNDHAL, D. S.; MCDANIEL, M. R. The capability and psychophysics of Osme: a new GC-olfactometry technique. In: MAARSE, H.; VAN DER HEIJ, D. G. (Eds). **Trends in Flavour Research**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1994. p. 191-209.
56. DA SILVA, M. A. A. P. Avaliação de atributos sensoriais por técnicas tempo-intensidade. In: ALMEIDA, T. C. A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; DA SILVA, M. A. A. P. Eds. **Avanços em Análise Sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999, p 49-61.
57. CARDELLO, M. H. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; DAMÁSIO, M. H.; LOBÃO, F. Programa sistema coleta de dados tempo-intensidade – SCTDI. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37 (Supl.), p. 54-60, 2003.
58. BRASIL. **Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000**. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento. Diário Oficial da República do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1617>. Acesso em 15 de janeiro de 2009.
59. PINO, J. A. Los constituyentes volatiles de la fruta de la passion. **Alimentaria**, p. 73-81, 1997.
60. ALVES, G. L. **Compostos voláteis importantes para o aroma de jenipapo (*Genipa americana* L.) e murici (*Byrsonima crassifolia* L. Rich)**. 2004. 136 p. Tese (Doutor em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
61. BERGARA-ALMEIDA, S. B. **Efeito de diferentes aromas cítricos sobre a qualidade e estabilidade sensoriais de suco de laranja pronto para beber**. 2006. 189 p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

Tabela 1. Parâmetros¹ físico-químicos da polpa de maracujá orgânico e convencional.

Parâmetro	Orgânico	Convencional
Acidez Titulável (g de ácido cítrico/100 mL)	4,32 ^a	3,81 ^b
Sólidos Solúveis (°Brix)	13,43 ^b	14,71 ^a
pH	3,36 ^a	3,53 ^a
<i>Ratio</i>	3,19 ^b	3,85 ^a
Açúcares Redutores (g de glicose/100 mL)	4,78 ^a	4,71 ^a
Açúcares Totais (g de glicose/100 mL)	5,26 ^a	5,23 ^a
Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico/100 mL)	5,62 ^a	3,63 ^b
Compostos Fenólicos Totais (mg de ácido gálico/100 mL)	52,89	41,57
Atividade Antioxidante Total (μmol de Trolox/100 mL)	112,21	53,44

¹Letras minúsculas iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa no teste de Tukey (p≤0,05). Média de triplicata.

Tabela 2. Compostos voláteis da polpa de maracujá orgânico e convencional detectados no CG-DIC.

Pico	IR ¹	Composto	Organico	Convencional
			% Área ²	% Área ²
1	<1000	ni	1,29	0,80
2	<1000	ni	0,35	0,33
3	<1000	ni	nd-0,05	nd-tr
4	<1000	ni	0,10	0,09
5	<1000	ni	0,51	0,42
6	<1000	ni	0,06	0,17
7	<1000	acetato de propila	0,10	0,15
8	<1000	3-metilbutanal	0,48	0,73
9	<1000	butanoato de metila	0,25	0,14
10	<1000	2-propenoato de etila	0,82	nd-0,05
11	<1000	2-hexanona	nd-0,05	nd
12	1006	2-metilbutanoato de metila	tr-0,05	tr
13	1009	acetato de 2-metilpropila	0,35	0,40
14	1013	3-metilbutanoato de metila	0,49	0,72
15	1021	ni	0,08	0,14
16	1030	ni	7,89	7,09
17	1033	butanoato de etila	48,76	49,23
18	1042	2-metil-3-buten-2-ol	0,96	1,27
19	1045	2-metilbutanoato de etila	0,45	0,49
20	1069	dimetil disulfeto	0,07	0,19
21	1072	acetato de butila	0,36	1,34
22	1077	hexanal	nd	0,26
23	1096	2-metil-1-propanol	0,53	tr-0,08
24	1099	carbonato de dietila	2,08	0,19
25	1109	ni	0,14	0,13
26	1129	acetato de 3-metilbutila	0,57	0,77
27	1142	pentanoato de etila	0,05	0,12
28	1157	3-heptanona	0,10	0,10
29	1158	1-butanol	0,19	0,32
30	1161	alfa-felandreno	nd-0,05	0,08
31	1167	beta-mirceno	1,46	1,18
32	1178	2-heptanona	0,10	0,22
33	1182	heptanal	0,09	nd-0,05
34	1183	d-limoneno	0,11	0,27
35	1188	alcool isoamílico	0,19	nd-tr
36	1190	butanoato de butila	0,79	0,79
37	1196	ni	0,06	tr
38	1199	ni	nd	nd-0,06
39	1216	<i>trans</i> -beta-ocimeno	0,65	0,49
40	1217	hexanoato de etila	2,22	0,50
41	1239	estireno	15,54	13,04
42	1253	<i>cis</i> -beta-ocimeno	1,66	2,28
43	1258	ni	0,05	tr
44	1263	ni	0,22	0,09
45	1265	pentanol	0,14	nd-0,10
46	1276	acetato de hexila	1,16	2,75
47	1282	octanal	0,08	tr
48	1303	<i>trans</i> -3-hexenoato de etila	0,28	0,48

