



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO-UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

JULIANA LACÔRTE FRANCO

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E ACEITAÇÃO DE EXTRATOS DE
DIFERENTES ESPÉCIES DE *Vanilla* DA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA

RIO DE JANEIRO - RJ

OUTUBRO - 2022

JULIANA LACÔRTE FRANCO

**CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E ACEITAÇÃO DE EXTRATOS DE
DIFERENTES ESPÉCIES DE *Vanilla* DA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Gabriela Bello Koblitz

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª Andrea Furtado Macedo

Coorientadora: Dr^ª Rosires Deliza

RIO DE JANEIRO - RJ

OUTUBRO - 2022

F825 Franco, Juliana Lacôrte
CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E ACEITAÇÃO DE
EXTRATOS DE DIFERENTES ESPÉCIES DE Vanilla DA MATA
ATLÂNTICA BRASILEIRA / Juliana Lacôrte Franco. --
Rio de Janeiro, 2022.
79 f.

Orientadora: Maria Gabriela Bello Koblitz.
Coorientadora: Andrea Furtado Macedo.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Alimentos e Nutrição, 2022.

1. Baunilha. 2. Vanilina. 3. Rate-all-that-apply
(RATA). 4. Estudo do consumidor. 5. Análise
sensorial. I. Koblitz, Maria Gabriela Bello,
orient. II. Macedo, Andrea Furtado, coorient. III.
Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO - PPGAN

Defesa N° 81

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ALIMENTOS E NUTRIÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ALIMENTOS E
NUTRIÇÃO**

DATA DA DEFESA: 28 de setembro de 2022

CANDIDATA: Juliana Lacôrte Franco

ORIENTADORA: Profa. Dra. Maria Gabriela Bello Koblitz

COORDENADORAS: Profa. Dra. Andrea Furtado Macedo e Dra. Rosires Deliza

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Maria Gabriela Bello Koblitz (Presidente) – PPGAN / UNIRIO

Prof. Dr. Rafael Silva Cadena - PPGAN / UNIRIO

Profa. Dra. Marcela de Alcântara – PDJ-CNPq/Embrapa

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Características sensoriais e aceitação de extratos de diferentes espécies de *Vanilla* da Mata Atlântica brasileira

LOCAL: meet.google.com/awm-mjou-tsi

HORA DE INÍCIO: 13:08 horas

Em sessão pública, após exposição de 48 minutos, a candidata foi arguida oralmente pelos membros da banca tendo como resultado:

APROVADO(A)

NÃO APROVADO(A)

Em acordo com o capítulo VIII, artigo 62 do Regulamento do PPGAN, o candidato, no prazo máximo de 30 (trinta) dias para Dissertações/Tese aprovadas, deve entregar as cópias exigidas pelo Regulamento do PPGAN da versão final à secretaria como condição final para a expedição do diploma.

[Esta ata vai assinada digitalmente por todos os participantes](#)

Rio de Janeiro, 28 de setembro de 2022



	<p>Dados e horários baseados em Brasília, Brasil Sincronizado com o NTP.br e Observatório Nacional (ON) em 30/09/2022 às 00:30:07</p>	
	<p>Ata_N°81_Dissertação_Juliana Franco</p>	
	<p>Data e Hora de Criação: 28/09/2022 às 17:10:34</p>	
	<p>Documentos que originaram esse envelope: - Ata da defesa dissertação_nº. 81_ Juliana Franco.pdf (Arquivo PDF) - 1 página(s)</p>	
	<p>Hashs únicas referente à esse envelope de documentos</p>	
	<p>[SHA256]: acf5b185740c53abd190c9df4d7a110c62e5eca4257d7dae59925b260562e3b [SHA512]: e477e283e706302e0f3127452948a25ea37702a92addcc520d5316d63d20315e9ad919d17e0e55f5067e2300f91c9a2bb85204aad0259294f62f6378f9e0edd</p>	
	<p>Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope</p>	
	<p>ASSINADO - Marceia de Alcântara (marceiadealcantara@gmail.com)</p>	
	<p>Data/Hora: 30/09/2022 - 00:30:07, IP: 173.108.191.119 [SHA256]: aaac2639a872e4f621c7d1cca37d86d5e64402ae77e912b3459d54fc1d37477</p>	
	<p>ASSINADO - Maria Gabriela Bello Koblitz (maria.koblitz@unirio.br)</p>	
	<p>Data/Hora: 29/09/2022 - 10:56:32, IP: 201.17.86.99 [SHA256]: 00dadcd3bc553d0ef1d40f73a159617b718a8281d1285881c2107474d1c57f9a</p>	
	<p>ASSINADO - Rafael Silva Cadena (rafael.cadena@unirio.br)</p>	
	<p>Data/Hora: 28/09/2022 - 17:19:52, IP: 189.92.221.17, Geolocalização: [-22.901074, -43.125420] [SHA256]: 702813639edfbd4200573dd36cf07ad26648d775ca770522502e20823a877e05</p>	
	<p>Histórico de eventos registrados neste envelope</p>	
	<p>30/09/2022 00:30:07 - Envelope finalizado por marceiadealcantara@gmail.com, IP: 173.108.191.119 30/09/2022 00:30:07 - Assinatura realizada por marceiadealcantara@gmail.com, IP: 173.108.191.119 30/09/2022 00:29:59 - Envelope visualizado por marceiadealcantara@gmail.com, IP: 173.108.191.119 29/09/2022 10:56:32 - Assinatura realizada por maria.koblitz@unirio.br, IP: 201.17.86.99 29/09/2022 10:56:18 - Envelope visualizado por maria.koblitz@unirio.br, IP: 201.17.86.99 28/09/2022 17:19:52 - Assinatura realizada por rafael.cadena@unirio.br, IP: 189.92.221.17 28/09/2022 17:19:40 - Envelope visualizado por rafael.cadena@unirio.br, IP: 189.92.221.17 28/09/2022 17:14:52 - Envelope registrado na Blockchain por ppgan.secretaria@unirio.br, IP: 177.192.76.238 28/09/2022 17:14:51 - Envelope encaminhado para assinaturas por ppgan.secretaria@unirio.br, IP: 177.192.76.238 28/09/2022 17:10:35 - Envelope criado por ppgan.secretaria@unirio.br, IP: 177.192.76.238</p>	
		<p>Documento em conformidade com o padrão de assinatura digital ICP-Brasil e validado de acordo com o Instituto Nacional de Tecnologia da Informação</p>
<p>Os registros de assinatura presentes nesse documento pertencem única e exclusivamente a esse envelope. Documento final gerado e certificado por Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro</p>		

Dedico essa dissertação aos meus pais

Adriana Barraca Silva Franco e

Antônio Elcio Franco Filho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Adriana e Elcio pelo amor incondicional e por sempre investirem em mim e na minha educação, por todas as oportunidades que me concederam que me trouxeram até aqui.

Ao PPGAN e professores do programa pelo ensino e à FAPERJ, CAPES e UNIRIO por financiarem essa pesquisa.

À minha orientadora Profa Maria Gabriela Koblitz pelos ensinamentos, paciência, acolhimento e serenidade que sempre me tranquilizava.

Às minhas coorientadoras Profa. Andrea Macedo, Profa. Ellen Menezes e Dra. Rosires Deliza, pelo auxílio na construção deste trabalho e por todo conhecimento passado.

Ao meu marido Pedro Henrique, por entender todas as mudanças de planos que tiveram que ser feitas devido às atividades práticas e teóricas, por sempre me apoiar irrestritamente e ser minha luz nos momentos de escuridão.

Aos alunos de iniciação científica Vitoria, Giulia e Matheus pela companhia e amparo durante o preparo das amostras e na coleta de dados e à Dra. Inayara por sua gentileza e todo o auxílio com a análise de dados.

Muito obrigada a todos que puderam participar das análises sensoriais durante a pandemia, cada participação era motivo de comemoração e foi essencial para a conclusão do estudo.

Por fim, agradeço a todos que me auxiliaram, direta ou indiretamente, nesse trabalho.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota. “

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

Os frutos de baunilha são considerados fonte de *flavor* natural amplamente utilizado comercialmente, incluindo as indústrias de bebidas, farmacêutica, cosmética, tabaco e de alimentos. O gênero pantropical *Vanilla* Plumier ex Miller é constituído de orquídeas hemiepífitas (Orchidaceae) e possui cerca de 110 espécies monofiléticas, mas apenas três espécies apresentam valor econômico atualmente: *V. planifolia*, *V. tahitiensis* e *V. pompona*, sendo a primeira caracterizada pela maior produção e por ser a mais comercializada. Os frutos destas espécies apresentam valor econômico depois de serem curados. O mercado de baunilhas está em expansão e a produção de baunilha não tem suprido a demanda do mercado. Já foram catalogadas 38 espécies de baunilha no território brasileiro, sendo 20 dessas espécies endêmicas e uma delas é a *Vanilla bahiana*, capaz de produzir substâncias químicas relacionadas ao aroma de baunilha, que estão presentes nas espécies já comercializadas. Entretanto, análises químicas não são suficientes para garantir o sucesso da inserção de um novo produto no mercado, sendo necessária a análise sensorial para o desenvolver, avaliar a aceitação e comercializar novos produtos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil sensorial e aceitação de diferentes espécies de baunilha juntamente com a baunilha comercial e o extrato de baunilha artificial. Para tanto, foram obtidos extratos alcoólicos das vagens maduras e curadas enzimaticamente de *V. bahiana*; *V. chamissonis*, *V. cribbiana* e *V. planifolia*; também foi testada uma essência artificial de baunilha. Três estudos diferentes foram conduzidos: estimativa de limiares de diferença para sabor de baunilha; percepção hedônica e sensorial do leite aromatizado de baunilha aplicando escala hedônica de 9 pontos e *Rate-all-that-apply* (RATA) com leite UHT 1% de gordura sem lactose como carreador. Observou-se que tanto a essência artificial quanto o extrato da espécie comercial (*V. planifolia*) se destacaram em todos os atributos avaliados. No entanto, a espécie *V. cribbiana* foi igual à comercial no atributo sensorial ‘aroma de baunilha’ e as espécies *V. cribbiana* e *V. chamissonis* foram iguais à essência e à espécie comercial no quesito ‘gosto doce’. A *V. bahiana* foi a menos aceita, porém, as outras espécies nativas *V. cribbiana* e *V. chamissonis* tem potencial de obter sucesso ao serem exploradas comercialmente, pela sua semelhança sensorial com a essência artificial que teve maior aceitação pelos consumidores e com a espécie comercial de referência. Os níveis mínimos de *V. cribbiana* necessários para percepção de seu aroma e sabor foram inferiores às demais espécies, mostrando potência de seu sabor.

Palavras-chave: Baunilha. Vanilina. Rate-all-that-apply (RATA). Estudo do consumidor. Análise sensorial

ABSTRACT

Vanilla fruits are considered a natural flavor source widely used commercially, including the beverage, pharmaceutical, cosmetic, tobacco and food industries. The pantropical genus *Vanilla* Plumier ex Miller is constituted of hemiepiphytic orchids (Orchidaceae) and has about 110 monophyletic species, but only three species are currently of economic value: *V. planifolia*, *V. tahitiensis* and *V. pompona*, the first being characterized by the highest production and being the most commercialized. The fruits of these species have economic value after being cured. The vanilla market is expanding and the production of vanilla has not been meeting market demand. 38 species of vanilla have already been cataloged in Brazil, 20 of which are endemic and one of them is *Vanilla bahiana*, capable of producing chemical substances related to the aroma of vanilla, which are present in the species already commercialized. However, chemical analyzes are not enough to guarantee the success of the insertion of a new product in the market, being necessary the sensorial analysis to develop it, to evaluate the acceptance and to commercialize new products. The objective of this work was to evaluate the sensory profile and acceptance of different species of vanilla together with commercial vanilla and artificial vanilla extract. For this purpose, alcoholic extracts were obtained from mature and enzymatically cured pods of *V. bahiana*; *V. chamissonis*, *V. cribbiana* and *V. planifolia*; an artificial vanilla essence was also tested. Three different studies were conducted: estimation of difference thresholds for vanilla flavor; hedonic and sensory perception of vanilla flavored milk using a 9-point hedonic scale and Rate-all-that-apply (RATA) with 1% lactose-free UHT milk as a carrier. It was observed that both the artificial essence and the extract of the commercial species (*V. planifolia*) stood out in all attributes evaluated. However, the species *V. cribbiana* was equal to the commercial species in the sensory attribute 'vanilla aroma' and the species *V. cribbiana* and *V. chamissonis* were equal to the essence and the commercial species in the question 'sweet taste'. *V. bahiana* was the least accepted, however, the other native species *V. cribbiana* and *V. chamissonis* have the potential to be successful when commercially exploited, due to their sensorial similarity with the artificial essence that had greater acceptance by consumers and with the species reference commercial. The minimum levels of *V. cribbiana* necessary for the perception of its aroma and flavor were lower than the other species, showing the potency of its flavor.

Keywords: Vanilla. Vanillin. Rate-all-that-apply (RATA). Consumer study. Sensory analysis

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1. Foto da esquerda - flor de *Vanilla planifolia* no Orquidário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, cidade do Rio de Janeiro (RJ, Brasil) e foto da direita - frutos com aproximadamente 3 meses de desenvolvimento..... 4
- Figura 2. funções biológicas da vanilina relacionadas à saúde. Adaptado de Arya et al., 2021 e Olatunde et al., 2022 8
- Figura 3. Parte final da biossíntese de vanilina nos frutos de *V. planifolia*. Adaptado de Gallage et al.; 2014..... 11
- Figura 4. Fórmula estrutural da (a) vanilina, (b) ácido vanílico, (c) *p*-hidróxibenzaldeído, (d) ácido *p*-hidroxibenzóico..... 14

Capítulo 2

- Figure 1. Representation of samples (a) and sensory terms (b) in the first two dimensions of the Principal Component Analysis (PCA) performed on average scores of the Rate-All-That-Apply (RATA) question, overall acceptance and clusters' acceptance. 41

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Compostos presentes em diferentes espécies de baunilha.....	15
Tabela 2. Classes e descrição de odores dos compostos presentes no <i>flavor</i> da baunilha	19

Capítulo 2

Table 1. Percentage (%) of vanilla extract or essence per test for the difference threshold estimation.	33
Table 2. Difference thresholds for added vanilla in milk in relation to the control in five studies.	36
Table 3. Average overall liking [§] scores of vanilla-flavored milk for all consumers (n=121) and for the two consumer segments identified in the Clusters analysis.	37
Table 4. Consumer attitudes about vanilla and sociodemographic characteristics of all participants (n=121) and the two consumer segments identified using Cluster analysis.	37
Table 5. Mean scores (and standard deviations) of the terms of the Rate-All-That-Apply (RATA) question to describe the sensory characteristics of samples.	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Análise descritiva
ADQ	Análise descritiva quantitativa
CFR	Código de Regulamentos Federais dos Estados Unidos
CATA	Check-All-That-Apply
FDA	Food and Drug Administration
GC-O	Cromatografia gasosa ligada à olfatometria
TDS	Dominância temporal das sensações
EEFC	Extrato enzimático da folha de chá
PCA	Análise dos componentes principais
PLE	Painéis de livre escolha
RATA	Rate-All-That-Apply
VpVAN	Enzima vanilina sintase

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. GERAL	3
2.2. ESPECÍFICOS	3
3. CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. INTRODUÇÃO	4
3.2. HISTÓRICO	5
3.3. ASPECTOS ECONÔMICOS	6
3.4. BENEFÍCIOS	7
3.5. PRODUÇÃO, PROCESSAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO	8
3.6. ASPECTOS QUÍMICOS	13
3.7. ANÁLISE SENSORIAL DE AROMA E SABOR DE BAUNILHA	23
3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
4. CAPÍTULO 2 - CHARACTERIZATION AND PERFORMANCE OF VANILLA SPECIES FROM THE BRAZILIAN ATLANTIC FOREST BY EXPLORING ITS SENSORY AND LIKING POTENTIALS	28
1. Introduction	30
2. Material and methods	31
2.1. Ethical Statement	31
2.2. Vanilla collection and extract preparation	31
2.3. Study 1: estimation of difference thresholds for vanilla flavor	32
2.3.1. Formulation of the vanilla-flavored milk	32
2.3.2. Participants	32
2.3.3. Experimental procedure	33
2.3.4. Data analysis	33
2.4. Study 2: Hedonic and sensory perception of vanilla-flavored milk	34
2.4.1. Participants	34

2.4.2. Samples	34
2.4.3. Experimental procedure	35
2.4.4. Data analysis	35
3. Results	36
3.1. Difference thresholds	36
3.2. Hedonic and sensory perception of vanilla-flavored milk	36
4. Discussion.....	42
5. Conclusion.....	44
5. CONCLUSÃO GERAL	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	53
APÊNDICE B – FICHA TESTE DE COMPARAÇÃO PAREADA DE DIFERENÇA.....	55
APÊNDICE C – FICHA DE ACEITAÇÃO E RATA	56
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO	58
APÊNDICE E.....	60
FIGURA A: MAPA DE FATORES – ÁRVORE HIERÁRQUICA E MAPA DE FATORES	60
ANEXO – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	62

1. INTRODUÇÃO

O mercado global de baunilha está em plena expansão e constitui uma indústria próspera: até o ano de 2025 é esperado que o mercado de frutos e extratos atinja US\$ 4,3 bilhões e o de vanilina (4-hidroxi-3-metoxibenzaldeído), composto de impacto do aroma de baunilha, chegue a US\$ 724,5 milhões (GRAND VIEW RESEARCH, 2017; (ACUMEN RESEARCH AND CONSULTING, 2019).

