



Lucas Carvalho Soares  
(Organizador)

Características e  
importância econômica da  
**FRUTICULTURA**

2

  
Atena  
Editora  
Ano 2022



Lucas Carvalho Soares  
(Organizador)

Características e  
importância econômica da  
**FRUTICULTURA**

2

  
Atena  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

*Open access publication* by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Características e importância econômica da fruticultura 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Lucas Carvalho Soares

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C257 Características e importância econômica da fruticultura 2 /  
Organizador Lucas Carvalho Soares. – Ponta Grossa -  
PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0602-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.020222610>

1. Frutas - Cultivo. I. Soares, Lucas Carvalho  
(Organizador). II. Título.

CDD 634

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A cadeia produtiva da fruticultura, que abrange desde a produção de frutas *in natura* até a industrialização de sucos e néctares, é consolidada como um dos segmentos com crescente destaque mundial, isso porque, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, a produção mundial de frutas é superior a 865 milhões de toneladas. Neste contexto, a China e a Índia são os maiores produtores mundial de frutas, ao passo que o Brasil ocupa o 3º lugar com uma produção superior a 41 milhões de toneladas advindas de 2,6 milhões de hectares ocupados com a atividade.

A área destinada ao exercício da fruticultura no Brasil corresponde a apenas 0,3% do território nacional, em grande parte ocupada por propriedades fruticultoras com o cultivo de banana, uva, maçã e laranja. Além de outros cultivos em menor proporção, mas com importância semelhante, entre essas a melancia, abacaxi, manga e goiaba.

Nosso país dispõe de potencial para alavancar a sua produtividade, todavia, alguns obstáculos impossibilitam que possamos vislumbrar o crescimento da fruticultura. A exemplo disso, alguns frutos precisam de condições específicas para o seu pleno desenvolvimento, portanto, limitando sua produção.

Além disso, outro ponto importante é o nível tecnificação, ou seja, existe uma dificuldade por parte dos produtores em adotar tecnologias que possibilitam maximizar a produção e a qualidade dos frutos. Problemas da esfera fitossanitária também têm colaborado para os desafios, isso devido aos prejuízos financeiros que acarretam na redução do lucro pelos fruticultores. Tendo como exemplo, as moscas-das-frutas, fusariose e sigatoka negra que são responsáveis por danos severos aos cultivos.

Uma das formas que pode auxiliar na superação dos desafios mencionados é a colaboração entre o poder público e o privado com o intuito de criar estratégias para a produção frutícola de qualidade, através de inovação tecnológica pautada nos pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), programas governamentais, capacitação dos envolvidos na cadeia produtiva e, principalmente, investimento em pesquisa científica.

Pesquisadores em todo o mundo estão em busca constante do avanço em pesquisas com a finalidade de superar esses desafios. Em vista disso, a coleção “Características e importância econômica da fruticultura 2” surge como um veículo com o intuito de intermediar o acesso dos atores e interessados envolvidos na cadeia produtiva da fruticultura ao conhecimento gerado nas instituições de ensino e pesquisa. A coleção oferta ao público trabalhos de excelência para auxiliar na superação de desafios no que concerne à atividade frutícola.



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
EVOLUÇÃO DOS METABÓLITOS DA CASCA/POLPA DE PITANGA DURANTE A MATURAÇÃO	
Karoline Batista dos Santos	
Suzana da Costa Santos	
Pedro Henrique Ferri	
doi <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0202226101">https://doi.org/10.22533/at.ed.0202226101</a>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
TEORES DE MICRONUTRIENTES EM LIMBOS E PECÍOLOS E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS COMERCIAIS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO	
Lucio Pereira Santos	
Enilson de Barros Silva	
doi <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0202226102">https://doi.org/10.22533/at.ed.0202226102</a>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
VOLÁTEIS DE FRUTOS, MOSTOS E VINHOS DA JABUTICABEIRA	
Suzana da Costa Santos	
Érica Resende de Oliveira	
Pedro Henrique Ferri	
doi <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0202226103">https://doi.org/10.22533/at.ed.0202226103</a>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
FILOGENIA DE ESPÉCIES DA ORDEM ERYSIPIHALES RELATADAS NO BRASIL	
Lucas Carvalho Soares	
Wallysson Nascimento Lima	
Felipe Ferreira Silva	
Deurimar Herênio Gonçalves Junior	
Eduardo Alves de Souza	
doi <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0202226104">https://doi.org/10.22533/at.ed.0202226104</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>53</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>54</b>

## VOLÁTEIS DE FRUTOS, MOSTOS E VINHOS DA JABUTICABEIRA

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 05/08/2022

### Suzana da Costa Santos

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Química  
Goiânia – Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/7811945085200334>

### Érica Resende de Oliveira

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Química  
Goiânia – Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/8823435131111896>

### Pedro Henrique Ferri

Universidade Federal de Goiás, Instituto de  
Química  
Goiânia – Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/2129799749473005>

**RESUMO:** Os compostos voláteis de frutos, mostos e vinhos de jabuticaba foram analisados por meio de cromatografia gasosa com detecção por espectrometria de massas (CG/EM). Vinte e oito compostos (98,62%) foram identificados nos frutos em três estádios de amadurecimento, sendo os sequiterpenos *g*-eudesmol e *α*-eudesmol os majoritários. Ésteres e álcoois, principalmente o 2-feniletanol, foram produzidos durante a fermentação. Os vinhos de diversas safras apresentaram tanto compostos formados na fermentação, os quais contribuíram com aromas de frutas e flores, quanto terpenoides oriundos dos frutos, principalmente (*E*-

cariofileno e germacreno D, que trouxeram para a bebida o caráter exótico da jabuticaba. Todos os compostos voláteis responsáveis pelo aroma apresentaram características odoríficas que impactam positivamente nas propriedades sensoriais dos vinhos de jabuticaba.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Myrciaria cauliflora*; *Plinia cauliflora*; jabuticaba, óleos essenciais, terpenos.