49	1306	ni	0,17	0,13
50	1308	<i>cis</i> -3-hexenoato de etila	0,05	0,09
51	1311	acetato de <i>trans</i> -3-hexenila	0,09	0,22
52	1319	acetato de <i>cis</i> -3-hexenila	0,46	2,19
53	1333	6-metil-5-hepten-2-ona	0,16	tr-1,226
54	1339	propanoato de hexila	0,06	0,17
55	1345	<i>trans</i> -2-hexenoato etila	nd-tr	tr-0,08
56	1347	3-nonanona	0,06	nd-0,12
57	1366	hexanol	2,87	2,93
58	1374	<i>trans</i> -3-hexen-1-ol	0,17	0,21
59	1392	<i>cis</i> -3-hexen-1-ol	0,34	0,79
60	1413	ni	tr-0,05	tr
61	1416	hexanoato de butila	0,11	0,23
62	1419	butanoato de hexila	1,09	2,12
63	1433	ni	tr-0,05	nd
64	1439	octanoato de etila	0,11	tr-0,08
65	1458	alfa-cubebeno	tr-0,04	tr-0,06
66	1465	butanoato de <i>trans</i> -3-hexenila	0,12	0,59
67	1476	butanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	0,17	nd-tr
68	1479	alfa-copaeno	tr-0,04	tr-0,07
69	1515	benzaldeido	nd	0,23
70	1546	hexanoato de amila	tr-0,04	tr-0,05
71	1559	beta-linalol	0,58	0,28
72	1570	octanol	0,06	tr-0,09
73	1605	ni	0,06	tr-0,08
74	1614	hexanoato de hexila	0,54	0,69
75	1661	hexanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	0,07	0,21
76	1703	alfa-terpineol	0,13	tr
77	1709	acetato de benzila	nd-0,05	tr-0,05
78	1729	delta-cadineno	nd-tr	tr-0,11
79	1857	ni	0,05	nd
80	1870	ni	nd-0,17	nd-0,11
81	1883	alcool benzílico	0,09	0,16
82	1916	ni	nd-tr	nd-0,14
83	1978	dodecanol	0,15	0,19
84	2186	hexadecanoato de metila	tr-0,40	tr
85	2247	ni	nd-0,37	nd-0,25

¹IR: índice de retenção obtido na coluna DB-Wax; ²%Área: média ou amplitude do composto volátil, em triplicata no CG-DIC; nd: pico não detectado no CG-DIC; tr: pico presente com % < 0,04 no CG-DIC; ni: composto não identificado no CG-EM.

Tabela 3. Picos odoríferos da polpa de maracujá orgânica e convencional detectados no CG-O.