As baunilhas (*Vanilla spp*) pertencem à família das orquídeas (Orchidaceae) e a maior parte de suas espécies é endêmica da América tropical (LINARES et al., 2019a). Elas são produzidas em regiões climaticamente semelhantes ao redor do mundo (África, Ásia e Américas Central e do Sul) (JANUSZEWSKA et al., 2020), mas atualmente a maior produção e exportação é proveniente de ilhas do Oceano Índico (SINGLETERY, 2020). Essa commodity possui aroma versátil, sendo muito utilizada em cosméticos, aromatização de ambientes, alimentos (bolos, biscoitos, chocolates e sorvete – este último o principal produto alimentício) e bebidas. Seu aroma é um dos mais utilizados no mundo (SINGLETERY, 2020), e é um aromatizante considerado seguro pela Food and Drug Administration (FDA), a agência federal do departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos responsável, entre outras coisas, pelo controle e supervisão da segurança alimentar.

Já foi constatada a distribuição de 38 espécies do gênero *Vanilla* nas cinco regiões do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul), nos seguintes domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Das 38 espécies mencionadas, 20 espécies são endêmicas (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]) e uma delas é a *Vanilla bahiana*, que produz substâncias químicas relacionadas ao aroma de baunilha presentes nas espécies já comercializadas (DA SILVA OLIVEIRA et al., 2022b; LOPES et al., 2019). O cultivo de espécies nativas e endêmicas do gênero pode ser uma alternativa de alto retorno para a agricultura familiar, articulando sustentabilidade econômica, ecológica, ambiental e social (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, [s.d.]). Adicionalmente, a introdução de novas espécies às variedades comerciais possibilitaria o enriquecimento do *pool* genético de baunilhas cultivadas, protegendo as plantações de futuras pragas e doenças (KADIR et al., 2019). O sucesso da inserção de um novo produto no mercado, entretanto, não depende apenas de análises químicas, mas também da aceitação dos consumidores. Dessa forma, a análise sensorial é indispensável para seu desenvolvimento e comercialização.

A aceitabilidade dos extratos de baunilha - comerciais ou experimentais, de espécies cultivadas ou nativas - pode ser avaliada com base nos resultados da análise sensorial realizada por consumidores. A descrição sensorial de alimentos permite a descrição e quantificação de atributos do produto, auxiliando na determinação dos atributos sensoriais que são importantes para aceitação (STONE; SIDEL, 2004). Verificar como os consumidores percebem os atributos sensoriais de produtos alimentícios também é importante (SCHOUTETEN et al., 2015) A Análise Descritiva Qualitativa (ADQ), um processo considerado complexo e lento, é utilizada para avaliar as características sensoriais de um produto por avaliadores treinados e qualificados. Uma metodologia alternativa voltada para o consumidor, denominada *Rate All That Apply* (RATA), vem sendo aplicada com a mesma finalidade e eficácia semelhante. O questionário RATA descreve as características que o consumidor percebe e permite quantificar a intensidade dos atributos selecionados de forma mais barata e rápida que a ADQ (ARES et al., 2014; MEYNNERS; JAEGER; ARES, 2016). Particularmente é recomendado quando o objetivo é avaliar conjuntos de amostras que apresentam características sensoriais semelhantes, porém diferem em relação à intensidade dessas características, se aplicando aos objetivos propostos do presente trabalho, apresentados a seguir (VIDAL et al., 2018).

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Caracterização sensorial e aceitação de extratos de diferentes espécies de baunilha por consumidores.

2.2. ESPECÍFICOS

- Determinar o limiar de diferença de baunilhas distintas.
- Avaliar a aceitação das baunilhas não comerciais em relação à baunilha comercial e ao extrato de baunilha artificial.
- Avaliar o perfil sensorial de diferentes extratos de baunilha, utilizando o questionário *Rate-All-That-Apply* (RATA) por consumidores.

3. CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. INTRODUÇÃO

Os frutos de baunilha (Figura 1) conhecidos popularmente como vagem ou fava são considerados fonte de sabor natural amplamente utilizado comercialmente, incluindo as indústrias de bebidas, farmacêutica, cosmética, tabaco e de alimentos, sendo nesta última o uso majoritário em sorvetes (MARTÃO; CĂLINOIU; VODNAR, 2021; SINGLETARY, 2020). Esses frutos são obtidos de orquídeas de hábito de crescimento hemiepifítico do gênero *Vanilla* Plumier ex Miller (MILLER, 1754). Este gênero é caracterizado por possuir caule flexuoso e lianescente, ausência de pseudobulbos, folhas alternadas, labelo parcialmente adnado à coluna, antera versátil geralmente em forma de sela e sementes incrustadas (DE FRAGA; COUTO; PANSARIN, 2017). Sua distribuição Pantropical ocorre em áreas tropicais e subtropicais da América, África e Ásia, porém a maioria das espécies é endêmica na América tropical (LINARES et al., 2019a) e algumas espécies são adaptadas a condições mais áridas, sendo apenas uma com adaptação para condições de seca extrema, sendo a *Vanilla planifolia* (DE FRAGA; COUTO; PANSARIN, 2017).

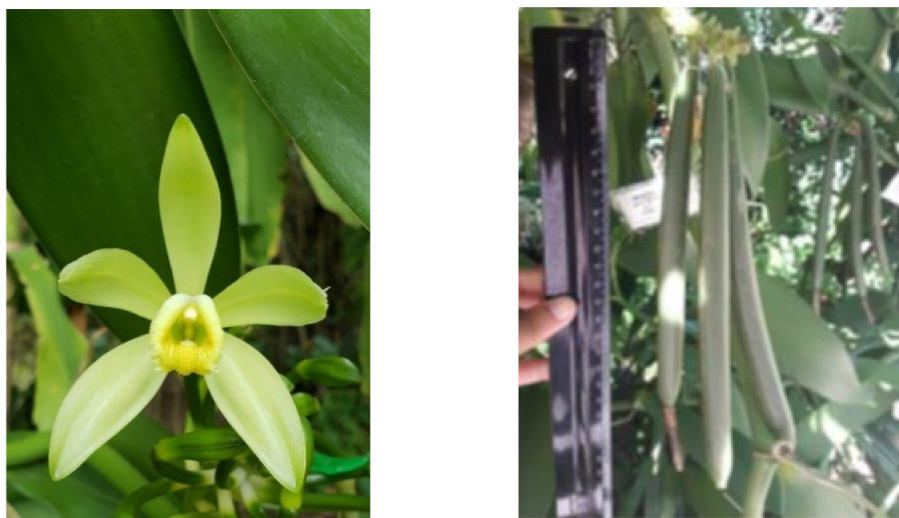


Figura 1: Foto da esquerda - flor de *Vanilla planifolia* no Orquidário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, cidade do Rio de Janeiro (RJ, Brasil) e foto da direita - frutos com aproximadamente 3 meses de desenvolvimento.

Fotos por: Aíres Vanessa C. dos Santos (LIBV).

Atualmente, apenas três espécies deste gênero apresentam valor comercial, devido aos seus frutos: *V. planifolia*, *V. tahitiensis* e *V. pompona*, sendo as duas últimas cultivadas em menor escala (BRUNSCHWIG et al., 2017; KORTHOUS; VERPOORTE, 2007).

Vanilla planifolia Jacks ex Andrews (Orchidaceae: Vanilloideae), conhecida popularmente como baunilheira ou baunilha, é uma planta nativa das florestas tropicais úmidas de planície no sul e leste do México, das encostas orientais dos Andes, da América

Central e do norte da América do Sul (AHMAD et al., 2020). Atualmente, tem sua produção e exportação em maior escala advinda da Indonésia e Madagascar ((SINGLETARY, 2020). Esta planta possui um dos aromas alimentares mais desejados e amplamente utilizados comercialmente no mundo todo, em diferentes produtos como alimentos, bebidas, farmacêuticos, cosméticos e cigarros (KRÜSEMANN et al., 2020; MARTÃO; CĂLINOIU; VODNAR, 2021). Devido a sua importância comercial, os compostos que compõem o extrato de baunilha vêm sendo avaliados para diferentes bioatividades e efeitos de interesse já foram comprovados *in vitro* (ANAND et al., 2019; ARYA et al., 2021; SINGLETARY, 2020).

A produção de *V. tahitiensis* representa menos de 1% da produção mundial de baunilha e essa espécie é cultivada principalmente na Polinésia Francesa. Sua origem permanece incerta e seu sabor original de anis é muito utilizado na gastronomia e perfumaria (BRUNSCHWIG et al., 2017).

A espécie *V. pompona*, por ser resistente à fusariose, uma doença infecciosa provocada por fungos do gênero *Fusarium*, que atinge grande parte das plantações comerciais, já foi utilizada no melhoramento e produção de híbridos comerciais de *V. planifolia* (HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010; VIEIRA; CAMILLO; CORADIN, 2016).

3.2. HISTÓRICO

Os frutos de baunilha foram usados na culinária desde o período Pré-Clássico pelos Maias, Olmecas, Totonacas (civilizações do atual território mexicano) e por outras culturas da América Central, mais notavelmente no ‘atole’, uma bebida à base de milho. A baunilha era considerada sagrada pelos povos nativos dessas regiões e utilizada para perfumar seus templos. Os Maias também criaram uma bebida derivada do cacau denominada ‘chocolatl’ e foi provavelmente nessa época que a baunilha começou a ser utilizada como especiaria para saborizar alimentos (GALLAGE; MØLLER, 2018; RAIN, 2004). Documentos mostraram que a *V. planifolia* Andrews foi escolhida entre mais de 100 espécies e domesticada pela primeira vez pelos Astecas no período Pós-Clássico devido a suas propriedades aromatizantes. Até recentemente acreditava-se que a baunilha só havia sido utilizada nessas regiões, entretanto, importantes compostos químicos provenientes de baunilha natural foram encontrados em recipientes de cerâmica, que haviam sido colocados em uma tumba datada do Bronze Médio III em Israel, essa é a primeira evidência arqueológica de exploração de baunilha no antigo Velho Mundo, por volta de 1650-1550 aC (LINARES et al., 2019b).

No século XVI, a baunilha se tornou uma matéria-prima tropical cultivada para exportação pelos espanhóis (CORRELL, 1953). A exportação começou pelo estado de Veracruz no México, para diversos países e continuou durante mais de 100 anos devido à excelente qualidade de produção na região (BAQUEIRO-PEÑA; GUERRERO-BELTRÁN, 2016). Mesmo sendo refinada em um bem de luxo e tendo um sabor valorizado, a baunilha passou a apresentar real valor comercial apenas no século seguinte, como componente do chocolate, que estava em voga nas capitais europeias do século XVII (BERENSTEIN, 2016).

No México, as flores de baunilha são polinizadas por uma pequena abelha do gênero *Melipona*. Para que o cultivo da baunilha pudesse se espalhar para outros locais e

essa *commodity* fosse cultivada onde não havia este polinizador específico, técnicas de polinização artificial tiveram que ser desenvolvidas (GALLAGE; MØLLER, 2018). Por volta de 1840, Charles Morren, professor de botânica na Universidade de Liege, na Bélgica, anunciou que havia obtido sucesso na polinização artificial da baunilha e, simultaneamente, Edmond Albius, um menino escravo na ilha de Reunião desenvolveu uma técnica de polinização artificial (manual) para baunilhas (BERENSTEIN, 2016; KACUNGIRA, 2018). O desenvolvimento dessa nova tecnologia acabou com o monopólio mexicano de produção, permitindo que outros países se tornassem produtores de baunilha. Mesmo depois dessas descobertas, levaria anos para que os frutos de baunilha produzidas fora do México fossem capazes de atender aos mercados globais (MEDINA; JIMÉNES; GARCÍA, 2009). A expansão do cultivo em colônias francesas no Oceano Índico, Índias Ocidentais e Taiti fez com que espanhóis e franceses parassem de encomendar a baunilha mexicana. A demanda das baunilhas dessa região se manteve viva pelos Estados Unidos que, na mesma época, começaram a fabricar sorvete em escala industrial com adição dessa especiaria (HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010), que se mantém como sabor mais popular de sorvete naquele país, respondendo por mais da metade das vendas do produto (CLARK et al., 2009). Devido ao aumento da demanda dessa iguaria na França, que chegou a ser utilizada, com intuito medicinal, para histeria e depressão (RAIN, 2004) e passou a ser utilizada em sorvetes e chocolate de alta qualidade (atualmente correspondendo à 75% do uso do sabor advindo de frutos), além de confeitaria e devido à diminuição da oferta, os preços ficaram muito altos nas décadas de 1850 e 1860 (BERENSTEIN, 2016; SINGLETARY, 2020). Apesar da baunilha haver chegado em 1827 e 1840 nas colônias francesas de Reunião e Madagascar, respectivamente (BAQUEIRO-PEÑA; GUERRERO-BELTRÁN, 2016), apenas em 1860 as ilhas passaram a produzir mais que o México, estabelecendo-se com êxito e tornando as ilhas do Oceano Índico o local de maior produção e exportação de baunilha curada até os dias atuais (SINGLETARY, 2020).

3.3. ASPECTOS ECONÔMICOS

A principal variedade comercial, baunilha Bourbon ou baunilha Bourbon-Madagascar, da espécie *V. planifolia* ficou conhecida por produzir o extrato de melhor qualidade para preparações alimentares (HOMMA; DE MENEZES; DE MATOS, 2006). Esta espécie é a mais produzida e representa 95% da produção mundial. Considerando a produção de todas as espécies comercializadas, Madagascar e Ilha da Reunião (que é um departamento ultramarino da França) representam 75% da produção mundial (GALLAGE; MØLLER, 2018).

Cerca de 500 kg do fruto, que equivalem a 40.000 flores de *V. planifolia* polinizadas, são necessários para obtenção de 1 kg de vanilina (GALLAGE; MØLLER, 2018) e o preço do extrato natural de vanilina pode chegar a US\$ 4.000/kg (HOMMA; DE MENEZES; DE MATOS, 2006). De acordo com relatórios de pesquisa, estima-se que a demanda global por vanilina, a molécula principal no sabor de baunilha, foi de aproximadamente 18.600 toneladas em 2016 e deve crescer 6,2% de 2017 a 2025. O mercado global de vanilina deve chegar a 724,5 milhões de dólares em 2025, de acordo com um relatório da *Grand View Research, Inc.* (Grand View Research, 2017). Segundo a pesquisa de *Acumen Research and Consulting* o valor de mercado dos frutos de baunilha e do extrato está estimado em aproximadamente US \$ 4,3 bilhões em 2026 e deve ter um

crescimento de mercado de cerca de 4% da taxa de crescimento anual composta (CAGR) (Consulting, 2019).