### VOLATILES FROM JABUTICABEIRA FRUITS, MUSTS AND WINES

**ABSTRACT:** Volatile compounds of jabuticaba fruits, musts and wines were analyzed by means of gas chromatography with mass spectrometry detection (GC/MS). Twenty-eight compounds (98.6%) were identified in the fruits at three stages of ripening, with the sequiterpenes *g*-eudesmol and *α*-eudesmol being the major ones. Esters and alcohols, mainly 2-phenylethanol, were produced during fermentation. The wines of different vintages presented compounds formed in the fermentation, which contributed with fruit and flower aromas, as well as terpenoids from the fruits, mainly (*E*)-caryophyllene and germacrene D, which brought the exotic character of jabuticaba to the beverage. All volatile compounds responsible for the aroma showed odor characteristics that positively impact the sensory properties of jabuticaba wines.

**KEYWORDS:** *Myrciaria cauliflora*; *Plinia cauliflora*; jabuticaba, essential oils, terpenes.

## 1 | INTRODUÇÃO

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg, Myrtaceae) é planta nativa brasileira, ocorre naturalmente na mata Atlântica (FREITAS *et al.*, 2020) e seus frutos podem ser consumidos ao natural ou na forma de sucos, sorvetes, geléias, licores e vinhos (MACEDO *et al.*, 2021).

Apesar do seu potencial econômico a jabuticaba é um fruto altamente perecível, apresentado um curto período de aproveitamento após a colheita (BRUNINI *et al.*, 2004), por isso que a produção de vinhos, suco, aguardente e licor a partir da jabuticaba além de diminuir as perdas também agrega valor ao fruto. Entretanto, na produção dos vinhos faz-se necessário seguir altos padrões de qualidade para atingir um público maior e mais exigente no mercado interno e externo. Para alcançar estes altos padrões é necessário adequar a produção para que as características físico-químicas do produto estejam dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1997; 1998).

Além de cumprir os requisitos mínimos de qualidade, o vinho precisa cativar o consumidor através da sua aparência, sabor e aroma, fatores estes que dependem de um equilíbrio delicado entre os seus componentes químicos. Estes componentes são constituídos principalmente pelos compostos voláteis, polifenóis, ácidos orgânicos e açúcares. Cada fruto fornece um sabor e aroma característico para o vinho ou fermentado e este aroma pode ser descrito como: floral, frutado, doce, verde, tostado, mentolado, entre outros. Estas denominações são consequência de sensações produzidas no momento da degustação da bebida e para que estas sensações sejam agradáveis é necessário um equilíbrio do conjunto qualitativo e quantitativo da mesma.

Para a obtenção de um produto com alta qualidade faz-se necessário um controle minucioso da matéria prima e do produto acabado, sendo imprescindível uma avaliação dos compostos fenólicos, voláteis e dos ácidos orgânicos do fruto, do mosto em suas diversas etapas e do vinho. Ou seja, um acompanhamento de todas as etapas do processo de vinificação, do fruto ao vinho. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição de compostos voláteis do fruto, mosto e vinhos da jabuticaba, criando assim parâmetros de comparação para a melhoria da qualidade dos vinhos produzidos.

## 2 | PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 Amostras de Jabuticabas, Mostos e Vinhos

As amostras de jabuticaba, mostos e vinhos foram fornecidos pela Vinícola Jabuticabal, localizada no município de Hidrolândia, Goiás. Amostras de frutos foram coletadas de um único pomar e em três níveis diferentes de amadurecimento. O mosto foi preparado com 370 kg de frutos maduros. Os frutos foram espremidos e colocados em uma tina de aço inox com capacidade para 200 litros; adicionados 60 g de metabissulfito

de potássio, leveduras selvagens (pé de cuba), previamente obtidas a partir das cascas de jabuticabas, e sacarose até 22 °Brix. Durante os primeiros quatro dias (96 h) as cascas e as sementes estiveram em contato com o mosto (fase de maceração). Após este tempo o mosto foi separado dos sólidos, sendo bombeado para um barril de aço inox com capacidade para 3000 litros. Este barril foi completado com mosto de diversas tintas (todas com frutos advindos do mesmo pomar) e a fermentação se prolongou por mais 20 dias. Três amostras de mosto foram coletadas diariamente durante quatorze dias e armazenadas em freezer (-18°C) até as análises. As amostras descongeladas foram centrifugadas por 10 min a 2000 rpm, decantadas e analisadas. Amostras de vinho tinto seco (Javine) das safras de 2001 a 2010 foram obtidas diretamente das garrafas armazenadas na vinícola.

## 2.2 Extração dos Compostos Voláteis dos Frutos, Mostos e Vinhos

Os frutos frescos e lavados (0,3 kg) foram reduzidos a pequenos pedaços e submetidos à hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger, modificado, durante 2 h. O óleo essencial foi seco com  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anidro e armazenado em freezer (-18°C). Para as amostras de vinho ou mosto (10,0 mL), adicionou-se 5,0 g de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , solubilizando-se o sal em vórtex seguido de extração com hexano (2,0 mL) por 3 min (GÓMEZ-MIGUÉZ *et al.*, 2007). A fase orgânica foi separada, concentrada sob  $\text{N}_2$  e armazenada em freezer (-18°C).

## 2.3 Análise Química dos Compostos Voláteis

O óleo essencial do fruto e os extratos hexânicos dos vinhos e mostos foram submetidos à análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM) em um equipamento QP5050A (Shimadzu), utilizando-se uma coluna capilar de sílica fundida CBP-5 (30 m ´ 0,25 mm ´ 0,25 µm; filme de 5% de fenilmetilpolisiloxano) (Shimadzu), mantendo-se um fluxo de 1 ml/min de Hélio como gás de arraste, e aquecimento com temperatura programada (60 até 246°C com um gradiente de 3°C/min e, em seguida, até 270°C com um gradiente de 10°C/min). A energia ionização foi de 70 eV, sendo o volume de injeção da amostra de 0,4ml diluído em  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (20%). A análise qualitativa foi conduzida no modo varredura, com um intervalo de massas de 41-440 Da, em uma razão de split de 1:50 e a uma velocidade de 1 varredura/s. As temperaturas do injetor e da interface foram mantidas em 220°C e 240°C, respectivamente. A análise quantitativa foi obtida pela integração do Cromatograma Total de Íons (TIC).