Pico	IR ¹	Composto	Descrição	Organico	Convencional
				I max ²	I max ²
2	<1000	ni	maracujá, casca	---	0,51
7	<1000	acetato de propila	maracujá, azedo, verde, flor	6,72	5,16
A	<1000	2-pentanona	maracujá, sulfuroso, casca	---	1,39
9	<1000	butanoato de metila	maracujá, doce, morango, frutal	5,16	5,93
B	1008	acetato de isobutila	docinho, fedido	---	1,86
15	1021	ni	verde, casca, madeira	1,10	---
17	1033	butanoato de etila	doce, morango	8,23	9,38
20	1069	dimetil disulfeto	doce, maracujá, fruta passada	0,87	0,87
22	1077	hexanal	doce, cítrico, folha	3,22	1,89
C	1098	ni	borracha, queimado, seco	---	0,72
24	1099	carbonato de dietila	sintético, plástico, metálico	6,93	6,24
25	1109	ni	doce, queimado	---	0,82
29	1158	1-butanol	verde, floral, doce	3,03	1,28
31	1167	beta-mirceno	doce, cítrico	3,18	3,93
34	1183	d-limoneno	eucalipto, capim cidreira, citrico	3,12	1,27
37	1196	ni	borracha, floral	0,79	---
39	1216	<i>trans</i> -beta-ocimeno	mato, casca, doce	3,47	0,53
40	1217	hexanoato de etila	doce	9,12	8,85
41	1239	estireno	caramelo, borracha	1,10	---
47	1282	octanal	doce, verde, frutal	1,94	2,64
50	1308	<i>cis</i> -3-hexenoato de etila	folha, verde, plástico, queimado	2,55	3,93
51	1311	acetato de <i>trans</i> -3-hexenila	fruta, queimado, citrico	1,33	0,75
52	1319	acetato de <i>cis</i> -3-hexenila	cítrico, maracujá, floral	2,19	1,30
54	1339	propanoato de hexila	banana verde, morango	2,80	4,95
55	1345	<i>trans</i> -2-hexenoato etila	frutal, queimado, mato	1,77	---
57	1366	hexanol	cítrico, eucalipto	3,64	3,17
58	1374	<i>trans</i> -3-hexen-1-ol	tostado, fedido	---	0,93
59	1392	<i>cis</i> -3-hexen-1-ol	enxofre, maracujá, plástico	5,12	6,96
61	1416	hexanoato de butila	verde, floral, grama	4,42	2,01
64	1439	octanoato de etila	verde, terra	4,16	5,14
68	1479	alfa-copaeno	cítrico, frutal, maracujá, doce	1,11	0,41
69	1515	benzaldeido	cítrico, verde, doce	---	0,36
D	1518	3-hidroxibutanoato de etila	doce, tostado	0,78	---
E	1525	valerato de hexila	pêssego, terra, mato	---	0,92
70	1546	ni	fedido, maria fedida	0,88	0,59
71	1559	beta-linalol	limão, cítrico, azedo	4,80	4,92
74	1614	hexanoato de hexila	solvente, gás, fedido, enxofre	0,96	0,36
F	1679	acetofenona	verde, doce, frutal, mel, floral	1,02	0,79
75	1661	hexanoato de <i>cis</i> -3-hexenila	maracujá, mato, verde	0,77	0,58
G	1680	germacreno D	cítrico, hortela, doce, verde	---	0,61
76	1703	alfa-terpineol	maracujá, frutal, borracha, verde	1,11	0,44
77	1709	acetato de benzila	cítrico, floral, plástico, verde	2,47	1,60
78	1729	delta-cadineno	verde, cítrico, floral	0,93	0,64
H	1780	ni	floral, fruta	---	0,38
I	1844	ni	marmelada, bala, floral	5,35	5,37
79	1857	ni	cítrico, doce, folha de maracujá	0,77	0,51
81	1883	alcool benzílico	doce, floral, mato	0,57	---
82	1916	ni	floral, doce	0,95	---
83	1978	dodecanol	doce, açúcar, verde	0,95	---

J	1980	ni	verde, folha, frutal, fedido	0,62	
K	2003	ni	cítrico, caramelo, solvente	---	0,66
L	2043	ni	algodão doce, caramelo	8,57	8,89
M	2047	ni	algodão doce, caramelo	2,10	---
N	2149	ni	solvente	1,32	---
84	2186	hexadecanoato de metila	verde, solvente	0,64	---
O	2190	ni	solvente, plástico	7,60	5,10
85	2247	ni	borracha, tostado, verde	0,49	0,39

¹ IR: índice de retenção obtido na coluna DB-Wax; ni: composto não identificado no CG-EM; ² I max: intensidade máxima no CG-O, 0=nenhum e 10=forte.