As plantações atuais de *V. planifolia*, a fonte natural de vanilina, podem fornecer menos de 1% da demanda anual do mercado (CHATTOPADHYAY; BANERJEE; SEN, 2018). Portanto, o mercado de aromatizantes de baunilha é dominado pela vanilina sintética, que representa mais de 90% do mercado americano e cerca de 50% do mercado francês e há muitos anos pode ser obtida de diferentes formas como a partir de casca de pinheiro, lignina ou de óleo de cravo (HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010; JONES; VICENTE, 1949a). Recentemente métodos biotecnológicos, utilizando enzimas isoladas ou biotransformação por microrganismos, a partir de diferentes compostos químicos, naturais ou sintéticos, vem sendo aplicados para obtenção de vanilina (DE GUZMAN; ZARA, 2012).

Embora tenha crescido ao longo dos anos, a produção de baunilha e vanilina naturais não supre a demanda do mercado devido a várias questões. Uma delas é que o supervalorizado sabor natural da baunilha não é resultado da contribuição de uma única molécula, mas de cerca de 200 a 500 diferentes componentes que são influenciados por diversos fatores entre eles: a espécie/variedade plantada, condições de crescimento e edafoclimáticas, incluindo um possível efeito *terroir*, maturidade do fruto e tipo de processamento (BERENSTEIN, 2016; KHOYRATY; KODJA; VERPOORTE, 2018). Assim, é impossível sintetizar todas estas moléculas para se adquirir o sabor natural da baunilha, para o qual ainda se precisa da Natureza. Outra questão está ligada à demanda e está relacionada à produção. A produtividade da safra de baunilha está intimamente associada às condições climáticas e à incidência de doenças (KHOYRATY; KODJA; VERPOORTE, 2018). O fato da maioria das plantações serem de clones, deixa a produção extremamente vulnerável às doenças pandêmicas, principalmente nos sistemas de cultura tradicionais, plantações em fase de produção e nas plantações mais antigas, devido ao desenvolvimento de fungos propiciado pelas condições climáticas necessárias para o desenvolvimento das baunilhas (HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010). Além disso, desastres climáticos perturbaram a produção de baunilha nos últimos anos em Madagascar (GALLAGE et al., 2014; KACUNGIRA, 2018). Como consequência das limitações de fornecimento, os frutos curados de baunilha atingiram um valor de mercado superior ao da prata em (GELSKI, 2019; PILLING, 2018). Adicionalmente, a tendência atual da indústria para empresas de sabores e alimentos, como Nestlé, General Mills, Hershey's e Kellogg's, tem sido abandonar a vanilina sintética em favor da baunilha natural impulsionadas pela demanda do consumidor por produtos totalmente naturais, várias empresas de alimentos (NAVARRO, 2017).

3.4. BENEFÍCIOS

É importante ressaltar que o aroma doce da baunilha, não possui calorias, pode ser utilizado como estratégia para diminuir ingestão de açúcares por consumidores ((KORTHO; VERPOORTE, 2007). Já foram relatados efeitos benéficos de vanilina e ácido vanílico contra ansiedade e depressão, proteção contra neurodegeneração, correção de glicose sanguínea e alívio da dor (SINGLETARY, 2020) Esses compostos fenólicos presentes no extrato de baunilha possuem a capacidade de atuar contra diversas doenças (Parkinson, Alzheimer, Huntington), em virtude de suas características antioxidantes, anti-inflamatórias, anticancerígenas e antimutagênicas. E a vanilina ainda possui atividade antiviral, antibiótica, antifúngica, entre outras (Figura 2) (ANURADHA;

SHYAMALA; NAIDU, 2013; ARYA et al., 2021; OLATUNDE et al., 2022; SARAQ; DAWANE; PANDIT, 2021). Assim, a baunilha se configura como uma planta multiuso e torna-se necessário ampliar e diversificar as fontes naturais de baunilha no mundo.

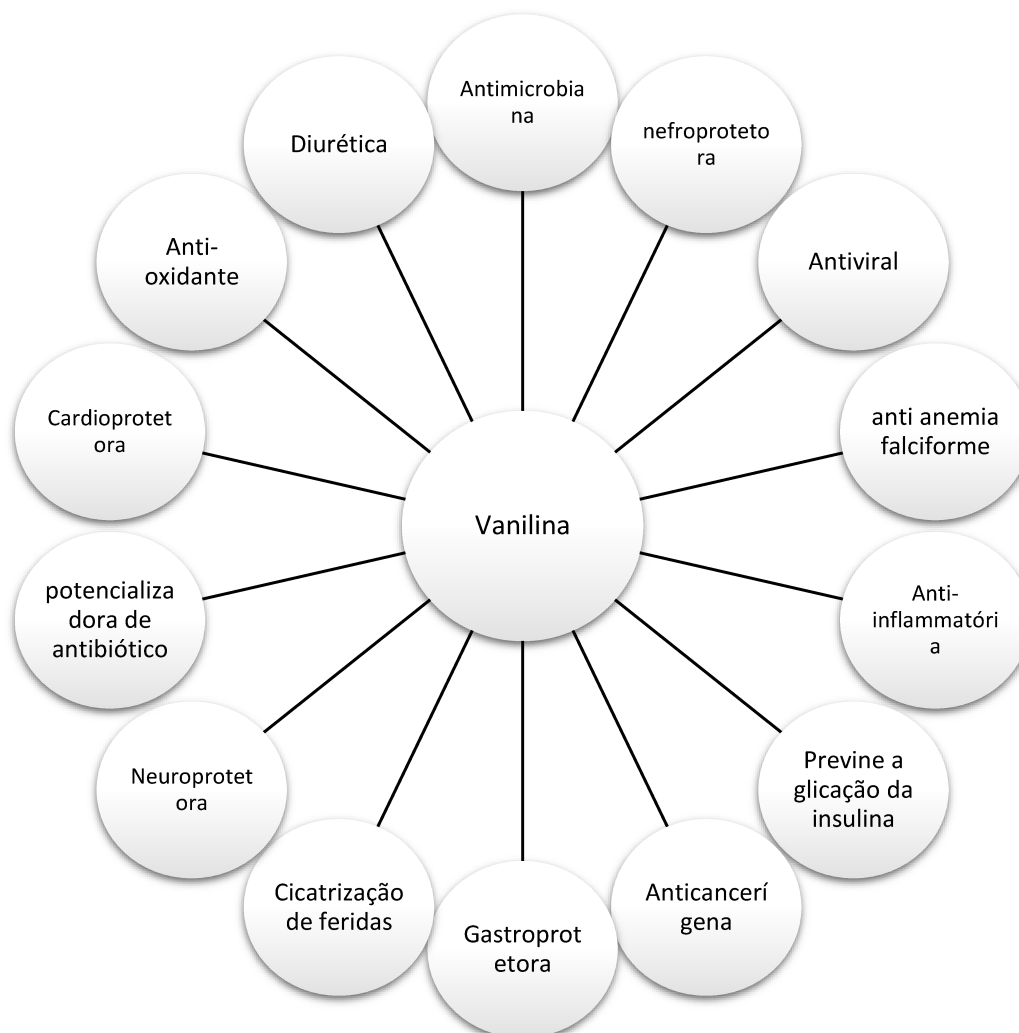


Figura 2: funções biológicas da vanilina relacionadas à saúde. Adaptado de (ARYA et al., 2021 e OLATUNDE et al., 2022)

3.5. PRODUÇÃO, PROCESSAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO

A produção da baunilha é considerada uma das mais caras e trabalhosas do mundo. O crescimento dessas orquídeas depende de condições adequadas como clima úmido e tropical (MEDINA; JIMÉNES; GARCÍA, 2009). De acordo com o clima, a baunilha pode ser cultivada até uma altura de 1.000 m do nível do mar, precipitação anual de 2.000 a 2.500 mm e temperaturas ideais que variam de 21 a 32°C. Dessa forma, seca e grande incidência solar podem ser fatais (AHMAD et al., 2020).

As cápsulas atingem seu maior tamanho entre 10 e 15 semanas após a polinização e a colheita dos frutos de *V. planifolia* é realizada entre 6 e 9 meses após a polinização,

dependendo da região de plantio (GALLAGE; MØLLER, 2018). A colheita das baunilhas começa a ser realizada no período em que as cápsulas começam a amadurecer, modificando sua cor verde-escura para verde-clara amarelada (MEDINA; JIMÉNES; GARCÍA, 2009). No início do amadurecimento, elas não possuem aroma, pois os principais compostos aromáticos estão armazenados na forma glicosilada não volátil de glicovanilina (DELGADO et al., 2021). As cápsulas devem ser colhidas, o mais tardar, até um pouco antes de estarem completamente maduras, pois nessa fase elas apresentam deiscência - começam a se abrir nas pontas - possibilitando o acesso de insetos e microrganismos, e passam a ser consideradas frutos com qualidade inferior (CORRELL, 1953; GALLAGE; MØLLER, 2018).

Depois de colhidas, as cápsulas precisam passar por um processo de cura, que pode ser definida como a soma das mudanças que ocorrem durante o processamento primário de uma determinada matéria-prima para um produto acabado desejado, que está pronto para o mercado (JONES; VICENTE, 1949b). Esse processo é separado em dois grupos: mudanças que envolvem perda de água, alcançadas através de secagem, e mudanças que envolvem transformações químicas, normalmente acompanhadas por mudanças oxidativas e hidrolíticas, que podem ou não ser catalisadas por enzimas (MEDINA; JIMÉNES; GARCÍA, 2009). Um processo de cura adequado deve ser iniciado uma semana após a colheita e seguir as quatro etapas: (1) matar (*killing*), (2) fazer transpirar, (3) secar e (4) condicionar (GALLAGE; MØLLER, 2018).

Na primeira etapa ocorre a destruição das membranas e paredes celulares internas da cápsula causando interrupção do desenvolvimento e da função respiratória das sementes e do fruto, iniciando assim as reações enzimáticas que envolvem enzimas e seus substratos previamente segregados, que passam a entrar em contato e interagir (ANURADHA; SHYAMALA; NAIDU, 2013). Esta etapa pode ser realizada utilizando os seguintes métodos, que podem variar de acordo com o país produtor: exposição ao sol, aquecimento em forno, água quente, congelamento, utilização de etileno ou de arranhões no fruto (AHMAD et al., 2020; CORRELL, 1953), mas apenas os 3 primeiros são comumente utilizados (Anuradha et al., 2013). Em um estudo comparando cápsulas curadas por diferentes métodos de *killing*, a morte por água quente resultou no melhor produto, seguido pelo congelamento (JONES; VICENTE, 1949a).

Os processos de matar e fazer transpirar estão intimamente ligados. Sabe-se que a liberação de vanilina começa a ocorrer nas duas primeiras etapas do processo de cura (ODOUX, 2000) e a transpiração deve ocorrer diariamente para as cápsulas murcharem, demorando cerca de 2 semanas até os frutos começarem a escurecer (MEDINA; JIMÉNES; GARCÍA, 2009). Este processo é normalmente realizado em uma sala fechada denominada “sweat box” ou envolvendo as cápsulas em vários cobertores, empilhando-os em recipientes isolados e reaquecendo com exposição ao sol por algumas horas (HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010). A transpiração é uma etapa importante de desidratação do fruto, como forma de prevenção da contaminação microbiana nas fases seguintes já que os frutos de baunilha estão sujeitos à contaminação por fungos filamentosos e precisam ser adequadamente curados para reduzir a umidade de forma eficiente (ANURADHA; SHYAMALA; NAIDU, 2013; VIEIRA; CAMILLO; CORADIN, 2016) Ao final dessa etapa as cápsulas devem possuir entre 60-70% de umidade, o suficiente para que a atividade enzimática possa acontecer. O uso de temperaturas elevadas durante este estágio acelera processos enzimáticos e não-enzimáticos (HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010). A atividade enzimática durante

esta fase consiste em ação hidrolítica e oxidativa. O manuseio dos frutos deve ser feito corretamente durante a etapa de transpiração, porque é nessa fase que a cápsula de baunilha adquire a flexibilidade, a cor e a textura esperadas, adquirindo as características dos frutos comerciais. Tendo em vista que os preços são altos e o mercado exigente, o manuseio inadequado nesta etapa produz produtos de qualidade inferior (ANURADHA; SHYAMALA; NAIDU, 2013)

A secagem tem o objetivo de diminuir a umidade das cápsulas para 15-30%, reduzindo a atividade enzimática e as reações químicas indesejáveis e, normalmente, ocorre em temperatura ambiente (MEDINA; JIMÉNES; GARCÍA, 2009). O condicionamento acontece dentro de containers fechados, em temperatura ambiente, para que aconteçam reações bioquímicas como esterificação e oxidação, que produzem diferentes constituintes aromáticos e melhoram a qualidade do aroma de baunilhas curadas. Essa etapa dura, no mínimo, um mês (ANURADHA; SHYAMALA; NAIDU, 2013).

Após passar pelos processos de cura, que duram entre seis e nove meses, a cápsula perde cerca de 80% do seu peso e fica com coloração amarronzada - devido à oxidação de compostos fenólicos - consistência flexível, textura semelhante ao couro e o aroma característico que é desenvolvido pela hidrólise do glicosídeo de vanilina, resultando em vanilina livre, através de reações químicas e enzimáticas (KORTHO; VERPOORTE, 2007). As enzimas β -glicosidases são consideradas as enzimas mais importantes do processo, contribuindo com a hidrólise mencionada (DIGNUM; KERLER; VERPOORTE, 2001). A glicovanilina, e a β -glicosidase, são encontradas em diferentes regiões teciduais da cápsula de baunilha, sugerindo que outras glicosil-hidrolases também podem estar separadas de seus precursores (HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010). Através da cura criam-se condições para a interação substrato-enzima e início de reações oxidativas enzimáticas e não-enzimáticas, permitindo contato com o oxigênio atmosférico. Muitas enzimas fazem parte do processo e ainda são necessários estudos mais aprofundados para sanar dúvidas quanto às suas atividades. Proteases e peroxidases já demonstraram ter sua atividade reduzida durante o processo de cura (DIGNUM; KERLER; VERPOORTE, 2001), resultado diferente do encontrado por Sreedhar e colaboradores que relataram que as atividades das peroxidases continuavam altas durante a cura (SREEDHAR et al., 2009). Cristais brancos de vanilina em forma de agulha cobrindo as cápsulas após as quatro etapas de cura já foram considerados como critério de alta qualidade (CORRELL, 1953). A via biosintética da vanilina nos frutos de *V. planifolia* foi proposta por Gallage e colaboradores em 2014. De acordo com essa via, a enzima vanilina sintase (VpVAN) catalisa a clivagem de dois carbonos do ácido ferúlico e/ou do seu glicosídeo para produzir vanilina e/ou glicosídeo de vanilina, respectivamente (Figura 3)(GALLAGE et al., 2014).

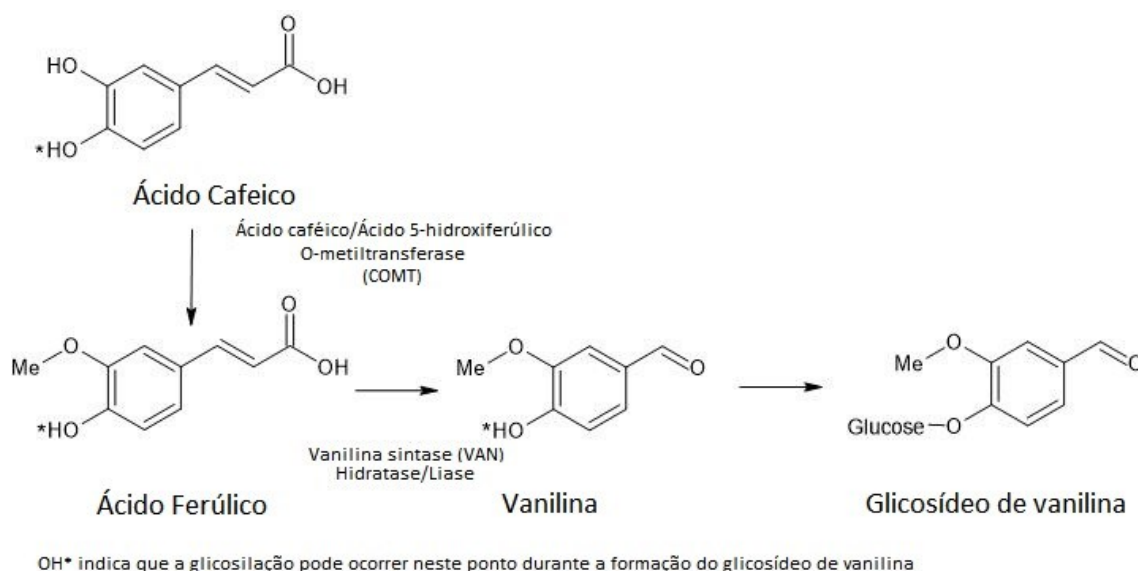


Figura 3: Parte final da biossíntese de vanilina nos frutos de *V. planifolia*. Adaptado de GALLAGE et al.; 2014.