A identificação dos componentes foi realizada por comparação dos espectros de massas com os da biblioteca digital NIST/EPA/NIH (1988), além da comparação dos espectros de massas e dos índices de retenção calculados com os da literatura (ADAMS, 2007). Os índices de retenção foram calculados através da co-injeção com uma mistura de hidrocarbonetos lineares,  $\text{C}_8$ - $\text{C}_{32}$  (Sigma, USA), e com aplicação da equação de Van den Dool e Kratz (1963).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Análise dos Compostos Voláteis dos Frutos

Os compostos voláteis foram analisados em três estádios de maturação: verdes (16° DAA), de vez (23° DAA) e maduros (30° DAA). No total, 28 compostos foram identificados (Tabela 1), constituindo uma média de 98,6% dos componentes voláteis. Sesquiterpenos foram os principais constituintes do óleo nos três estádios de maturação (média 86,2%), sendo *g*-eudesmol e *α*-eudesmol os constituintes majoritários, em concordância com estudo anterior (DUARTE *et al.*, 2012). Dentre os monoterpênos, limoneno e (*E*)- $\beta$ -ocimeno foram os majoritários nos três estádios (Tabela 1 e Figura 1).

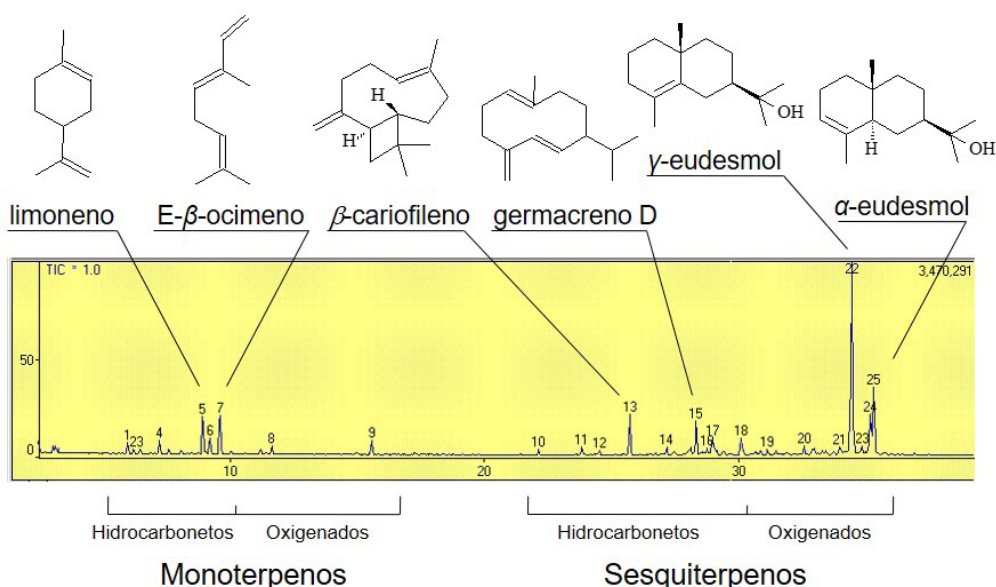


Figura 1. Perfil cromatográfico dos constituintes voláteis dos frutos de jabuticaba.

Considerando os dois grupos de constituintes, observou-se que não ocorreram diferenças significativas durante a maturação dos frutos. Os sesquiterpenos apresentaram uma discreta redução ao longo do amadurecimento, enquanto houve um pequeno aumento na concentração dos monoterpênos. Um comportamento oposto ocorreu com a cagaita (*Eugenia dysenterica* (Mart.) DC., Myrtaceae), e com a manga “Kensington Pride” (DUARTE *et al.*, 2008; LALEL *et al.*, 2003), com sesquiterpenos produzidos principalmente nos frutos maduros.

	Constituinte	TR	V	DV	M
1	$\alpha$ -pineno	5,989	0,01	0,78	1,06
2	$\beta$ -pineno	7,200	0,01	0,80	1,43
3	$\beta$ -mirceno	7,559	0,48	0,01	0,01
4	limoneno	8,917	3,49	4,04	4,42
5	(Z)- $\beta$ -ocimeno	9,179	1,64	1,74	2,20
6	(E)- $\beta$ -ocimeno	9,576	2,12	2,88	4,56
7	linalool	11,607	0,01	0,01	0,94
8	$\alpha$ -terpineol	15,515	0,72	1,81	2,25
9	$\delta$ -elemeno	22,077	0,01	0,73	0,74
10	$\alpha$ -copaeno	23,781	0,94	1,14	1,22
11	(E)-cariofileno	25,675	4,91	5,61	6,65
12	$\alpha$ -humuleno	27,120	0,76	0,80	1,18
13	amorfa-4,7(11)-diene	28,109	1,12	1,31	0,01
14	germacreno D	28,295	7,75	6,04	6,00
15	$\delta$ -selineno	28,707	2,70	1,11	0,64
16	biciclogermacreno	28,923	4,11	4,04	4,18
17	$\delta$ -amorfeno	29,139	1,33	0,95	0,01
18	$\delta$ -cadineno	30,037	4,36	3,42	2,50
19	$\alpha$ -cadineno	30,675	0,72	0,81	0,01
20	elemol	31,067	0,01	0,01	0,87
21	globulol	32,529	0,93	0,93	1,50
22	N.I.	33,277	1,03	0,01	0,01
23	N.I.	33,450	0,58	0,01	0,01
24	10- <i>epi</i> - $\gamma$ -eudesmol	33,927	2,77	2,18	0,59
25	$\gamma$ -eudesmol	34,500	33,00	37,43	34,31
26	cubenol	34,828	3,02	0,88	0,77
27	$\beta$ -eudesmol	35,152	6,62	5,81	7,28
28	$\alpha$ -eudesmol	35,306	13,74	13,22	13,12
	Total		98,89	98,51	98,47
	<b>Grupos biossintéticos</b>	<b>V</b>	<b>DV</b>	<b>M</b>	<b>Média</b>
	Monoterpenos	8,48	12,07	16,87	12,47
	Sesquiterpenos	90,41	86,44	81,60	86,15

TR – tempo de retenção (min), V – verde, DV – de vez, M – madura, N.I. – não identificado.