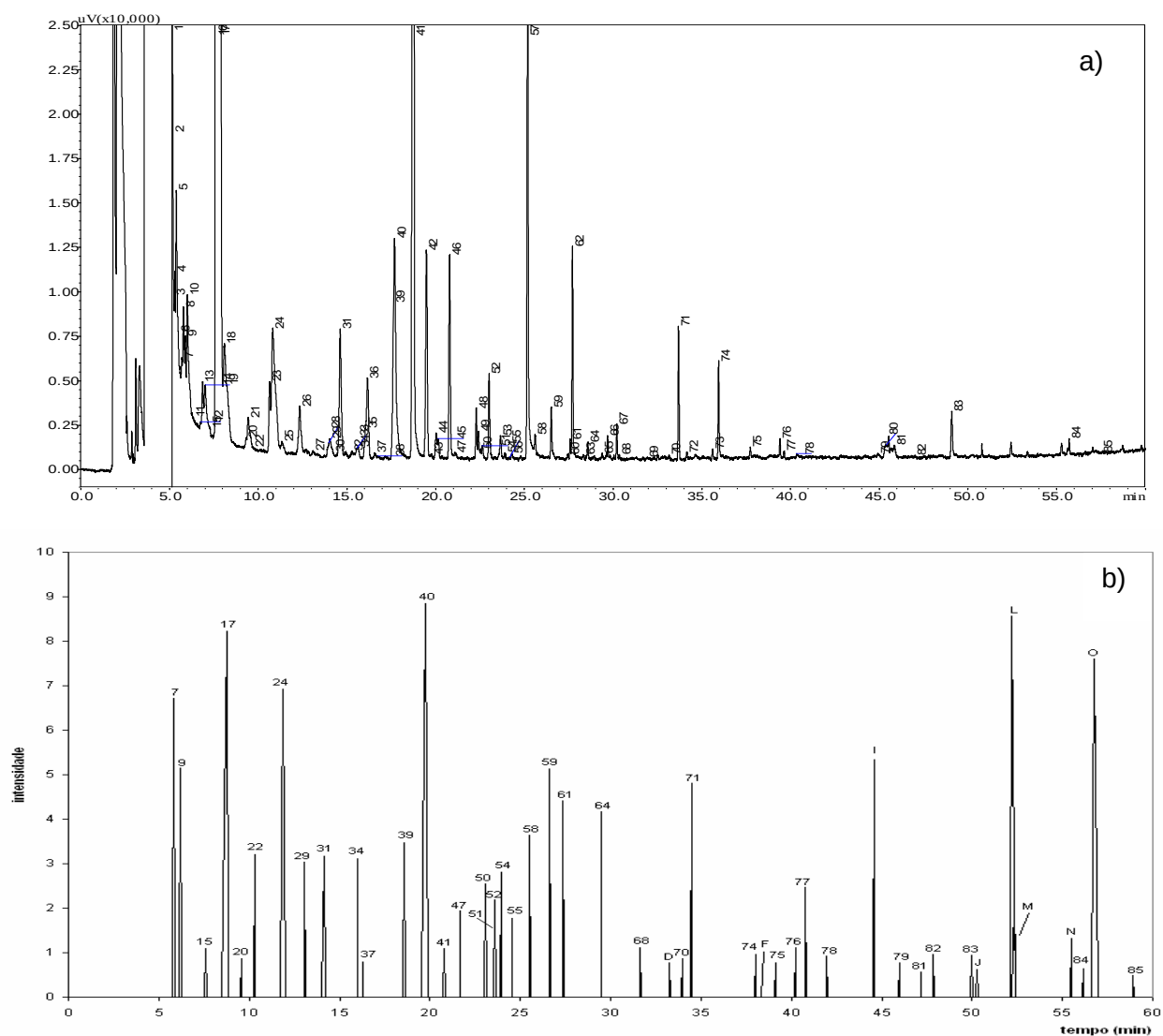


Figura 1. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá orgânico.