Por ser um processo extremamente demorado e trabalhoso, a cura das cápsulas de baunilha vem sendo estudada, de modo que seja possível acelerá-la ou substituí-la sem prejuízo para o sabor obtido. O uso de enzimas em frutos de baunilha vem sendo estudado, de forma contínua, desde a década de 1940 e demonstrou ser um campo promissor como alternativa para acelerar e até aumentar a obtenção de vanilina nos frutos (ARANA, 1944). Foi proposto por Brunerie um processo que permitia produzir aroma de baunilha com excelente rendimento utilizando um produto moído de cápsulas verdes de baunilha tratado por meio de um sistema enzimático capaz de destruir membranas das células vegetais e de hidrolisar os glicosídeos (BRUNERIE, 1993). O uso de β -glicosidases durante a cura de frutos de baunilha aumenta o teor de vanilina, levando a crer que ocorre uma hidrólise incompleta que pode ser resultado de quantidade insuficiente de enzima nativa, inativação de enzimas por fenóis oxidados liberados durante cura ou interação inadequada enzima-substrato (RANADIVE, 1992). Um sistema de reação enzimática de duas etapas com enzimas comerciais Viscozyme e Celluclast foi capaz de aumentar 3,13 vezes a extração de glicovanilina e a conversão para vanilina (RUIZ-TERÁN; PEREZ-AMADOR; LÓPEZ-MUNGUÍA, 2001). Naidu e colaboradores tinham como objetivo preparar extrato de baunilha a partir de grãos verdes sem passar pelo processo de cura convencional. Os grãos de baunilha após a redução de tamanho foram misturados em uma proporção adequada com extrato enzimático da folha de chá (EEFC) e com extrato de Viscozyme e incubados para facilitar a ação das enzimas nos precursores do sabor da baunilha. Os extratos foram analisados por HPLC, análise quantitativa descritiva (ADQ) e nariz eletrônico. Os extratos tratados com EEFC apresentaram maior teor de vanilina, maior intensidade dos sabores de baunilha, notas doces e florais. Concluiu-se que o uso de EEFC foi muito útil para obter maior rendimento de extrato de baunilha e sabor de baunilha de qualidade superior evitando o tradicional processo de cura ((NAIDU et al., 2012).

Mais recentemente foram produzidos extratos de baunilha com o acréscimo de β -glicosidases obtidas de *Alicyclobacillus acidiphilus* e os resultados mostraram que a essa

enzima foi capaz de hidrolisar eficientemente o glicosídeo em sua aglicona e vanilina livre, tornando possível a obtenção do aroma natural de baunilha em poucas horas, não havendo a necessidade de muitos meses para realizar todo o processo de cura (DELGADO et al., 2021).

Uma outra alternativa estudada é a aplicação de eliciadores vegetais, que vêm sendo utilizados para induzir reações e aumentar os teores de metabólitos secundários, reduzindo o tempo de cura. Sreedhar et al. demonstraram, que frutos curados durante 10 dias com eliciadores [*Aspergillus niger* (CFR-1038), *Saccharomyces cerevisiae* (CFR-101) e pó de mudas de beterraba vermelha] possuíam perfil sensorial e perfil químico avaliado por HPLC semelhantes ao de cápsulas curadas convencionalmente (SREEDHAR et al., 2009)

A baunilha é uma especiaria que tem amplo escopo de utilização, de acordo com o Código de Regulamentos Federais dos Estados Unidos - 21 CFR 169.3, o termo ‘frutos de baunilha’ é utilizado para *Vanilla planifolia* Andrews e *Vanilla tahitensis* Moore curadas. O peso unitário de cápsula de baunilha é definido como 13,35 onças (aproximadamente 378,5 gramas) em frutos que possuem até 25% de umidade. As cápsulas utilizadas na culinária, tem seu sabor liberado quando aquecido, sendo ideal para preparações que vão ao fogo. Para essa finalidade pode ser feito um corte de ponta a ponta e raspagem de suas sementes internas. Também é possível encontrar a baunilha nas seguintes formas comerciais regulamentadas pelo Código de Regulamentos Federais dos Estados Unidos, 21 CFR 169.175–169.182.:

- **Extrato de baunilha:** solução dos princípios sápidos e odoríferos extraíveis de frutos de baunilha em álcool etílico aquoso com teor maior que 35% em volume e o teor de constituinte de baunilha, maior que uma unidade por galão. Esse tipo de extrato deve conter ao menos um dos seguintes ingredientes: glicerina, propileno glicol, açúcar, dextrose, xarope de milho e o constituinte de baunilha pode ser extraído diretamente das cápsulas de baunilha ou pode ser adicionado na forma de extrato de baunilha concentrado, aroma de baunilha concentrado ou aroma de baunilha concentrado na forma semi-sólida (oleoresina de baunilha).
- **Extrato concentrado de baunilha:** segue o mesmo padrão de identidade e mesma definição que o extrato de baunilha, porém é mais concentrado com no mínimo duas unidades do constituinte de baunilha por galão e menor quantidade de solvente.
- **Aroma de baunilha:** similar ao extrato de baunilha com menos de 35% de álcool etílico por volume.
- **Aroma concentrado de baunilha:** similar ao aroma de baunilha, mas possui no mínimo 2 unidades do constituinte de baunilha por galão e menor quantidade de solvente.
- **Baunilha em pó:** é uma mistura de frutos de baunilha moídos ou oleoresina de baunilha ou ambas com no mínimo um dos seguintes ingredientes: açúcar, dextrose, lactose, amido alimentar, goma acácia e xarope de milho seco. Também deve conter ao menos um ingrediente antiaglomerante, porém o peso total de qualquer ingrediente ou mistura não pode ser superior a 2% do peso do pó de baunilha acabado. Este pó

deve conter ao menos duas unidades de constituinte de baunilha a cada oito libras. Conhecida também como açúcar de baunilha (Guzman ; Zara, 2012)

- **Extrato de baunilha-vanilina:** em conformidade com a definição e padrão de identidade do extrato de baunilha, sendo acrescido de no máximo 1 onça de vanilina para cada unidade do constituinte de baunilha.
- **Aroma de baunilha-vanilina:** segue a definição e padrão de identidade do extrato de baunilha-vanilina, com teor de álcool etílico inferior a 35 % em volume.
- **Pó de baunilha-vanilina:** em conformidade com a definição e padrão de identidade da baunilha em pó, para cada unidade de constituinte de baunilha contém no máximo 1 onça de vanilina adicionada.
- **Oleoresina de baunilha:** extrato de baunilha na forma semissólida (composto por 50% de sólidos de baunilha) de cor marrom escura que tem o solvente removido sob pressão/vácuo ou com o uso de CO₂, alguns de seus compostos voláteis são modificados ou perdidos durante o processo. Esta forma de apresentação é mais utilizada na produção de produtos compostos e do tipo baunilha-vanilina (DE GUZMAN; ZARA, 2012; HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010).

3.6. ASPECTOS QUÍMICOS

O aldeído aromático vanilina (4-hidroxi-3-metoxibenzaldeído) é o composto aromatizante geralmente encontrado em maior quantidade na baunilha (Khojraty et al., 2018) e, quanto mais maduro for o fruto da *V. planifolia*, maior será a concentração de vanilina (Lopes, 2018). Este composto foi isolado pela primeira vez em 1858 pelo francês Theodore Nicolas Gobley (GOBLEY, 1858) que era um farmacêutico e químico (DIGNUM; KERLER; VERPOORTE, 2002) e em 1874 foi possível realizar sua síntese laboratorial a partir da casca de pinheiro. A vanilina produzida artificialmente passou a dominar as formulações e o mercado de baunilha, por ser muito mais barata e apresentar preço de mercado muito mais estável do que as cápsulas de baunilha. Atualmente, mais de 90% dos produtos de baunilha, incluindo os “naturais”, são derivados de outras fontes que não os frutos das espécies de *Vanilla* sp. (HAVKIN-FRENKEL; BELANGER, 2010). Morlock e colaboradores analisaram os perfis biológicos e bioquímicos de 32 produtos e constataram que os produtos de baunilha eram muito diferentes de produtos com aroma de baunilha ou que continham vanilina sintética, com a quantidade de vanilina variando entre eles de 1 µg/g e 36 mg/g (MORLOCK et al., 2021). No entanto, a vanilina está presente em todos os frutos das diversas baunilhas, contribuindo muito pouco para a variabilidade do sabor da baunilha entre os frutos curados (KHOYRATY; KODJA; VERPOORTE, 2018). A presença de outros constituintes, mesmo que disponíveis em menores quantidades, colabora de maneira mais eficaz ao aroma geral (DIGNUM et al., 2004; PÉREZ-SILVA et al., 2006).

Já foram descritas na literatura diversas substâncias químicas diretamente relacionadas ao aroma da baunilha (Tabela 1), com concentrações acima de 1 mg/Kg. Os mais comumente citados são vanilina, ácido vanílico, *p*-hidróxibenzaldeído e ácido *p*-

hidroxibenzóico (Figura 4) (GALLAGE; MØLLER, 2018; LOPES et al., 2019; PÉREZ-SILVA et al., 2006; SINGLETARY, 2020).

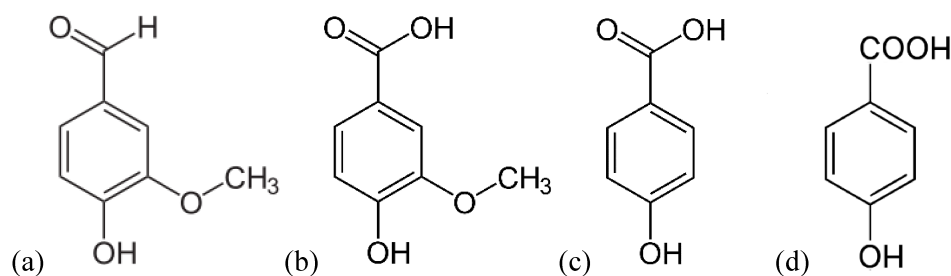


Figura 4 – Fórmula estrutural da (a) vanilina, (b) ácido vanílico, (c) *p*-hidróxibenzaldeído, (d) ácido *p*-hidroxibenzóico

Os compostos encontrados nas baunilhas podem variar de acordo com os locais onde estas foram coletadas, mesmo que sejam da mesma espécie (impressão digital sensorial descrita por Brunschwig et al., 2012) e já foram citadas na literatura moléculas exclusivas de cada espécie, que influenciam seus aromas característicos (Tabela 1) (BRUNSCHWIG et al., 2012; JANUSZEWSKA et al., 2020). Já foi constatado que as espécies conhecidas por produzirem frutos aromáticos de baunilha, *V. planifolia* e *V. pompona*, diferem de *V. palmarum* (frutos não aromáticos) e *V. ribeiroi* (frutos de aroma agradável, porém não característico de baunilha) em seu conteúdo de glicosídeo A, que é um dos precursores de vanilina encontrados nas folhas da baunilheira, o que sugere uma produção de fragrância de baunilha advinda de diferentes vias metabólicas (LEYVA et al., 2021). Os componentes voláteis estão mais relacionados aos receptores olfativos, enquanto os componentes não voláteis estão mais relacionados aos receptores gustativos; consequentemente, ambos têm efeitos diferentes no sabor e no aroma. Outros componentes que influenciam o sabor incluem voláteis como monoterpenos, sesquiterpenos, ésteres, arenas, compostos fenólicos e lactonas (TOTH et al., 2011; ZHANG; MUELLER, 2012). No entanto, alguns deles são bastante voláteis e desaparecem se expostos a altas temperaturas, fazendo com que o sabor da baunilha mude após tratamentos térmicos como o cozimento. Na Tabela 1 estão apresentados os compostos encontrados pela análise química de frutos de diferentes espécies de *Vanilla* sp.

Além da *V. cribbiana*, as espécies de *Vanilla* sp. (*V. bahiana*, *V. chamissonis* and *V. planifolia*) avaliadas no presente estudo não são necessariamente desconhecidas. Já foram caracterizados quimicamente e os compostos relacionados ao sabor de baunilha foram confirmados por diferentes métodos (DA SILVA OLIVEIRA et al., 2022b; JANUSZEWSKA et al., 2020; LOPES et al., 2019). Januszewska et al. (2020), analisaram aromas de *V. planifolia* de três localidades diferentes: Madagascar, Papua Nova Guiné e Indonésia e relataram que guaiacol e vanilina, relacionados às notas fenólicas, foram os principais compostos das baunilhas analisadas, independentemente de sua origem. No entanto, a mera presença de compostos associados ao aroma de baunilha não garante que seja percebido e/ou apreciado pelo consumidor. Portanto, uma investigação usando os sentidos humanos é necessária para estimar qualitativa e quantitativamente os compostos de baunilha através da avaliação sensorial. (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Tabela 1: Compostos presentes em diferentes espécies de baunilha

Espécie	Origem	Compostos	Referência
<i>V. planifolia</i>	Madagascar	<u>Anisaldeído; diacetil; butanodioato de dietilo; butanoato de etilo; hexanoato de etilo; 2-hidroxiopropanoato de etilo; 2-metilbutanoato de etilo; 2-fenilacetato de etilo; <i>guaiacol</i>; ácido 3/2-metilbutanóico; 5-metilfurfural; <i>p-creosol</i>; <i>vanilina</i>;</u>	(JANUSZEWSKA et al., 2020)
	Indonesia	<u>diacetil; butanoato de etilo; 2-metilbutanoato de etilo; hexanoato de etilo; 2-hidroxiopropanoato de etilo; octanoato de etilo; 2-fenilacetato de etilo; <i>eugenol</i>, <i>guaiacol</i>; ácido 3/2-metilbutanóico; 5-metilfurfural; <i>p-creosol</i>; <i>vanilina</i></u>	(JANUSZEWSKA et al., 2020)
	México	<i>Vanilina</i> > ácido vanílico > p-Hidroxibenzaldeído; Ácido p-hidroxibenzóico > Ácido linoleico > Ácido hexadecanóico > Ácido acético > Álcool vanilílico > Álcool p-hidroxibenzílico > Pentacosano > 2,3-butanodiol (isômero 1) > Ácido oleico > Tricosano; ácido não anóico; 3-hidroxi-2-butanona; Ácido esteárico; acetovanilona; linolenato de etilo; ácido pentadecanóico; Ácido mirístico; Ácido cinâmico (isômero 2); <i>Guaiacol</i> ; 2,3-butanodiol (isômero 2); ácido heptadecanóico; ácido 9-hexadecanóico; ácido octanóico; Ácido benzeno propanóico > Ácido isovalérico = 4-Metilguaiacol > Ácido cinâmico (isômero 1); Álcool benzílico; Ácido benzóico = <i>p-Cresol</i> ; álcool anisílico; Formato de anisil > Ácido dodecanóico = Vanilil-metil cetona > 2-Heptenal > Ácido heptanoico > (E)-2-decenal = Fenol = 1H-pirrol-2,5-diona, etil-4-metil = 4-vinilfenol > 2-ácido heptenoico = ácido isobutírico = ácido propanoico > ácido valérico > (E,Z)-2,4-decadienal = pantolactona > (E,E)-2,4-decadienal = 4-vinilguaiacol > cinamato de metila = 1-octanol > 2-Feniletanol > Salicilato de metilo; ácido butírico; éter vanililmetílico; Ácido hexanoico	(PÉREZ-SILVA et al., 2006)
	Peru	Ácido málico > Ácido homocítrico (na forma de lactona) > Sacarose > β-Fructose > β-Glucose > α-Fructose > α-Glucose > Glicosídeo B > Glicosídeo A > Álcool 4-hidroxibenzílico glicosídeo > Ácido acético > Álcool 4-hidroxibenzílico > Etanol > Alanina > Treonina > Ácido láctico > <LOQ ácido γ-aminobutírico; <LOQ Arginina; <LOQ Asparagina; <LOQ Ácido Fumárico; <LOQ Isoleucina; <LOQ Fenilalanina;; <LOQ Leucina; <LOQ Tirosina; <LOQ Valina; <u>Ácido Aspártico; Ácido Cítrico, Glutamina;; Glicina; ácido homocítrico; Lisina; ácido succínico; <i>Ácido Vanílico</i></u>	(LEYVA et al., 2021)
	Brasil	<i>4-hidroxibenzaldeído, 4-vinilfenol, benzoato de metila, fenilacetaldeído, ácido vanílico, ácido p-hidroxibenzóico, ácido protocatecuico, Ácido 7-hidroxi-2-metil-4-oxo-4H-1-benzopirano-5-acético, ácido 3-acriloiloxipropiônico, L-arginina, L-fenilalanina, cinamaldeído, 1-O-p-cumaroil-beta-D-glicose, 1-O-sinapoilglicose, ácido p-hidroxicinâmico, sibiricose A1, ácido (2R,3S)-2,3-dimetilmálico, ácido 2-isopropilmálico, ácido citramálico, Ácido oleico, Wyerol, 5,7-di-hidroxi-2-(3-hidroxi-4-metoxi-fenil)-3-metoxi-cromona, bletilol A, catequina (ou seu radical), cinchonina 1^a,</i>	(DA SILVA OLIVEIRA et al., 2022b)