Tabela 1. Constituintes do óleo essencial da jabuticaba em três estádios de maturação.

A comparação entre os óleos dos frutos com os óleos das folhas (Tabela 1, DUARTE *et al.*, 2010a), indicou que os constituintes majoritários são comuns aos dois órgãos. Por exemplo, os sesquiterpenos:  $\alpha$ -,  $\beta$ -, e  $\gamma$ -eudesmol, germacreno D, biciclogermacreno e (E)-cariofileno ocorreram em maior quantidade nos dois tipos de óleos, enquanto que os

monoterpenos, tais como o limoneno, (*Z*)- $\beta$ -ocimeno, (*E*)- $\beta$ -ocimeno, linalool e  $\alpha$ -terpineol, presentes nos óleos dos frutos, é que podem ser um diferencial entre os dois. Esta semelhança entre voláteis de folhas e frutos apresenta um grande potencial pois permite a possibilidade de utilização das folhas para obtenção de um aroma natural de jabuticaba, utilizado em perfumes, cosméticos e alimentos. Este fato agregaria valor econômico às folhas que atualmente não são aproveitadas.

### 3.2 Análise dos Compostos Voláteis do Mosto

Amostras de mosto colhidas durante a fermentação da safra de 2009 foram extraídas com hexano e analisadas através de cromatografia gasosa com detector de massas. A análise foi dividida em duas partes: os quatro primeiros dias (maceração/fermentação) e os dez dias seguintes de fermentação. Em relação aos compostos voláteis observou-se que desde as primeiras 24 h houve a formação de compostos característicos da fermentação, tais como o 2-hexanol, acetato de 3-metilbutila, 6-metil-2-heptanol, 2-feniletanol e octanoato de etila (Tabela 2 e Figura 2). Estes compostos já foram relatados em vinhos de jabuticaba (DUARTE *et al.*, 2010b).

	Constituintes	TR	Dias de Maceração/Fermentação			
			1	2	3	4
1	2-hexanol	3,195	1,32	1,60	1,80	0,83
2	acetato de 3-metilbutila	4,468	1,22	1,58	1,74	3,09
3	N.I.	5,606	0,82	2,11	6,76	0,77
4	$\alpha$ -pineno	5,926	2,09	1,17	8,78	1,66
5	N.I.	6,164	4,29	3,67	21,38	6,72
6	6-metil-2-heptanol	6,439	4,81	13,63	19,49	7,53
7	$\beta$ -pineno	7,168	5,95	10,54	2,75	7,08
8	limoneno	8,876	7,70	1,83	4,70	18,95
9	2-feniletanol	12,117	3,71	24,50	6,82	7,17
10	octanoato de etila	15,742	1,69	10,56	17,15	1,97
11	N.I.	21,386	9,73	3,42	0,97	2,07
12	N.I.	21,849	2,04	2,45	0,97	1,30
13	$\delta$ -elemeno	22,031	17,36	1,13	4,44	0,73
14	$\alpha$ -copaeno	23,773	7,10	8,81	0,91	2,80
15	$\beta$ -bourboneno	24,127	2,72	4,27	0,65	1,15
16	sibereno	24,349	7,35	1,86	0,65	1,91
17	( <i>E</i> )-cariofileno	25,624	1,91	2,18	0,00	6,34
18	$\beta$ -copaeno	26,022	8,58	1,04	0,00	4,52
19	6,9-guaiadieno	26,633	2,36	0,82	0,00	3,61
20	<i>epi</i> -cedreno	26,867	0,54	0,46	0,00	2,02
21	$\alpha$ -humuleno	27,053	1,20	0,33	0,00	5,08
22	<i>allo</i> -aromadendrene	27,388	0,89	0,00	0,00	0,55
23	N.I.	27,835	1,52	0,00	0,00	1,77

24	N.I.	28,051	0,64	0,00	0,00	0,69
25	germacreno D	28,247	0,41	0,00	0,00	4,98
26	biciclogermacreno	28,899	0,98	0,00	0,00	1,23
27	$\alpha$ -muurolene	29,050	0,60	0,00	0,00	0,19
28	$d$ -amorfero	29,149	0,49	0,00	0,00	0,21
29	$d$ -cadineno	29,988	0,00	0,00	0,00	0,63
30	N.I.	30,618	0,00	0,00	0,00	0,23
31	germacreno B	31,382	0,00	0,00	0,00	0,34
32	$\gamma$ -eudesmol	34,357	0,00	0,00	0,00	0,24
33	N.I.	34,650	0,00	0,00	0,00	0,35
34	cubenol	34,783	0,00	0,00	0,00	0,32
35	$\beta$ -eudesmol	35,065	0,00	0,00	0,00	0,63
36	$\alpha$ -eudesmol	35,217	0,00	0,00	0,00	0,32
			100,00	97,99	99,98	100,00

TR – tempo de retenção (min), N.I. – não identificado.

Tabela 2. Evolução dos constituintes voláteis do mosto durante a maceração/fermentação da jabuticaba