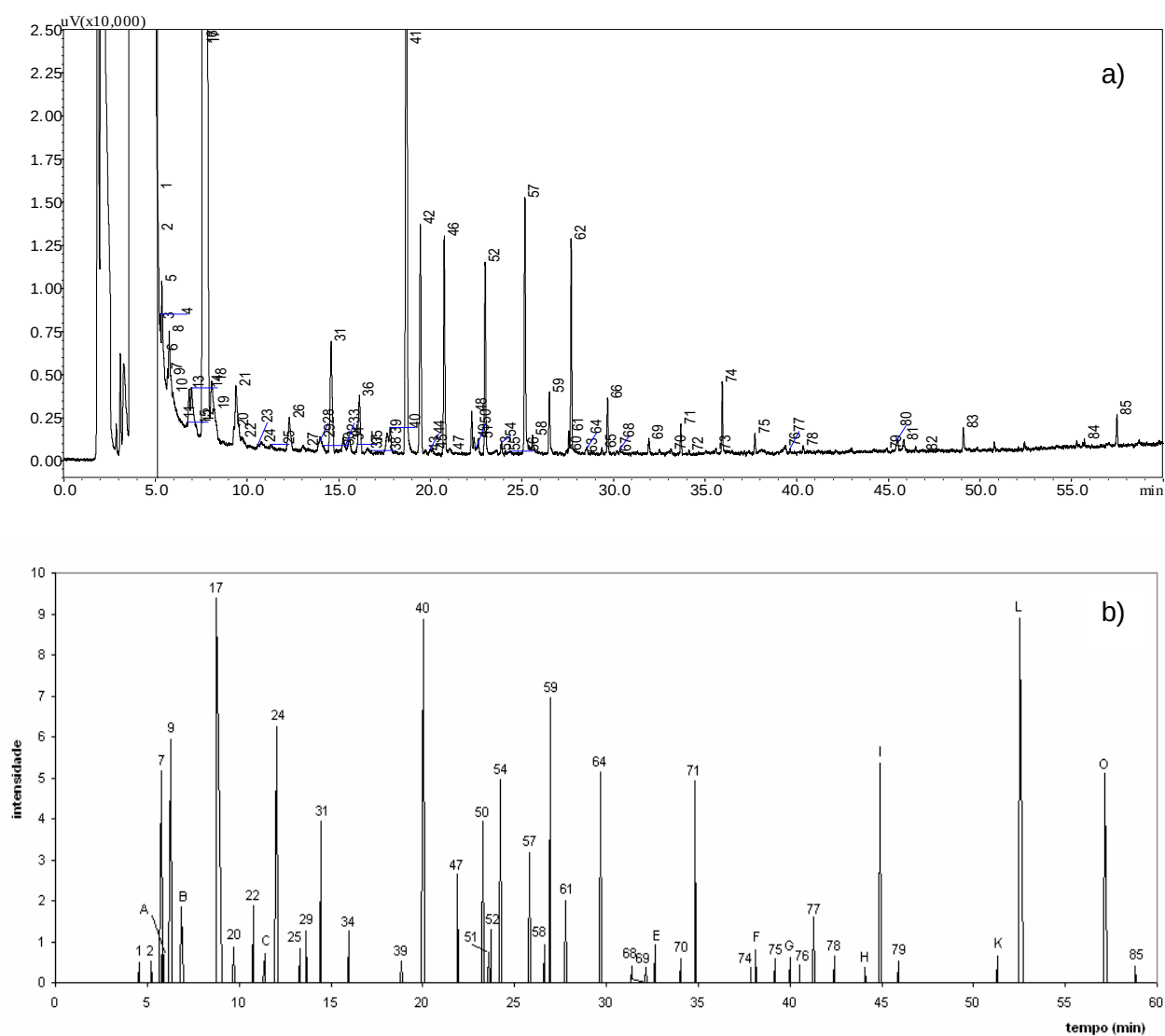


Figura 2. Cromatograma (a) e aromagrama consensual (b) dos compostos voláteis do maracujá convencional.