		<i>Homoeriodictiol</i> , <i>luteolina 7-glicosídeo-4'-(Z-2-metil-2-butenolato)</i> , <i>nevadensina</i> , <i>galactosilglicerol</i> , <i>D-arabinose</i> , <i>alpinumisoflavona</i> , <i>tectoridina</i> , <i>(S)-4-hidroxi-2-oxoheptanodioato</i> <i>L-histidina</i> , <i>5-hidroximetil-2-furanocarboxaldeído</i> , <i>6-O-alfa-L-ramnopiranosilcatalpol</i> , <i>acetovanilona</i> , <i>Apiopaeonosídeo</i> , <i>arbutina</i> , <i>coelovirina A ou B</i> , <i>D-glicose</i> , <i>dracunculifosídeo J</i> , <i>glucovanilina</i> , <i>icarisida D2</i> , <i>peonósido pseudolarosídeo A</i> , <i>ácido quínico</i> , <i>rodiosídeo</i> , <i>verbasósido</i> , <i>2,7-di-hidroxi-1-(4-hidroxibenzoil)4-metoxi-9,10-di-hidrofenantreno</i> , <i>4-vinilguaiacol</i> , <i>Tirosol</i> , <i>vanilina</i> , <i>álcool vanilílico</i> , <i>10-desidrogardenósido</i> , <i>ácido 10-desoxigeniposídico</i> , <i>giberelina A3</i> , <i>plumierida</i> , <i>1-O-vaniloil-beta-D-glicose</i> , <i>ácido glicosiringico</i> , <i>newbouldiosídeo A</i> , <i>ácido vanílico 4-beta-D-glicosídeo</i>	
<i>V. pompona</i> Schiede subsp. <i>grandiflora</i> (Lindl.)	Peru	Ácido málico > Sacarose > Glicosídeo A > β-Fructose > β-Glucose > α-Glucose > Glicosídeo B > α-Fructose > Asparagina > Álcool 4-hidroxibenzílico glicosídeo > Etanol > Alanina > Treonina > Ácido fumárico > Ácido láctico > Ácido acético; <LOQ ácido γ-aminobutírico; <LOQ Arginina; <LOQ álcool 4-hidroxibenzílico; <LOQ Isoleucina; <LOQ Leucina; <LOQ Valina; Ácido Aspártico; Colina; Ácido Cítrico; Glutamina; Glicina; ácido homocítrico; isoleucina; Lisina; Fenilalanina; Ácido pirúvico; Ácido de Succina;	(LEYVA et al., 2021)
<i>V. tahitensis</i>	Papua Nova-Guine	anisaldeído; acetato de anisilo ; álcool anisílico ; diacetil; <i>eugenol</i> ; butanoato de etilo; 2-metilbutanoato de etilo; hexanoato de etilo; octanoato de etilo; 2-hidroxiopropanoato de etilo; ácido 3/2-metilbutanóico; 2-fenilacetato de etilo; <i>guaiacol</i> ; 4-vinil-2-metoxifenol ; <i>vanilina</i> ;	(JANUSZEWSKA et al., 2020)
	Polinésia Francesa	2-acetilpirrolina ; Anisalaldeído; Acetato de Anisil Álcool anisílico; acetato de anisilo; 2,3-butanodiona; Creosol; <i>p-cresol</i> ; éter metílico de p-cresol; (E,E) 2,4-decadienal; (E,Z) 2,4-decadienal ; Dimetiltrissulfureto ; <i>Guaiacol</i> ; 2,4-heptadienal ; Hexanal; Isobutal ; ácido isovalérico; 2,3-pentanodiona ; anisato de metilo; (E) cinamato de metilo; Nonanal; Fenilacetaldeído; Hexanal; Octanal; Feniletanol; (E) 2-nonenal ; (E) 2-decenal ; isovaleraldeído; p-Mentenal ; Metional ; 3-metil-2-buten-1-ol ; 3-metil-2-buten-1-tiol ; NI 4; ácido 2-metilbutírico ; 2-metilfuran-3-tiol ; nonanal; (E,Z) 2,6-nonadienal ; (Z) 6-nonenal ; (Z)-1,5-octadien-3-ol ; 1-octen-3-ona ; Fenilacetaldeído; Valeraldeído; p-vinilguaiacol ;	(BRUNSCHWIG et al., 2012)
<i>V. ribeiroi</i> Hoehne	Peru	Ácido homocítrico (na forma de lactona) > Ácido málico > β-Fructose > β-Glucose > α-Glucose > Arginina > Glicosídeo B > α-Fructose > Ácido γ-aminobutírico > Leucina > 4-hidroxibenzil álcool glicosídeo; Sacarose > Fenilalanina > Asparagina > Valina; Alanina > Ácido acético > Ácido láctico > Isoleucina > Treonina > Tirosina > Etanol > Álcool 4-hidroxibenzílico > Ácido Fumárico; <u>Ácido Aspártico</u> ; Colina; Ácido Cítrico; Isoleucina; Glutamina; Glicina; Ácido homocítrico; Lisina; Prolina; <u>Ácido de Succina</u> ; <u>Ácido Vanílico</u>	(LEYVA et al., 2021)

<i>V. palmarum</i> Lindl.	Peru	Ácido homocítrico (na forma de lactona) > Ácido málico > Sacarose > 4-hidroxibenzil álcool glicosídeo > Asparagina > β-Glucose > α-Glucose > Ácido acético > Etanol > Álcool 4-hidroxibenzílico > Treonina > Ácido láctico > Ácido fumárico; <LOQ Alanina; <LOQ ácido γ-aminobutírico; <LOQ Arginina; <LOQ Isoleucina; <LOQ Leucina; <LOQ Fenilalanina; <LOQ Tirosina; <LOQ Valina; <LOQ α-Fructose; <LOQβ-Fructose <LOQ Glicosídeo B; <u>Ácido Aspártico; Colina; Ácido Cítrico; Glutamina; Glicina; ácido homocítrico; isoleucina; Lisina; Prolina; Ácido pirúvico; Ácido de Succina; Ácido Vanílico</u>	(LEYVA et al., 2021)
<i>V. chamissonis</i>	Brasil	<i>4-hidroxibenzaldeído, 4-vinilfenol, benzoato de metila, fenilacetaldeído, ácido vanílico, ácido p-hidroxibenzóico, ácido protocatecuico, Ácido 7-hidroxi-2-metil-4-oxo-4H-1-benzopirano-5-acético, ácido 3-acriloiloxipropiônico, L-arginina, L-fenilalanina, cinamaldeído, 1-O-p-cumaroil-beta-D-glicose, 1-O-sinapoilglicose, ácido p-hidroxicinâmico, sibiricose A1, ácido (2R,3S)-2,3-dimetilmálico, ácido 2-isopropilmálico, ácido citramálico, Ácido oleico, Wyerol, 5,7-di-hidroxi-2-(3-hidroxi-4-metoxi-fenil)-3-metoxi-cromona, bletilol A, catequina (ou seu radical), cinchonaina 1^a, Homoeriodictiol, luteolina 7-glicosídeo-4'-(Z-2-metil-2-butenoato), nevadensina, galactosilglicerol, D-arabinose, alpinumisoflavona, tectoridina, (S)-4-hidroxi-2-oxoheptanodioato L-histidina, 5-hidroximetil-2-furanocarboxaldeído, 6-O-alfa-L-ramnopiranosilcatalpol, acetovanilona, Apiopaeonosídeo, arbutina, coelovirina A ou B, D-glicose, dracuculifosídeo J, glucovanilina, icarisida D2, peonósido pseudolarosídeo A, ácido quínico, rodiolosídeo, verbasósido, 2,7-di-hidroxi-1-(4-hidroxibenzoil)4-metoxi-9,10-di-hidrofenantreno, 4-vinilguaiacol, Tirosol, vanilina, álcool vanilílico, 10-desidrogardenósido, ácido 10-desoxigeniposídico, giberelina A3, plumierida, 1-O-vaniloil-beta-D-glicose, ácido glicosiríngico, newbouldiosídeo A, ácido vanílico 4-beta-D-glicosídeo</i>	(DA SILVA OLIVEIRA et al., 2022b)
<i>V. bahiana</i>	Brasil	<i>4-hidroxibenzaldeído, 4-vinilfenol, benzoato de metila, fenilacetaldeído, ácido vanílico, ácido p-hidroxibenzóico, ácido protocatecuico, Ácido 7-hidroxi-2-metil-4-oxo-4H-1-benzopirano-5-acético, ácido 3-acriloiloxipropiônico, L-arginina, L-fenilalanina, cinamaldeído, 1-O-p-cumaroil-beta-D-glicose, 1-O-sinapoilglicose, ácido p-hidroxicinâmico, sibiricose A1, ácido (2R,3S)-2,3-dimetilmálico, ácido 2-isopropilmálico, ácido citramálico, Ácido oleico, Wyerol, 5,7-di-hidroxi-2-(3-hidroxi-4-metoxi-fenil)-3-metoxi-cromona, bletilol A, catequina (ou seu radical), cinchonaina 1^a, Homoeriodictiol, luteolina 7-glicosídeo-4'-(Z-2-metil-2-butenoato), nevadensina, galactosilglicerol, D-arabinose, alpinumisoflavona, tectoridina, (S)-4-hidroxi-2-oxoheptanodioato L-histidina, 5-hidroximetil-2-furanocarboxaldeído, 6-O-alfa-L-ramnopiranosilcatalpol, acetovanilona, Apiopaeonosídeo, arbutina, coelovirina A ou B, D-glicose, dracuculifosídeo J, glucovanilina, icarisida D2, peonósido pseudolarosídeo A, ácido quínico, rodiolosídeo, verbasósido, 2,7-di-hidroxi-</i>	DA SILVA OLIVEIRA et al., 2022

1-(4-hidroxibenzoil)4-metoxi-9,10-di-hidrofenantreno, 4-vinilguaiacol, Tirosol, vanilina, álcool vanilílico, 10-desidrogardenósido, ácido 10-desoxigeniposídico, giberelina A3, plumierida, 1-O-vaniloil-beta-D-glicose, ácido glicosiringico, newbouldiosídeo A, ácido vanílico 4-beta-D-glicosídeo

∴ *itálico* compostos que aparecem em duas ou mais amostras

negrito compostos exclusivos da amostra.

Sublinhado compostos identificados que não foram quantificados nos trabalhos, organizados em ordem alfabética

Os trabalhos de Januszewska e Brunschwig não apresentaram quantidades dos compostos, estando organizados em ordem alfabética

<LOQ = +Composto detectado em uma quantidade abaixo do limite de quantificação

Tabela 2 – Classes e descrição de odores dos compostos presentes no sabor da baunilha

Composto Referência	Descrição do odor					
	PÉREZ-SILVA et al., 2006	(JANUSZEWSKA et al., 2020	ZHANG; MUELLER, 2012	BRUNTSCHWIG et al., 2012	AKHTER et al., 2018	FlavorDB
Guaiacol (2-metoxifenol)	Químico, doce picante	fenólico	Aromático, fenólico, queimado	Fenólico/esfumaçado, semelhante à fava de baunilha	parecido com fumaça	Especiaria, Baunilha, Esfumaçado, Doce, Amadeirado, Fenólico, Medicina, Medicinal, Fumaça
4-Metilguaiacol (p-cresol)	Doce, amadeirado	fenólico			doce de baunilha	Fenólico, Cravo, Couro, Esfumaçado, Bacon, Medicinal, Mesquite, Cravo, Medicinal, Amargo, Baunilha, Especiaria
4-metilfenol (p-Cresol)	Balsâmico, amadeirado, picante		fenólico	fenólico/animal, couro	esfumaçado de alcatrão	fumaça, animal, narciso, fenol, mimosa, remédio, medicinal, fenólico
Éter metílico de P-cresol (1-Metoxi-4-metilbenzeno)				Indefinido/plástico, éter		em pó, cresol, naftilo, canforáceo, noz, ylang, cedro
4-Vinilguaiacol (4-Vinil-2-metoxifenol)	Químico, fenólico	fenólico			amendoim	caril, esfumaçado, cravo, amendoim, picante
4-vinilfenol	Doce, amadeirado				Baunilha	médico, químico, casca de amêndoa, doce, fenólico
Vanilina	baunilha, doce	Fenólico	Intenso doce, tenaz cremoso, aroma característico de baunilha		baunilha	baunilha, chocolate, doce, cremoso
Acetovanilone	Baunilha, doce. mel				Baunilha	baunilha, doce, vanilina, fraco
álcool vanilílico	tipo baunilha				Baunilha	baunilha, doce, anis, cremoso, balsamo, tonka, fenólico
p-Hidroxibenzaldeído	tipo baunilha, biscoito				Aroma de nozes	amadeirado, doce, balsamo, noz, amêndoa

álcool p-hidroxibenzílico	Tipo baunilha, doce			coco	coco, amargo, doce, frutado, amêndoa
Ácido acético	azedo, vinagre			azedo	azedo, pungente, afiado, vinagre
Ácido isobutírico	Amanteigado				rançoso, manteiga, morango, queijo
Ácido butanóico (ácido butírico)	Amanteigado, oleoso		Penetrante, reminiscente de manteiga rançosa	sal	manteiga, suor, acético, afiado, rançoso, frutas, queijo
Isobutal				chocolate/chocolate	malte, fresco, floral, pungente, aldeídico, verde
Isovaleraldeído				chocolate/chocolate	amêndoa
hexanal				Frutado/verde, grama	Grama
Ácido isovalérico	Amanteigado, oleoso			Manteiga/queijo, desagradável	rançoso
Ácido pentanóico (ácido valérico)	queijo		Fortemente ácido, caprílico		azedo, suor, ácido, fedido, suado, animal, rançoso, tropical, pés, queijo
2,3-butanodiol (isômero 2)	floral, oleoso				suor, pútrido, suado, ácido, animal, rançoso, doentio
2,3-Butanodiona (diacetil)		amanteigado		manteiga/manteiga	manteiga, caramelo, oleosa, cremosa, doce, picante, forte
2,3-Pentanodiona				manteiga/manteiga	manteiga, creme, caramelo, doce, picante, cremoso, noz, queijo
valeraldeído				Chocolate/aldeído	pão, fermentado, baga, malte, pungente, frutado, noz, amêndoa
Álcool anisílico	ervas	apimentado			doce, floral
					caramelo, chocolate, em pó, baunilha, rosa, lilás, floral, doce, mel, espinheiro, jacinto, flor