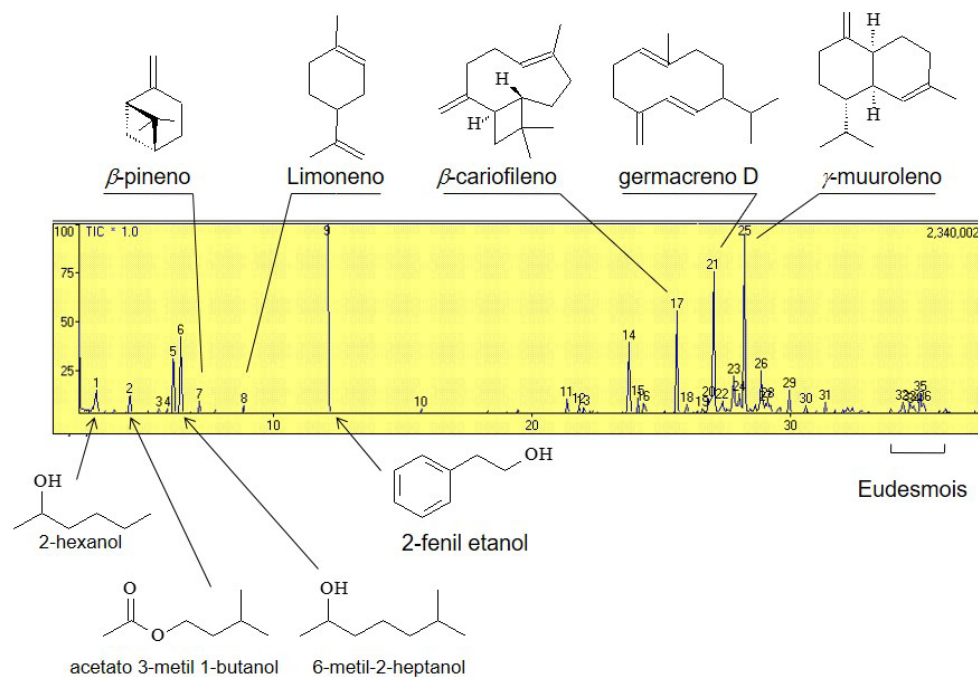


Figura 2. Perfil cromatográfico dos compostos voláteis dos mostos (4º dia de fermentação)

A partir do 5º dia de fermentação detectou-se novos compostos, tais como o butirato de etila, (1-metiletoxi)metiloxirano, *p*-cimeno, 5-metilundecano, *n*-hexadecano e epóxido de isoaromadendreno (Tabela 3). Destes, apenas o butirato de etila foi descrito para o vinho de jabuticaba (DUARTE *et al.*, 2010b).



O monoterpeneo *p*-cimeno pode ter sido formado pela biotransformação do  $\alpha$ -felandreno e o sesquiterpeneo epóxido de isoaromadendreno como produto de oxidação do *allo*-aromadendreno via leveduras do mosto. Biotransformações de mono- e sesquiterpenos por meio de microorganismos são muito conhecidas (BASER & BUCHBAUER, 2010), como na conversão, via *Spodoptera litura*, do  $\alpha$ -felandreno em ácido *p*-cimen-7-óico (NOMA e ASAKAWA, 2010) e na oxidação do *allo*-aromadendreno, pela *Glomerella cingulata*, gerando um triol (ASAKAWA & NOMA, 2010).

Constituintes	TR	Dias de Fermentação										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	2-hexanol	3,141	0,43	1,04	1,05	0,58	0,63	0,86	1,78	0,35	1,25	0,46
2	butirato de etila	3,792	0,66	0,84	0,74	0,91	2,04	1,44	1,99	0,36	3,74	0,67
3	Acetato de 3-metilbutila	4,388	0,83	1,17	2,95	2,10	1,16	2,03	3,74	1,41	4,21	1,06
4	N.I.	5,509	1,43	0,56	3,06	2,17	1,40	1,13	6,65	1,34	11,00	1,78
5	$\alpha$ -pineno	5,829	2,89	1,07	1,99	2,17	5,31	1,26	5,97	1,74	6,69	2,38
6	(1-metiletóxi) metiloxirano	6,063	3,91	2,43	4,89	3,63	4,59	1,34	20,25	2,89	5,98	1,89
7	6-metil-2-heptanol	6,335	1,68	2,53	0,97	6,88	4,56	7,75	15,92	4,09	2,92	2,46
8	$\beta$ -pineno	7,056	1,84	1,43	13,77	0,69	1,20	4,21	3,42	0,44	6,12	4,36
9	<i>p</i> -cimeno	8,583	6,61	0,82	1,55	0,91	13,86	0,41	2,95	5,76	11,3	0,96
10	limoneno	8,750	12,49	4,56	1,06	0,58	4,93	2,06	17,75	0,59	3,34	6,25
11	1,8-cineol	9,033	1,07	0,71	14,79	1,97	1,72	0,49	3,98	0,83	1,18	0,76
12	( <i>E</i> )- $\beta$ -ocimeno	9,423	1,21	11,83	0,98	5,81	8,86	2,30	4,67	16,25	4,82	0,87
13	5-metilundecano	9,805	3,58	1,59	6,65	16,15	0,97	0,96	2,44	0,55	2,15	9,28
14	N.I.	11,449	6,52	2,40	3,15	2,21	13,71	1,05	2,76	2,46	3,00	1,69
15	2-feniletanol	11,976	2,58	5,58	1,71	1,50	6,01	10,37	2,10	1,58	2,97	1,41
16	N.I.	14,024	16,59	1,54	1,20	1,18	2,78	17,67	1,87	9,72	2,26	5,64
17	n-hexadecano	19,328	6,83	5,00	15,19	5,21	1,22	0,98	0,28	4,58	0,69	1,08
18	$\delta$ -elemeno	21,867	5,12	4,77	3,44	1,49	4,12	1,47	0,53	1,68	0,93	9,12
19	$\alpha$ -copaeno	23,574	1,46	1,14	0,83	1,06	0,84	3,05	0,94	1,35	1,26	3,83
20	$\beta$ -bourboneno	23,957	5,41	1,71	0,79	5,95	1,01	1,73	0,00	6,00	2,79	9,86
21	N.I.	24,183	2,05	1,94	1,50	6,96	0,72	2,05	0,00	1,90	4,26	4,98
22	epóxido isoaromadendreno	24,257	1,84	6,67	7,96	4,75	7,73	1,82	0,00	0,86	3,61	4,64
23	( <i>E</i> )-cariofileno	25,455	1,82	9,09	1,55	0,86	4,36	5,10	0,00	3,31	3,63	1,74
24	$\beta$ -copaeno	25,865	3,48	11,34	1,68	6,00	1,76	0,61	0,00	4,60	5,27	0,72
25	$\alpha$ -humuleno	26,902	1,66	2,91	1,20	4,29	0,30	1,18	0,00	3,72	4,07	2,17
26	<i>allo</i> -aromadendreno	27,212	0,40	0,97	0,97	1,19	0,41	3,44	0,00	3,52	0,33	0,77
27	<i>y</i> -muuroloeno	27,879	1,11	1,05	0,18	1,60	0,90	5,03	0,00	0,73	0,14	1,07
28	germacreno D	28,078	0,22	2,30	0,89	1,00	0,44	9,78	0,00	7,04	0,08	2,61
29	biciclogermacreno	28,723	2,02	1,90	0,43	0,61	0,41	2,36	0,00	6,88	0,00	3,40
30	$\alpha$ -muuroloeno	28,869	0,33	1,36	0,31	2,40	1,00	0,69	0,00	2,68	0,00	2,46
31	N.I.	29,087	0,02	1,96	0,77	3,71	0,55	0,35	0,00	0,47	0,00	2,30
32	<i>y</i> -cadineno	29,429	1,42	1,75	0,45	3,00	0,24	0,63	0,00	0,32	0,00	0,06
33	$\delta$ -cadineno	29,813	0,43	3,51	0,15	0,29	0,25	1,03	0,00	0,00	0,00	3,41

34	germacreno B	31,202	0,04	0,54	0,00	0,18	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,02
35	N.I.	32,033	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,27
36	N.I.	32,230	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,17
37	$\gamma$ -eudesmol	34,175	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,41
38	$\beta$ -eudesmol	34,882	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,00	0,00	0,00	0,34
39	$\alpha$ -eudesmol	35,018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00
		99,99	100,00	98,79	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99	97,33

Tabela 3. Evolução dos constituintes voláteis do mosto durante a fermentação da jabuticaba.

A comparação dos constituintes do óleo essencial da jabuticaba e do mosto indicou que vários monoterpenos do fruto se mantiveram em concentrações detectáveis no mosto, tais como o  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, limoneno, 1,8-cineol e (*E*)- $\beta$ -ocimeno. O mesmo ocorreu para alguns sesquiterpenos, como  $\delta$ -elemeno,  $\alpha$ -copaeno, (*E*)-cariofileno,  $\alpha$ -humuleno, germacreno D, biciclogermacreno,  $\delta$ -cadineno, germacreno B,  $\gamma$ -eudesmol, cubenol,  $\beta$ -eudesmol,  $\alpha$ -eudesmol (Tabelas 2 e 3). Entretanto, os compostos majoritários do fruto como  $\gamma$ - e  $\alpha$ -eudesmol ocorreram em concentrações extremamente baixas no mosto, enquanto componentes que eram minoritários no fruto se destacam no mosto, como o  $\beta$ -pineno. Esta variação pode ser devida a pouca solubilização dos majoritários no meio aquoso do mosto. Alguns terpenoides identificados nos óleos das folhas (DUARTE *et al.*, 2010a) foram detectados no mosto (Tabelas 2 e 3), indicando que eles estavam presentes também nos frutos. Como visto anteriormente, óleos essenciais de folhas e frutos da jabuticabeira possuem grande semelhança em suas composições químicas.

### 3.3 Análise dos Compostos Voláteis dos Vinhos

Amostras de vinhos engarrafados entre 2001 e 2010 foram extraídas com hexano e analisadas através de cromatografia gasosa com detecção por espectrômetro de massas. Entre os constituintes identificados, um importante álcool detectado em vinhos de todas as safras foi o 2-feniletanol (Tabela 4 e Figura 3), previamente detectado na concentração de 29,3 mg/L em vinhos de jabuticaba (DUARTE *et al.*, 2010b). A presença deste composto é muito positiva para o aroma do vinho, pois ele contribui com nuances florais, especialmente de rosa, o qual se oxida com o tempo e contribuindo para um aroma semelhante a mel (GÓMEZ-MÍGUEZ *et al.*, 2007).

	Constituintes	TR	Safras (Anos) de Vinhos Tintos (Janine)								
			2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	butanoato de etila	3,14	1,47	0,51	0,97	0,27	1,29	2,76	0,62	0,81	0,51
2	3-metilbutanoato de etila	4,91	0,81	0,49	0,97	3,54	1,42	1,87	0,26	1,02	1,35
3	N.I.	5,54	1,34	0,10	1,04	3,35	1,28	1,45	0,21	1,28	3,97
4	N.I.	6,11	0,83	0,15	0,67	0,73	0,66	0,39	2,15	1,00	3,07
5	6-metil-2-heptanol	6,39	0,27	0,22	0,17	1,04	1,14	3,70	2,63	0,96	1,24
6	$\beta$ -pineno	7,08	0,31	0,22	0,32	0,65	0,31	4,20	0,97	0,83	0,46
7	hexanoato de etila	7,69	0,09	0,30	1,70	0,45	0,88	1,74	0,58	0,78	0,41
8	limoneno	8,78	0,45	2,29	2,02	0,66	0,23	0,99	0,41	4,84	0,92
9	2-feniletanol	12,12	0,32	3,11	0,48	0,54	0,40	28,6	11,0	6,15	3,90
10	succinato de dietila	15,00	0,24	0,37	0,28	3,45	0,38	9,15	17,6	24,5	8,24
11	ascaridol	21,94	0,27	0,08	0,35	4,37	3,20	0,62	1,18	0,89	4,73
12	$\alpha$ -copaeno	23,66	0,12	0,10	33,1	3,70	3,78	36,6	2,94	21,1	5,72
13	$\beta$ -bourboneno	24,04	1,90	0,32	45,0	4,75	1,56	0,50	1,19	22,2	12,0
14	$\beta$ -elemeno	24,34	2,21	0,15	0,59	0,59	25,8	0,61	1,62	0,72	11,1
15	( <i>E</i> )-cariofileno	25,57	0,09	0,63	4,84	0,75	0,44	0,85	8,93	0,82	19,6
16	N.I.	25,94	0,53	0,19	7,57	14,9	49,5	0,82	0,46	0,78	18,1
17	aristolene	26,53	0,21	0,25	0,00	0,50	0,56	0,85	0,78	5,20	0,83
18	$\alpha$ -humuleno	26,99	0,19	1,74	0,00	15,7	5,90	1,02	1,55	1,92	0,45
19	N.I.	27,29	0,24	3,21	0,00	16,3	1,26	0,68	0,32	2,04	0,98
20	germacreno D	28,25	0,21	30,3	0,00	0,69	0,00	0,96	24,4	1,69	0,98
21	$\gamma$ -elemeno	28,84	3,27	33,0	0,00	15,7	0,00	1,59	6,52	0,57	0,68
22	$\alpha$ -muuroloeno	28,98	2,31	1,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,70	0,00	0,47
23	N.I.	c29,18	34,0	0,80	0,00	0,69	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00
24	$\delta$ -cadineno	29,91	39,5	0,20	0,00	1,77	0,00	0,00	2,66	0,00	0,00
25	N.I.	31,29	0,39	0,90	0,00	0,75	0,00	0,00	1,52	0,00	0,00
26	espatulenol	32,12	0,65	0,17	0,00	0,89	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00
27	$\gamma$ -eudesmol	34,27	7,81	0,37	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
28	$\beta$ -eudesmol	34,99	0,00	18,8	0,00	1,35	0,00	0,00	2,41	0,00	0,00
29	$\alpha$ -eudesmol	35,12	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	1,42	0,00	0,00
30	<i>cis</i> -calamen-10-ol	35,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	0,00	0,00
			99,9	100	100	100	99,9	100	99,9	99,9	99,6