2-Heptenal	verde, oleoso	-			amêndoa	sabão, vegetal, gordura, fresca, gordurosa, pungente, amêndoa, verde
octanal				Frutado/gordo, verde, laranja	limão	limão, citrino, sabonete, casca de laranja, gordura, ceroso, gorduroso, aldeídico, verde
1-octen-3-ona				Terra/cogumelo		ervas, terroso, metal, mofado, cogumelo, sujo
(Z)-1,5-octadien-3-ol	-	-	-	Terra/cogumelo, metálico		
(E)-2-decenal	Erva-like, floral	-	-		laranja	laranja, coentro, rosa, sebo, ceroso, oleoso, gorduroso, terroso, floral, aldeídico, cogumelo, verde
(E,Z)-2,4-decadienal	Erva-como, fresco	-	-	gordo/gordura/cera		gordo, ceroso, gordo, gerânio, frito, verde
(E,E)-2,4-decadienal	Gordo, madeira	-	-	Gordura/gordura de cozinha	gordo	citrino, laranja, porca, cera, carne, gordura, fresca, gordurosa, oleosa, pepino, doce, melão, abóbora, frito, verde
dimetiltrissulfeto	-	-	-	Enxofre/semelhante a repolho		enxofre, repolho, sulfuroso, cebola, peixe, salgados, carnudo, cozido
Salicilato de metila	Giz	-	-			hortelã, gaultéria, hortelã-pimenta
Metil cinamato	Doce	-	-		morango	bálsamo, doce, cereja, morango
Etil linolenato	Doce	-	-			
3-Hidroxi-2-butanona	amanteigado	-	-		Frutado	manteiga, creme, leitoso, gorduroso, cremoso, doce, laticínios, amanteigado
butanoato de etila	-	frutado	-		frutado	maçã, abacaxi, banana, frutas, frutado, succulento, conhaque
Etil hexanoato	-	frutado	-		maçã	abacaxi, casca de maçã, ceroso, banana, frutas, doce, frutado, verde

Acetato de anisila	-	apimentado	-			em pó, cumarina, baunilha, cremoso, ameixa, doce, bálsamo, frutado, cereja, amêndoa, tonka
Anisaldeído	-	apimentado	-		Baunilha, Amêndoa	mimosa, espinheiro, cereja, em pó, amargo, baunilha, anis, espinheiro, chocolate, bálsamo, cremoso, mentolado, baga, doce, floral, menta, amêndoa, canela
5-metilfurfural	-	floral	-			caramelo, especiarias, açúcar queimado, bordo, amêndoa
3-metil-2-buteno-1-tiol (Prenylthiol)	-	-	-	Enxofre/carne, queimado		sulfuroso, alho-poró, cebola, amina, fumaça
3-metil-2-buten-1-ol	-	-	-	indefinido/cola		lavanda, frutado, erva, verde
2-metilfuran-3-tiol	-	-	-	enxofre/carne/bacon		coco, carne, sulfuroso, suspeito, metálico, carnudo
meconal	-	-	-	Enxofre/batata cozida		batata, vegetal, tomate, suspeito, mofado, terroso, cremoso, amendoim, batata cozida, carne
fenilalcaldeído	-	-	-	flora/mel		Jacinto, mel, trevo, doce, Hawthorne, cacau, toranja, verde, amendoim, floral, amargo
ácido 2-metilbutírico	-	-	-	Manteiga/queijo, frutado, animal		azedo, suor, ácido, morango, queijo roquefort, picante, queijo
2-acetilpirrolina	-	-	-	Avelã /grelhada		assado, noz, assado, presunto, doce, noz
ácido 4-hidroxi-3-metoxibenzóico (ácido vanílico)	-	-	-	Doce aromático, um pouco de baunilha, cremoso, leitoso	baunilha	em pó, baunilha, feijão, leitoso, doce, cremoso, laticínios

3.7. ANÁLISE SENSORIAL DE AROMA E SABOR DE BAUNILHA

O homem pratica testes sensoriais desde que começou a usar seus sentidos para analisar a qualidade e segurança da água potável e de alimentos (Dutcosky, 2011). Com o passar dos anos, avaliadores profissionais e sistemas de classificação passaram a fazer parte de testes mais elaborados. Muitas dessas metodologias são utilizadas até os dias atuais e outras vem sendo desenvolvidas devido à demanda de protocolos bem estabelecidos, que possam ser reproduzidos com diversos alimentos e bebidas em todo o mundo. Atualmente, a análise sensorial é utilizada para responder questões sobre a qualidade de um produto e pode ser classificada em 3 classes: discriminação, descritiva e afetiva (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

A análise sensorial descritiva tem sido utilizada para realizar a caracterização sensorial por avaliadores treinados. No entanto, nos últimos anos, o interesse em abordagens baseadas no consumidor cresceu à medida que a capacidade dos consumidores de fornecer a caracterização do produto foi reconhecida. Estudos têm demonstrado que as caracterizações sensoriais de produtos utilizando o questionário *Rate-All-That-Apply* (RATA) pelos consumidores são confiáveis e comparáveis aos gerados por avaliadores treinados usando análise descritiva (DANNER et al., 2018; VIDAL et al., 2018). RATA é uma modificação recente do questionário *Check-All-That-Apply* (CATA) que permite ao avaliador avaliar a intensidade dos atributos selecionados (Ares et al., 2014), e é recomendado quando o objetivo é avaliar conjuntos de amostras que diferem na intensidade relativa das características sensoriais que deveriam ser familiares aos consumidores (VIDAL et al., 2018).

Baunilhas e seus derivados em diferentes apresentações já foram analisados sensorialmente por diversos métodos. Já foram feitas análises comparativas entre metodologias realizadas com painel treinado e consumidores que mostraram resultados semelhantes (DANNER et al., 2018; DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010). Em 1943, pesquisadores desenvolveram técnicas para testar as preferências do consumidor em sorvetes e um dos sabores utilizados foi baunilha (Bliss et al., 1943), que há alguns anos foi considerado o principal sabor de sorvete consumido nos Estados Unidos (Clark et al, 2009). Um conjunto de extratos foi utilizado para avaliar os produtos e os métodos de testagem. Para determinar o aroma de baunilha mais palatável, foram testadas várias concentrações do produto natural e do produto artificial, em diferentes combinações. Os resultados foram analisados estatisticamente para avaliar o grau de diferença entre as amostras e concluiu-se que, quando usado sozinho, o extrato de baunilha natural foi preferido ao artificial, entretanto, a mistura de 50% dos sabores artificiais e naturais foi preferida a qualquer um deles sozinho, embora não significativamente mais do que a baunilha natural (BLISS, 1943). Ainda na década de 1940, Arana (1944) conduziu um experimento abrangente sobre baunilhas curadas por diferentes métodos. Os extratos analisados foram todos considerados agradáveis, entretanto, os lotes que tiveram alta incidência de fungos filamentosos apresentaram aroma 'fermentado'. Os frutos que passaram pelo processo de '*killing*' com gás etileno, exposição ao sol, e arranhaduras com alfinete tiveram o aroma mais desenvolvido, enquanto os frutos que foram congelados foram caracterizados pelo aroma de baunilha mais suave. Frutos mortos no forno e com água quente tiveram aroma menos desenvolvido. As baunilhas curadas por diferentes métodos diferenciaram-se ainda quanto à cor e à flexibilidade, ambas características

importantes para a precificação das favas para o consumidor final. Todas as amostras eram marrom-escuras, exceto as mortas por congelamento, que eram marrom-avermelhadas. As que sofreram arranhões resultaram em extremidades de caule marrom-claras e lenhosas. A maioria das amostras foi classificada como apresentando média em flexibilidade, com as seguintes exceções: frutos riscados apresentaram baixa flexibilidade, enquanto frutos mortos ao sol e frutos mortos por congelamento foram altos em flexibilidade e frutos suados tanto ao sol quanto no forno ao foram de muito alta flexibilidade (ARANA, 1944). A análise sensorial foi ainda usada no final da década de 1940 para avaliar o efeito da altitude de cultivo e de doenças nas plantas sobre a percepção do aroma e do sabor em extratos dos frutos curados em Porto Rico (JONES; VICENTE, 1949c). Os extratos foram apresentados em leite e em água. Os avaliadores classificaram os extratos na seguinte ordem decrescente de qualidade: Mayaguez (80 pés), Castañer (1800 pés), Las Mesas (600 pés), Morovis (700 pés), permitindo concluir que a qualidade da baunilha não pode ser diretamente relacionada à altitude do local de cultivo. Esse aspecto possivelmente foi mascarado por outros fatores também importantes como solo ou distribuição de chuva. Quando compararam extratos de frutos saudáveis com os que tiveram podridão na raiz as propriedades aromatizantes não diferiram significativamente, levando a concluir que a podridão radicular apesar de enfraquecer a planta, não afeta a qualidade do produto curado.

Desde o início da aplicação da análise sensorial acoplada à análise estatística na década de 1940, essas técnicas foram bastante desenvolvidas, permitindo a aplicação de outras formas de avaliação sobre a percepção do aroma e/ou do sabor de baunilha de diferentes fontes em alimentos e bebidas variados. Sabe-se atualmente que a cultura é um fator chave na escolha de produtos alimentícios pelos consumidores. A familiaridade dos consumidores com um produto pode impactar positivamente sua preferência, a familiaridade com uma determinada matriz de bebida pode influenciar o gosto percebido (BERTELSEN et al., 2021), produtos salgados e doces são preferidos independente da sua nacionalidade quando comparados a azedos e amargos não adoçados (JEONG; LEE, 2021). Bertelsen e colaboradores puderam observar que consumidores dinamarqueses familiarizados com o aroma de baunilha perceberam um contraste maior entre suas expectativas e o sabor real das soluções aquosas doces (sem baunilha) utilizadas no estudo em comparação com os consumidores chineses, o que levou a uma diminuição no 'gostar', demonstrando que a expectativa afeta a percepção sensorial de consumidores (BERTELSEN et al., 2021).

Em uma abordagem diferente, foram analisadas expressões faciais humanas em resposta à estimulação do paladar e do olfato, já que essas expressões fazem parte dos ricos catálogos comunicacionais não verbais do homem, o estudo foi feito com recém-nascidos, que foram testados com diferentes odores de alimentos artificiais entre o nascimento e a primeira mamada e adolescentes cegos. Os indivíduos cegos, apresentaram características de expressões faciais semelhantes ou idênticas às observadas nos estudos com bebês e o sabor de baunilha, foi considerado, entre outros, um bom representante de odores “prazerosos” e “agradáveis” relacionados à comida (STEINER, 1979).

Efeitos da homogeneização em sorvetes de baunilha já foram analisados. Nove lotes diferentes de sorvetes sem emulsificantes e processados com distintas pressões de homogeneização foram comparados com um lote de sorvete de referência (processado

por técnicas comerciais utilizando um emulsificante adicionado e homogeneizado em duplo estágio). Sete atributos sensoriais foram utilizados para comparar as amostras: mastigabilidade, revestimento bucal gorduroso, gelo, intensidade do sabor de baunilha, perda de forma, descamação e coagulação. Os dados mostraram diferenças na perda de forma e na intensidade do sabor de baunilha em algumas das amostras quando comparadas com a amostra de referência. A intensidade do sabor de baunilha foi mais pronunciada nas amostras experimentais, o que indicou que o emulsificante na mistura de referência suprimiu de alguma forma a intensidade do sabor de baunilha (SCHMIDT; SMITH, 1988).

Na década de 1990 um estudo utilizou quatro tipos de extrato de baunilha (Bourbon, Bali com Bourbon, Indonésia e Indonésia non-smoky e vanilina - colorida artificialmente com corante caramelo para ficar similar ao extrato de baunilha) para avaliar a consistência de resultados de análise descritiva entre dois grupos diferentes de avaliadores treinados separadamente (painel J e painel K). O painel J usou 14 termos para descrever as baunilhas (odor de Marshmallow, Caramelo, Noz, Chá, Passas, Ameixa seca, Amadeirado, Amêndoa, Rum, Esfumaçado e sabor de Chocolate, Licor Kahlua, Café e Leite doce) e o painel K usou dois a mais (odor de Chocolate branco Caramelo, Vanilina, Chocolate, Frutado, Rum, Licor Kahlua, whisky Bourbon, Fermento Biológico, Tabaco, Terroso, Esfumaçado, Caramelo, Nojento e sabor de Chocolate branco e Whisky Bourbon). Onze e treze termos, respectivamente, discriminaram significativamente entre as amostras. As análises de componentes principais (PCAs) para os dois painéis foram visualmente semelhantes e, assim como a análise de Procrustes (método estatístico que busca o consenso entre conjuntos de dados), indicaram sobreposição considerável de termos descritivos semelhantes, concluindo que esse método fornece resultados positivos e consistentes em painéis treinados de forma independente (HEYMANN, 1994a). Com o objetivo de comparar os dois painéis de análise descritiva (DA) citados anteriormente com dois painéis de livre escolha (PLE) (um composto por indivíduos treinados e outro de indivíduos não treinados), Heymann utilizou os mesmos extratos e concentrações. Em média, os indivíduos treinados não usaram mais descritores do que os não treinados, estes por sua vez, tendiam a usar os termos de forma menos consistente. Espaços de consenso procrustes foram obtidos para conjuntos de dados de indivíduos treinados e análise descritiva, mas não para dados dos não treinados. Os indivíduos treinados e ambos os painéis de análise descritiva separaram de forma similar a vanilina, e os quatro tipos de extrato demonstrando que apesar de se utilizarem essas diferentes metodologias (PLE e DA), se painéis treinados forem avaliados, os resultados obtidos são similares (HEYMANN, 1994b).

Nove sobremesas lácteas variando a concentração de amido modificado, carragena, sucralose e aroma de baunilha foram analisadas através dos atributos: espessura, gomosidade, homogeneidade, suavidade, cremosidade, doçura, sabor de baunilha, sem sabor e sabor residual e avaliadores treinados detectaram diferenças significativas entre as amostras para todos os atributos avaliados, o que não foi o caso das outras duas metodologias utilizadas no estudo baseadas no consumidor (BRUZZONE et al., 2015).

Mennella e Beauchamp realizaram teste de preferência com bebês utilizando leite materno de mães que amamentavam e constataram que os bebês mamaram por mais tempo e consumiram mais leite das mães que haviam consumido baunilha quando

comparado ao tempo das mães que não haviam consumido, demonstrando que compostos voláteis da dieta da mãe são transferidos para o leite materno e podem ser detectados pelos bebês, indicando que a preferência pelos compostos de baunilha pode ser notada desde a primeira infância (MENNELLA; BEAUCHAMP, 1996). A baunilha também já foi utilizada para investigar a frequência cardíaca e saturação de oxigênio durante punção venosa em bebês prematuros expostos ao odor do leite materno e ao aroma de baunilha e os resultados foram positivos quanto expostos ao leite materno; quando expostos ao aroma de baunilha não houve diferença significativa comparado ao grupo controle (NESHAT et al., 2016).

Sorvetes com sabor de baunilha variando em gordura, açúcar e leite desnatado em pó foram analisados através do método de perfil quantitativo de sabor para estudar a influência dessas três variáveis na doçura; em características de sabor e em atributos de textura. Este estudo mostrou que a gordura aumentou principalmente as notas amanteigadas e cremosas, bem como o revestimento da boca. Frieza, percepção de cristais de gelo e taxa de derretimento foram diminuídos pela adição de gordura e/ou açúcar. O açúcar aumentou a doçura, notas de caramelo e vanilina, enquanto diminuiu a cremosidade e firmeza. O leite em pó desnatado diminuiu a frieza, a percepção de cristais de gelo e a taxa de derretimento, enquanto eles aumentaram principalmente cremosidade e revestimento da boca (KOEFERLI; PICCINALI; SIGRIST, 1996).

Água e leite foram utilizados como veículos de quatro amostras de baunilha curadas por diferentes métodos (Bourbon, Bourbon melhorado, mexicano e mexicano melhorado) que foram analisados por nariz eletrônico (E-nose) e por um painel treinado utilizando análise descritiva quantitativa (ADQ). Resultados demonstraram que o perfil de odor dos extratos de baunilha apresentou resultados semelhantes. As amostras dos métodos melhorados diferiram das outras por apresentarem discriminação na qualidade do sabor entre quatro extratos e o controle. Entre os veículos analisados por ADQ o leite foi considerado um veículo ideal para a percepção dos atributos característicos da baunilha. Os extratos curados por métodos melhorados apresentaram maiores intensidades de dos atributos baunilha, notas florais e doces (HARIOM et al., 2006). Baunilhas de diferentes origens (Madagascar, Indonésia e Papua Nova Guiné) foram acrescidas e testadas em chocolates ao leite e chocolate branco e no segundo tipo eram mais facilmente percebidas e descritas com maior facilidade concluindo que a concentração de cacau tem grande influência na percepção sensorial e chocolates são matrizes complexas capazes de dificultar a percepção sensorial (JANUSZEWSKA et al., 2020).