Tabela 4. Compostos voláteis de vinhos de jabuticaba detectados por CG/EM

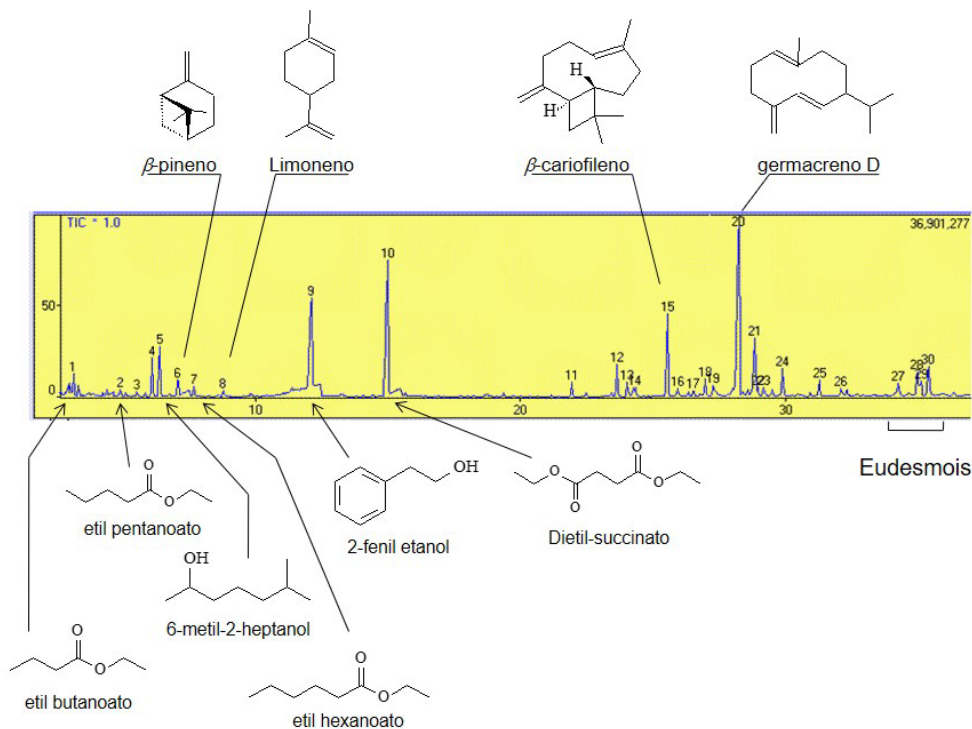


Figura 3. Perfil cromatográfico dos constituintes voláteis dos vinhos (safra de 2008).

Ésteres produzidos durante a fermentação foram detectados em todas as safras (anos) por CG/EM (Tabela 4 e Figura 3). Estas substâncias contribuem com notas de frutas, o que é muito favorável para o aroma do vinho (PERESTRELO *et al.*, 2006). Todos estes ésteres etílicos foram identificados anteriormente em vinhos de jabuticaba (DUARTE *et al.*, 2010b).

Além das substâncias formadas durante a fermentação, os compostos voláteis, oriundos dos frutos, também são importantes para o aroma dos vinhos. Os monoterpenos  $\beta$ -pineno e limoneno e os sesquiterpenos  $\alpha$ -copaeno e (*E*)-cariofileno, presentes no óleo essencial dos frutos, foram detectados em vinhos de todas as safras (Tabela 4 e Figura 3). Os sesquiterpenos  $\beta$ -bourboneno e  $\beta$ -elemeno também estão presentes em todos os vinhos e foram detectados anteriormente nas folhas da jabuticabeira (DUARTE *et al.*, 2010a). Esses constituintes contribuem para as propriedades sensoriais dos vinhos com notas de madeira, ervas, picante, doce e fresco (FREITAS *et al.*, 2020). O perfil terpênico tem um papel importante na distinção de cada espécie de fruta e é usado até para distinguir vinhos de diferentes castas de uvas viníferas (PEÑA *et al.*, 2005).

## 4 | CONCLUSÃO

Na produção de fermentados de frutas existem vários fatores que devem ser observados, tais como a coloração, adstringência, sabor e aroma. Durante a fermentação da jabuticaba ocorreu uma mudança no perfil dos constituintes voláteis, com a produção de álcoois e ésteres, responsáveis pelo aroma secundário, que contribuíram com aromas de flores e frutas. A presença de terpenoides, oriundos dos frutos e responsáveis pelo aroma primário, realçou o caráter exótico do vinho de jabuticaba. Assim, todos os compostos voláteis presentes nos vinhos de jabuticaba apresentaram características que contribuem positivamente para as propriedades sensoriais dessa bebida.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Vinícola Jabuticabal pelo fornecimento das amostras e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (# 401188/2016-7).

## REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography /Quadrupole Mass Spectroscopy**. Allured: Carol Stream, Illinois. 2007.

ASAKAWA, Y.; NOMA, Y. Biotransformation of sesquiterpenoids, ionones, damascones, adamantanes, and aromatic compounds by green algae, fungi, and mammals. *In: Handbook of essential oils. Science, technology and applications*, Baser, K. H. C.; Buchbauer, G. (eds.). CRC Press: Boca Raton, 737-842, 2010.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils. Science, technology and applications**. CRC Press: Boca Raton, 2010, 975p.

BRASIL. **Decreto nº 2314**, 4 set.1997: Regulamenta a lei no 8918 de 14 jul.1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção, e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, p.19549, 05 de set.1997.

BRASIL. **Lei nº 7678**, de 8 out.1998: Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização de vinho e derivados de uva e do vinho, e dá outras providências. Brasília, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/> acessado em 02/03/2011.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; SALANDINI, C. A. R.; BAZZO, F. R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jabuticabas (*Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg) cv 'sabará'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 378-383, 2004.

DUARTE, A. R.; COSTA, A. R.; FERRI, P. H.; SANTOS, S. C.; PAULA, J. R.; NAVES, R. V. Changes in volatile constituents during fruit ripening of wild *Eugenia dysenterica* D.C. **The Journal of Essential Oil Research**, v. 20, p. 30-32, 2008.

DUARTE, A. R.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; FERRI, P. H. Environmental influence on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* leaves. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, p. 1672-1680, 2010a.

DUARTE, A. R.; SANTOS, S. C.; SERAPHIN, J. C.; FERRI, P. H. Influence of spatial, edaphic and genetic factors on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* fruits. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 737-746, 2012.

DUARTE, W. F.; DIAS, D. R.; OLIVEIRA, J. M.; TEIXEIRA, J. A.; SILVA, J. B. A.; SCHWAN, R. F. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabiroba, jaboticaba and umbu. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p. 1564-1572, 2010b.

FREITAS, T. P. *et al.* Volatile compounds and physicochemical quality of four jaboticabas (*Plinia* sp.). **Molecules**, v. 25, p. 4543, 2020.

GÓMEZ-MÍGUEZ, M. J.; GÓMEZ-MÍGUEZ, M.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: effects of grape maturity and soil type. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 758-764, 2007.

LALEL, H. J. D.; SINGH, Z.; TAN, S. C. Aroma volatiles production during fruit ripening of "Kensington Pride" mango. **Postharvest Biology and Technology**, v. 27, p. 323-336, 2003.

MACEDO, E. H. B. C. *et al.* Unveiling the physicochemical properties and chemical profile of artisanal jaboticaba wines by bromatological and NMR-based metabolomics approaches. **LWT- Food Science and Technology**, v. 146, p.111371, 2021.

NOMA, Y.; ASAKAWA, Y. Biotransformation of monoterpenoids by microorganisms, insects, and mammals. In: **Handbook of essential oils. Science, technology and applications**, BASER, K.H.C.; BUCHBAUER, G. (eds.). CRC Press: Boca Raton, p. 585-736, 2010.

PEÑA, R. M.; BARCIELA, J.; HERRERO, C.; GARCÍA-MARTÍN, S. Optimization of solid phase microextraction methods for GC-MS determination of terpenes in wine. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 7, p. 1227-1234, 2005.

PERESTRELO, R.; FERNANDES, A.; ALBUQUERQUE, F.; MARQUES, J.; CAMARA, J. Analytical characterization of the aroma of tinta negra mole red wine: identification of the main odorants compounds. **Analytica Chimica Acta**, v. 563, n. 1-2, p. 154-164, 2006.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. J. A. Generalization of the Retention Index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography** v. 11, p. 463-471, 1963.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

- Adaptabilidade 13
- Adstringência 39
- Adubação 14, 15
- Amadurecimento 2, 4, 5, 11, 28, 29, 31
- Amostragem foliar 13
- Antimutagênicos 10
- Antioxidantes 10
- Antocianinas 2, 8, 10
- Aroma 28, 29, 33, 36, 38, 39, 40

### B

- Biossíntese 1
- Biótipos 1, 2
- Biotransformações 35

### C

- Características físico-químicas 29
- Carica papaya* 13, 14, 48, 51
- Cianidinas 7, 8
- Coloração 8, 16, 39
- Compostos voláteis 28, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39
- Concentração dos pigmentos 1, 10
- Cromatografia 2, 28, 30, 33, 36
- Cultivares 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

### E

- Erysiphe* 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
- Espectrômetro de massas 36
- Eugenia uniflora* 1, 11, 12
- Evolução 1, 2, 11, 34, 36, 41, 42, 43, 48

### F

- Fermentação 28, 30, 33, 34, 35, 36, 38, 39
- Flavonoides 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10

Frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 39

## G

Grupos biossintéticos 10, 32

## J

Jaboticaba 5, 8, 11, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40

## M

Macronutrientes 21, 24, 27

Mamão 14, 27, 48

Maturação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 31, 32

Mercado interno e externo 29

Micronutrientes 13, 14, 15, 16, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Monoterpenos 31, 32, 33, 36, 38

Mostos 28, 29, 30, 34

*Myrciaria cauliflora* 28, 29, 40

## N

Nutrição mineral 13

## O

Oídio 41, 42, 43, 48, 49

Óleos essenciais 2, 28, 36

Oxidação 35

## P

Pecíolos 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27

Período de colheita 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26

Pitanga 1

*Plinia cauliflora* 28

*Podosphaera* 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50

Polpa dos frutos 3, 4

Pomar 29, 30

Potencial econômico 29

Produtividade 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27



## S

Sesquiterpenos 31, 32, 35, 36, 38

## T

Taninos 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10

Taxonomia 42, 47

Terpenos 28

## V

Variabilidade genética 13

Vinhos 2, 28, 29, 30, 33, 36, 37, 38, 39

Voláteis 28, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 


[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 


[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Características e importância econômica da FRUTICULTURA

## 2

  
Atena  
Editora  
Ano 2022

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Características e importância econômica da FRUTICULTURA

## 2

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022