Métodos mais modernos de análise descritiva também já foram aplicados para descrever o aroma e o sabor de baunilha. Tanto o questionário Check-All-That-Apply (CATA) quanto a escala hedônica foram utilizadas para analisar sensorialmente sobremesas lácteas (ALCAIRE et al., 2017), sorvete (CADENA et al., 2012). que continham baunilha em sua formulação. No estudo de Oliveira e colaboradores foram utilizadas uma análise tempo-intensidade, dominância temporal das sensações (TDS) e escala hedônica estruturada de 9 pontos para análise da aceitabilidade geral por flavorizante natural de morango ou baunilha e a doçura não foi afetada no iogurte com redução de 25% de açúcar e 0,2% de sabor de baunilha (OLIVEIRA et al., 2020).

Mais recentemente, o uso de aroma, essência ou extrato de baunilha em alimentos adicionados de açúcar tem se mostrado um artifício para permitir a redução do edulcorante adicionado, sem que os consumidores percebam essa redução no sabor, possibilitando a redução calórica. Usado para diminuir ingestão de açúcares por consumidores, já foi constatado que mesmo em doses altas, o sabor de baunilha continua agradável (KORTHOUS; VERPOORTE, 2007). Estudos com o uso de essência de baunilha em leite achocolatado (OLIVEIRA et al., 2015), sobremesas lácteas (ALCAIRE et al., 2017), iogurte, (OLIVEIRA et al., 2020), sobremesa láctea e leite com sabor de chocolate ((VELÁZQUEZ et al., 2021)) tiveram porcentagens de até 40% de redução de açúcar sem prejuízo para a aceitabilidade dos consumidores. O acréscimo do aroma de baunilha em adoçantes aumentou a percepção de doçura quando comparado às amostras sem acréscimo do aroma para pessoas de diferentes nacionalidades que possuem hábitos alimentares distintos, indicando que o uso do aroma de baunilha em conjunto com alguns tipos de adoçantes pode ser considerável aceitável para certos públicos visando a diminuição da ingestão de açúcar (BERTELSEN et al., 2021).

A percepção do sabor da baunilha e de doçura foram avaliadas por um painel treinado em sorvetes com diferentes concentrações de gordura de leite (de 0.5 a 10%) usando as metodologias de tempo-intensidade e de livre escolha e por um teste de preferência do consumidor. Nenhuma diferença significativa foi encontrada na percepção de doçura. O perfil de livre escolha e o painel de preferência do consumidor mostraram que, a qualidade sensorial melhorava e a preferência geral aumentava conforme a porcentagem de gordura aumentava (LI et al., 1997). Cadena e colaboradores ao mapear atributos sensoriais em sorvetes de baunilha com teor de gordura e açúcar reduzido observaram que as amostras com teor reduzido apresentaram maior intensidade de gosto residual amargo, adesividade e firmeza, e menor intensidade de cremosidade (CADENA et al., 2012). Ao utilizar uma análise tempo-intensidade, dominância temporal das sensações (TDS) e teste de aceitação para verificar a possibilidade de reduzir a quantidade de açúcar em iogurte notou-se que, de acordo com os perfis temporais e percepção hedônica, a redução de 25% de açúcar no iogurte com 0,2% de sabor de baunilha não afetou a doçura (OLIVEIRA et al., 2020).

3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além da baunilha ser utilizada há muitos anos, a análise sensorial descritiva do sabor e do aroma de baunilha vem sendo bem explorada por um período considerável. Hoje em dia, esse aroma/sabor é usado como base ou padrão em diversas metodologias de análise sensorial, por ser um aroma de alto consumo e boa aceitação. Mas algumas metodologias de análise sensorial ainda não foram usadas para avaliar o aroma de baunilha, como o *Rate-All-That-Apply* (RATA). Há ainda uma tendência à inclusão de novas espécies de Vanilla como fonte de aroma de baunilha, porém suas aceitações e capacidade de entrarem no mercado deverão ser ainda avaliadas por técnicas sensoriais.

4. CAPÍTULO 2 - CHARACTERIZATION AND PERFORMANCE OF VANILLA SPECIES FROM THE BRAZILIAN ATLANTIC FOREST BY EXPLORING ITS SENSORY AND LIKING POTENTIALS

Juliana Lacôrte Franco¹, Ellen Mayra Menezes Ayres¹, Denize de Oliveira², Inayara Beatriz Araujo Martins³, Andrea Furtado Macedo^{4*}, Rosires Deliza⁵, Maria Gabriela Bello Koblitz¹

1 Food and Nutrition Graduate Program (PPGAN), Federal University of the State of Rio de Janeiro – UNIRIO. Av. Pasteur, 296 Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. julianasfranco@edu.unirio.br; ellen.menezes@unirio.br; maria.koblitz@unirio.br.

2 University of Angers, Management School, 13 allée François Mitterrand - BP 13 633 – 49036, Angers, Cedex 01- France. denize.cris@hotmail.com

3 PDJ-FAPERJ /Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, CEP 23.020-470 Rio de Janeiro/RJ, Brasil. inayarabeatriz@yahoo.com.br

4 Integrated Laboratory of Plant Biology (LIBV), Institute of Biosciences, Federal University of the State of Rio de Janeiro – UNIRIO. Av. Pasteur, 458 Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. CEP 22.290-240. andrea.macedo@unirio.br*.

5 Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, CEP 23.020-470 Rio de Janeiro, RJ, Brazil. rosires.deliza@embrapa.br

* **Corresponding author - Andrea Furtado MACEDO** - Integrated Laboratory of Plant Biology, Institute of Biosciences, Federal University of the State of Rio de Janeiro – UNIRIO. Av. Pasteur, 458, Urca, Rio de Janeiro, 22290-240, Brazil, Phone: +552199198-5671 – email: andrea.macedo@unirio.br

Abstract

The present work aimed to explore the sensory potential of three native species of *Vanilla* collected in the Brazilian Atlantic Forest. For this purpose, alcoholic extracts were obtained from the ripe, enzymatically cured pods of *V. bahiana*; *V. chamissonis*, and *V. cribbiana*. The alcoholic extract of *V. planifolia*, the most commercially exploited specie, was also produced under the same conditions for comparison purposes, and an artificial vanilla essence was also tested. Lactose-free 1% fat UHT milk samples were used as the carrier to assess the vanillas. The study was conducted in 2 studies: (1) threshold estimation differences for vanilla flavor and (2) evaluation of the hedonic and sensory perception of vanilla flavored milk using a 9-point hedonic scale and Rate-All That-Apply (RATA) methodology, respectively. Among the natural extracts, all samples demonstrated threshold concentrations between 0.01 and 0.16% extract, except for the artificial vanilla essence. But surprisingly, all native species showed lower average threshold concentrations than the commercial species. In the overall average and for both clusters, the artificial essence was the most accepted sample. After the descriptive analysis (RATA), it was observed that both the artificial essence and the extract of *V. planifolia* stood out in all vanilla-related attributes evaluated, as expected. However, there was no significant difference in the perception of vanilla aroma between *V. cribbiana* and the commercial sample, and both *V. cribbiana* and *V. chamissonis* had no significant difference to the essence and commercial species in terms of sweet taste. Among the evaluated species, *V. cribbiana* seems to show the greatest potential for market success.

Keywords: consumer study, Rate-All-That-Apply (RATA), vanilla flavor, difference threshold, hedonic evaluation, sensory perception

1. Introduction

Vanilla is an important natural flavor used in the food, beverage, pharmaceutical, cosmetic, and tobacco industries (Martău et al., 2021). Currently, only three *Vanilla* species are commercialized worldwide for their commercial value: *Vanilla planifolia*, *V. x. tahitensis* J. W. Moore, and *V. pompona* Schiede. Although the last two are cultivated on a smaller scale (Berenstein, 2016). *V. planifolia* is indigenous to Mexico (Pérez-Silva et al., 2021); however, it is chiefly produced in Madagascar and Indonesia (Gallage & Møller, 2018).

The cured vanilla pods were sold for up to US\$ 600/kg due to supply limitations in 2018 (Kacungira, 2018). The following reasons for the high price can be mentioned: (1) weather disasters that disrupted vanilla production in recent years in Madagascar (Gallage & Møller, 2018; Kacungira, 2018); (2) the manual method of getting cured vanillas from the plantation, which is laborious and time consuming; (3) the higher incidence of pandemic diseases in traditional cropping systems and older plantations (Kadir et al., 2019) and (4) the trend of large food companies such as Nestlé, Hershey's and Kellogg's to switch from synthetic vanillin to the natural vanilla extract as a consequence of the consumer demand for all-natural products (Navarro, 2017). The global assessment of *V. planifolia* in 2017, classified this orchid as 'endangered', with a decreasing population nationally and internationally. Vanilla is a notable example of high-value tropical spices, facing severe problems of genetic erosion and relative loss of wild crops (Watteyn et al., 2022).

According to Acumen Research and Consulting (2019), the global market for fruits (beans) and vanilla extract will reach around US\$4.3 billion in 2025 and *V. planifolia*, the main natural source of vanillin, can currently supply less than 1% of the annual market demand (Chattopadhyay et al., 2018). The global vanillin market is expected to reach US\$724.5 million by 2025, according to a report by Grand View Research, Inc. (Grand View Research, 2017), indicating the need to increase and diversify global production to meet the growing demand, presenting an extraordinary research and business opportunity.

Artificial essence is the main form of consumption of vanilla flavor in Brazil, due to the easy availability and more accessible cost (Silva et al., 2022). Nevertheless, Brazil has several species of *Vanilla*, some of them endemic, such as *V. bahiana* (da Silva Oliveira, Garrett, Koblitz, et al., 2022). The presence of 11 species has already been confirmed in the Midwest region of the country, and, among them, there are *V. bahiana*, *V. chamissonis*, and *V. cribbiana* (Engels et al., 2020; Vieira et al., 2016). These native

species of the Brazilian flora are regionally consumed, in a traditional way as food, and as a scent to clothes and small environments. These uses demonstrate the commercial value and potential application within the vanilla's market (Vieira et al., 2016). No *V. cribbiana* analysis were found, but *V. bahiana* and *V. chamissonis* were recently analyzed through an untargeted metabolomics approach and the results showed the presence of valuable vanilla related to flavor compounds, which makes these species possible candidates for the demand for diversification (da Silva Oliveira, Garrett, Bello Koblitz, et al., 2022). Despite these promising results, an important approach related to the consumer's evaluation of the flavor produced by these native species has not yet been evaluated. To enable comparisons among the species in test, it was necessary to devise an equivalence of the concentrations to be used of each of them. Thus, a difference threshold evaluation was conducted. Difference thresholds are a constant proportion of the stimulus intensity based on Weber's law (Lawless & Heymann, 2010). When referring to flavor it may be experimentally estimated as the smallest change in concentration that causes a change in flavor intensity (Lawless & Heymann, 2010). The present work aimed to investigate the sensory characteristics and consumer acceptance of alcoholic extracts from different Brazilian species of *Vanilla*, collected in the Atlantic Forest region, by comparing them to the *V. planifolia* extract and to an artificial vanilla essence, to assess their potential commercial applicability.

2. Material and methods

All tests were performed in the Sensory and Consumer Science Laboratory (LASEN) at Federal University of the State of Rio de Janeiro (UNIRIO), using individual sensory booths projected in accordance with ISO 8589 (ISO, 2007), under controlled temperature (22 °C) and artificial daylight.

2.1. Ethical Statement

The Ethics Committee Review Board of UNIRIO approved this research for the involvement of human subjects in the sensory tests. The project is registered under the reference number CAAE: 52225721.2.0000.5285, in Plataforma Brasil. Participants gave informed consent via the signature of a Free and Informed Consent Term (ICF) required to enter the survey. The study was explained to consumers, and they were able to withdraw from the survey at any time without giving a reason. The products tested were safe for consumption.

2.2. Vanilla collection and extract preparation

Ripe pods of *V. bahiana*, *V. planifolia*, *V. cribbiana*, and *V. chamissonis* were collected from the Brazilian Atlantic Forest. Vouchers representative of each species were deposited as *V. bahiana* - RB01111540, *V. cribbiana* - HUNI 6715, *V. chamissonis* - HUNI 4402, and *V. planifolia* - RB 777274. The National System for the Management of Genetic Heritage and Associated Traditional Knowledge (SISGEN) registration number for the research of *Vanilla* spp. is A41237C. Samples were stored at -80°C for conservation until use.

First, the pods were submitted to enzymatic treatment following the protocol based on the study of Ruiz-Terán et al. (2001) and adapted by da Silva Oliveira, Garrett, Koblitz, et al. (2022). Then, they were freeze-dried.

For extraction, five milliliters of grain alcohol (92.8%) were added to the dried samples (500 mg) and vortexed. Then each sample was submitted to an ultrasound-assisted extraction with a probe ultra-sound equipment (QR500 Ultronique Indaiatuba Brazil) for 8 min at 80% potency and was centrifuged for 10 min at 10.000 x g at 4°C (Megafuge 16R – Langenselbold, Germany). The supernatant was transferred to a 5 mL volumetric flask and the volume was completed with pure grain alcohol. For use, extracts were diluted to 40% grain alcohol with ultra-pure water (Milli-Q® Direct 8/16 System – Molsheim, France).

2.3. Study 1: estimation of difference thresholds for vanilla flavor

2.3.1. Formulation of the vanilla-flavored milk

According to Hariom et al. (2006), milk was considered an ideal vehicle for the perception of vanilla's characteristics. Vanilla extracts obtained in 2.2 and a commercial artificial vanilla essence were added to a 1% fat, lactose-free, UHT milk. Commercial artificial vanilla essence and UHT milk were available in the Brazilian Market. The extracts or the essence were added to the refrigerated (at 8 °C ± 3 °C) milk, in 250 mL beakers, manually stirred for 15 s and stored under refrigeration (8 °C ± 3 °C) until use. Samples (20 mL at 8 ± 3 °C) were served in disposable capped plastic cups (75 mL) coded with three-digit numbers.

2.3.2. Participants

Each vanilla extract and the essence was evaluated in a different assessment, separately. There were 50 volunteers in each assessment, with a total of 250 participants. Participants were recruited among students and employees of Federal University of the

State of Rio de Janeiro (UNIRIO) according to their availability and interest to participate in the study.

2.3.3. Experimental procedure

Consumers completed five paired-comparison tests for each vanilla. Each paired comparison was composed of a control sample (milk without vanilla) and a vanilla-flavored milk sample with a specific vanilla at a time (extract or essence).

The initial concentrations of the extracts and the artificial essence added to the milk were identified in a preliminary session carried out with six assessors of LASEN. They defined the initial concentration, the concentrations at which the assessors themselves began to perceive the vanilla flavor for each vanilla. From this point, the concentration of each vanilla was gradually increased for the other four pairs for comparison. The determination of the vanilla concentrations' increase was defined by doubling the amount of extract or essence from one to the subsequent sample. The same procedure was repeated for all investigated vanillas. Table 1 shows the concentration of vanilla (extract and essence) added to the milk in each test.

Table 1. Percentage (%) of vanilla extract or essence per test for the difference threshold estimation.

Vanilla extract or essence	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
Vanilla essence	0.005*	0.0075	0.01	0.0125	0.015
<i>V. planifolia</i>	0.04*	0.06	0.08	0.10	0.12
<i>V. cribbiana</i>	0.01*	0.02	0.04	0.06	0.08
<i>V. chamissonis</i>	0.005*	0.01	0.02	0.04	0.06
<i>V. bahiana</i>	0.04*	0.06	0.08	0.10	0.12

*Initial concentration

The participants were instructed to taste both samples (control – pure milk and test – vanilla-flavored milk) from left to right and to select the one they perceived as the vanilla flavor, by assigning the corresponding number in the evaluation sheet. Samples in each pair were presented following a balanced design (Macfie & Bratchell, 1989). Consumers were instructed to clean their palate with still mineral water at room temperature and a cracker after tasting each sample.

2.3.4. Data analysis

Difference thresholds were estimated using survival analysis, adapted from the methodology proposed by Hough et al. (2003) that recognizes the existence of censored data. This means that there is no way to define exactly the exact concentration at which

each participant begins to perceive the flavor of vanilla (Oliveira et al., 2016). In each of the five paired comparisons, consumers' responses were coded as "Yes" if the sample with vanilla was selected as the perceived vanilla-flavored sample and "No" if the control sample (milk without vanilla) was marked as having vanilla flavor. The difference thresholds were estimated as an interval defined between the lowest concentration in which the consumer perceived as containing vanilla flavor for the first time (i.e., gives the first "Yes" answer) and the first concentration at which he/she begins to consistently answer "Yes".

The percentage of vanilla extract at which a consumer began to consistently perceive the sample with vanilla flavor was defined as a random variable Y that corresponded to the difference threshold. The rejection function $F(y)$ is the probability of a consumer having the difference threshold at vanilla added percentage lower or equal than y , that is $F(y) = P(Y \leq y)$. R scripts provided by Hough (2010) were used to perform calculations (R Core Team, 2017).

2.4. Study 2: Hedonic and sensory perception of vanilla-flavored milk

After determining the difference thresholds for each vanilla sample (extracts and essence) in milk, a study was conducted to evaluate the consumer's sensory and hedonic perception of samples.

2.4.1. Participants

A total of 121 consumers participated in this study (76% female; 19-71 years old), which is considered an adequate number of participants, according to Hough et al. (2006). They were recruited among students and employees of UNIRIO according to their availability and interest to participate in the study. The characteristics of age, gender, and economic status of the participants are shown in Table 4.

2.4.2. Samples

Six samples were evaluated. One control (milk without vanilla) and other five vanilla-flavored milks added of different vanillas and concentrations, *V. planifolia* (0.160 %), *V. bahiana* (0.120 %), *V. chamissonis* (0.100 %), *V. cribbiana* (0.060 %), and vanilla essence (0.003 %), respectively. The vanilla concentrations were determined based on Study 1, but with an amount of twice the estimated threshold, to favor the sensory

description and allow a higher number of attributes. Samples were prepared as described in section 2.3.1 and evaluated monadically by participants.

2.4.3. Experimental procedure

Participants were asked to try the samples and to indicate their overall liking using a 9-point hedonic scale anchored with dislike extremely (1) to like extremely (9) (Peryam & Pilgrim, 1957). Then, they were asked to describe the sensory characteristics of the samples using a Rate-All-That-Apply (RATA) questionnaire, composed of the 11 sensory attributes, previously defined according to the literature (Cadena et al., 2012; Dooley et al., 2010; Liu et al., 2021) and by 10 assessors in a preliminary session to select which attributes to compose the questionnaire terms: sweet aroma, milk aroma, vanilla aroma, alcoholic aroma, bitter taste, grassy flavor, fermented flavor, vanilla flavor, sweet taste, milk flavor, and alcoholic flavor. In the same evaluation sheet, after the hedonic response, participants were asked to select all terms in the RATA questionnaire that they considered appropriate to describe the sample. Then, they rated the intensity of the perceived terms using a 3-point structured scale (1: 'low', 2: 'medium', and 3: 'high'). Samples and attributes were presented in an order using a balanced complete block design to prevent carry-over effects (Macfie & Bratchell, 1989). Finally, consumers were asked to complete an exit survey containing sociodemographic and consumption attitudes questions, as shown in Table 4.

2.4.4. Data analysis

Analysis of variance (ANOVA) was performed to evaluate the existence of significant differences among samples in the mean overall liking scores. Tukey test was used for *post hoc* pairwise comparisons at a significance level of 5%. Cluster analysis was applied to identify consumer segments with different preference patterns, considering Euclidean distance and Ward's agglomeration method. ANOVA and Tukey's mean test were also performed to assess the existence of significant differences between the samples in each Cluster. In addition, the Student t test was applied to assess the difference between the Clusters for each pair of samples.

For the sensory characterization of the samples, the mean RATA scores were calculated: considering the numbers assigned in ascending order of intensity to the scale scores from 1 (low) to 3 (high). The terms that were not chosen by consumers were treated as 0, so the scale used four points (0-3). ANOVA followed by the Fisher test was used at

a 5% significance level. Principal Component Analysis (PCA) indicated the sample configurations using arithmetic mean value of the RATA scores (Meyners et al., 2016; Vidal et al., 2018). Only terms that significantly discriminated between samples were considered in the PCA.

3. Results

3.1. Difference thresholds

Average difference thresholds for each vanilla sample were determined as the percentage of added vanilla (extract or essence) at which 50% of the consumers had their difference thresholds. Table 2 shows the difference thresholds for each vanilla ranged from 0.0015 % to 0.08 % of the vanilla added to the milk. All native species needed a lower concentration than the commercial sample to impart flavor and *V. cribbiana* had the lowest threshold perceived among the species.

Table 2. Difference thresholds for added vanilla in milk in relation to the control in five studies.

Vanilla extract or essence	Difference thresholds expressed as the concentration of added vanilla (%)	95% confidence interval
Vanilla essence	0.0015	0.0009-0.0024
<i>V. planifolia</i>	0.0800	0.0600-0.1100
<i>V. cribbiana</i>	0.0300	0.0100-0.1500
<i>V. chamissonis</i>	0.0500	0.0100-0.1600
<i>V. bahiana</i>	0.0600	0.0300-0.1200

3.2. Hedonic and sensory perception of vanilla-flavored milk

The overall mean liking scores of the six samples ranged from 5.7 ± 1.85 (*V. bahiana*) to 6.8 ± 1.41 (artificial essence), as shown in Table 3. The species significantly affected consumer liking ($p \leq 0.05$). The samples with greater acceptance ($n=121$) were vanilla essence and *V. planifolia*. *V. cribbiana* reached good acceptance averages, not differing from *V. planifolia* (commonly used). *V. cribbiana* and *V. chamissonis* (native vanillas) were accepted similarly to the commercial sample. This is quite interesting because they are in lower concentration when compared to the sample containing commercial vanilla extract (*V. planifolia*).

Results of cluster analysis on liking scores identified two consumer segments with different acceptance patterns (Table 3). Although both groups differed in their hedonic perception of the different *Vanilla* species, a significant difference was found only in the identification of vanilla flavor in products ($p=0.038$), considering their sociodemographic characteristics, as $p \geq 0.05$ for the other characteristics (Table 4).

Participants of Cluster 1 gave the highest liking scores for the essence; however, it did not differ from the control sample. That is, the control sample was as accepted as the artificial essence. This cluster did not perceive the difference between *V. planifolia*, the control, *V. cribbiana*, and *V. chamissonis*. *V. bahiana* was the least significantly accepted for Cluster 1. Cluster 2 gave the highest liking scores for the formulations with added vanilla, regardless of the vanilla origin, and did not perceive the difference between the artificial essence and the natural extracts. For this segment, the control sample showed the least acceptance ($5.6, p < 0.05$).

Table 3. Average overall liking[§] scores of vanilla-flavored milk for all consumers ($n=121$) and for the two consumer segments identified in the Clusters analysis.

Sample	Overall liking ($n = 121$)	Cluster 1 ($n = 54$)	Cluster 2 ($n = 67$)
Vanilla essence	6.8 ± 1.41^a	6.9 ± 1.30^{aA}	6.8 ± 1.50^{aA}
<i>V. planifolia</i>	6.4 ± 1.68^{ab}	5.9 ± 1.70^{bcB}	6.8 ± 1.57^{aA}
<i>V. cribbiana</i>	6.3 ± 1.55^{bc}	6.1 ± 1.69^{bcB}	6.5 ± 1.41^{aA}
<i>V. chamissonis</i>	6.1 ± 1.52^{bcd}	5.6 ± 1.60^{cB}	6.5 ± 1.32^{aA}
<i>V. bahiana</i>	5.7 ± 1.85^d	4.5 ± 1.37^{dB}	6.7 ± 1.57^{aA}
Control	5.9 ± 1.58^{cd}	6.3 ± 1.33^{abA}	5.6 ± 1.71^{bB}

[§] Evaluated in 9-point hedonic scales. Mean values with the same lowercase letters within the same column do not significantly differ ($p > 0.05$) according to Tukey's test. Mean values with the same capital letters within the same line do not significantly differ ($p > 0.05$) according to Student's t test.

Table 4. Consumer attitudes about vanilla and sociodemographic characteristics of all participants ($n=121$) and the two consumer segments identified using Cluster analysis.

Participants

Characteristic	% All (n=121)	% Cluster 1 (n=54)	% Cluster 2 (n=67)
Do you identify vanilla flavor in the product?			
Yes	83	80	85
No	9	6	12
Do not know	8	15 (+)*	3 (-)*
χ^2 (p-value)	6.51(0.038)		
How much do you like vanilla flavor[§]			
	7.30	7.33 a	7.27 a
Do you use vanilla essence?			
Yes	64	69	61
No	36	31	39
χ^2 (p-value)	0.42 (0.52)		
Do you know vanilla beans?			
Yes	54	57	51
No	46	43	49
χ^2 (p-value)	0.29 (0.58)		
Do you use vanilla beans?			
Yes	6	2	9
No	94	98	91
χ^2 (p-value)	1.62 (0.20)		
Age			
18-24	69	69	69
25-31	21	20	21
>31	11	11	10
χ^2 (p-value)	0.02 (0.99)		
Gender			
Female	77	76	78
Male	23	24	22
χ^2 (p-value)	3.21 (0.99)		
Brazil Economic Classification Criteria (CCEB)^{§ §}			
A	17	17	18
B1	18	17	19
B2	35	39	31
C1	26	26	27
C2	2	2	3
D-E	1	0	1
χ^2 (p-value)	1.61 (0.89)		

[§]Evaluated in a 9-point hedonic scale

^{§§}CCEB: This criterion was built to define large classes of segmentation by purchasing power

(+)*: significant difference with more participants answering I don't know

(-)*: significant difference with less participants answering I don't know

a: not significantly different

Mean RATA scores for the control and vanilla-flavored samples can be seen in Table 5. There are differences ($p \leq 0.05$) in the perceived intensity means for nine of the eleven RATA attributes. That is, consumers detected/perceived differences in the sensory characteristics of the different species of vanilla. Sweet aroma and vanilla flavor did not differ between *V. planifolia* and essence and the highest intensity of vanilla aroma was seen for these two samples. Milk added of vanilla essence and extracts resulted in reduced milk aroma and flavor attributes, typical of the control. Vanilla flavor and aroma had a higher average score for *V. planifolia*; however, scores of vanilla flavor did not differ from the commercial essence. The vanilla aroma of *V. cribbiana* did not differ in relation to the vanilla essence. In addition, it achieved good scores of intensity in terms of flavor. The average ‘vanilla’ flavor was lower for the control, which differed from all samples. The intensity of the following attributes: alcoholic aroma, bitter taste, and alcoholic flavor, were considered low by participants. The average score of sweet taste increased in samples with vanilla in relation to the control, except in *V. bahiana*. Thereby, the control sample was separated from the others and was described as having milk flavor and aroma, *V. bahiana* had bitter taste, fermented and alcoholic flavor and alcoholic aroma. *V. planifolia* as well as the artificial essence tended to be considered sweeter for both aroma and taste and higher in vanilla aroma and flavor.

Table 5. Mean scores (and standard deviations) of the terms of the Rate-All-That-Apply (RATA) question to describe the sensory characteristics of samples.

Attributes	Samples					
	Vanilla essence	<i>V. planifolia</i>	<i>V. cribbiana</i>	<i>V. chamissonis</i>	<i>V. bahiana</i>	Control [§]
Sweet aroma	1.17 (\pm 1.09) ^a	1.07 (\pm 1.09) ^a	0.80 (\pm 0.99) ^b	0.78 (\pm 0.95) ^b	0.73 (\pm 0.94) ^b	0.81 (\pm 0.98) ^b
Milk aroma	1.77 (\pm 1.04) ^b	1.31 (\pm 1.04) ^c	1.66 (\pm 1.10) ^b	1.70 (\pm 1.07) ^b	1.61 (\pm 1.12) ^b	2.09 (\pm 0.97) ^a
Vanilla aroma	1.13 (\pm 1.11) ^b	1.37 (\pm 1.15) ^a	0.94 (\pm 1.02) ^{bc}	0.78 (\pm 0.98) ^c	0.80 (\pm 0.99) ^c	0.38 (\pm 0.75) ^d
Alcoholic aroma	0.04 (\pm 0.24) ^{bc}	0.26 (\pm 0.60) ^a	0.12 (\pm 0.43) ^{bc}	0.14 (\pm 0.44) ^b	0.28 (\pm 0.69) ^a	0.03 (\pm 0.16) ^c
Bitter taste	0.06 (\pm 0.24) ^c	0.13 (\pm 0.41) ^{bc}	0.18 (\pm 0.53) ^b	0.15 (\pm 0.44) ^{bc}	0.29 (\pm 0.63) ^a	0.08 (\pm 0.33) ^{bc}
Grassy flavor ^{NS}	0.06 (\pm 0.29) ^a	0.06 (\pm 0.29) ^a	0.06 (\pm 0.29) ^a	0.06 (\pm 0.29) ^a	0.06 (\pm 0.29) ^a	0.06 (\pm 0.29) ^a
Fermented flavor ^{NS}	0.19 (\pm 0.54) ^a	0.19 (\pm 0.53) ^a	0.19 (\pm 0.54) ^a	0.19 (\pm 0.54) ^a	0.19 (\pm 0.53) ^a	0.19 (\pm 0.53) ^a
Vanilla flavor	1.67 (\pm 1.11) ^a	1.71 (\pm 1.06) ^a	1.35 (\pm 0.99) ^b	1.14 (\pm 1.04) ^{bc}	0.97 (\pm 0.95) ^c	0.48 (\pm 0.76) ^d
Sweet taste	1.30 (\pm 1.04) ^a	1.28 (\pm 1.08) ^a	1.14 (\pm 1.04) ^{ab}	1.18 (\pm 1.06) ^a	0.95 (\pm 0.96) ^b	0.94 (\pm 0.95) ^b
Milk flavor	1.83 (\pm 1.18) ^b	1.41 (\pm 1.11) ^c	1.77 (\pm 1.04) ^b	1.73 (\pm 1.07) ^b	1.72 (\pm 1.10) ^b	2.32 (\pm 0.90) ^a
Alcoholic flavor	0.05 (\pm 0.31) ^{cd}	0.14 (\pm 0.45) ^{ab}	0.08 (\pm 0.37) ^{bcd}	0.13 (\pm 0.40) ^{abc}	0.20 (\pm 0.57) ^a	0.03 (\pm 0.18) ^d

[§]Control: lactose-free 1% fat milk.

*Means with the same lowercase letters in the same row are not significantly different ($p > 0.05$) by Fisher's test. NS: not significant

PCA results were based on the mean intensity of RATA terms (Fig. 1) used to describe the samples (control and vanilla-flavored milks) that showed a significant difference ($p \leq 0.05$), and the overall acceptance. The first two dimensions explained 94.4% of the total variance in the data set. The components are considered sufficient to represent the dispersion of the samples as they explain most of the variation in the data. *V. chamissonis*, *V. bahiana*, and control are negatively associated with the first dimension, which contrasts with the other species. The first dimension seems to have less importance in explaining the position of *V. cribbiana*, *V. chamissonis*, and *V. bahiana* when compared to *V. planifolia*, because the closer the point is to the origin, the smaller the contribution of the axis or that dimension to the point. In general, samples were separated into five groups. The first group located on the right side of the first dimension refers to the commercial *V. planifolia*, it was mainly characterized by vanilla aroma, vanilla flavor, sweet taste, sweet aroma as well as the vanilla essence that composed the second group.

The third group was formed by native vanillas *V. cribbiana* and *V. chamissonis*, the proximity between them indicates that they had similar characteristics. *V. bahiana* composed the fourth group, it tended to be more characterized by its alcoholic aroma, alcoholic flavor and bitter taste and was the sample less accepted by participants in general and by Cluster 1. The fifth group located on the left side of the first dimension: control samples was characterized by both milk and aroma flavors. Cluster 1 showed highest acceptance for vanilla essence while cluster 2 was divided between the essence, *V. planifolia* and *V. cribbiana*. Average overall acceptance was higher for *V. planifolia* and vanilla essence as the arrow is directed between the two attributes (Fig 1b). However, *V. cribbiana* and *V. chamissonis* did not differ from the commercial sample in terms of acceptance. The drivers of liking were sweet aroma and flavor, and vanilla aroma and flavor.

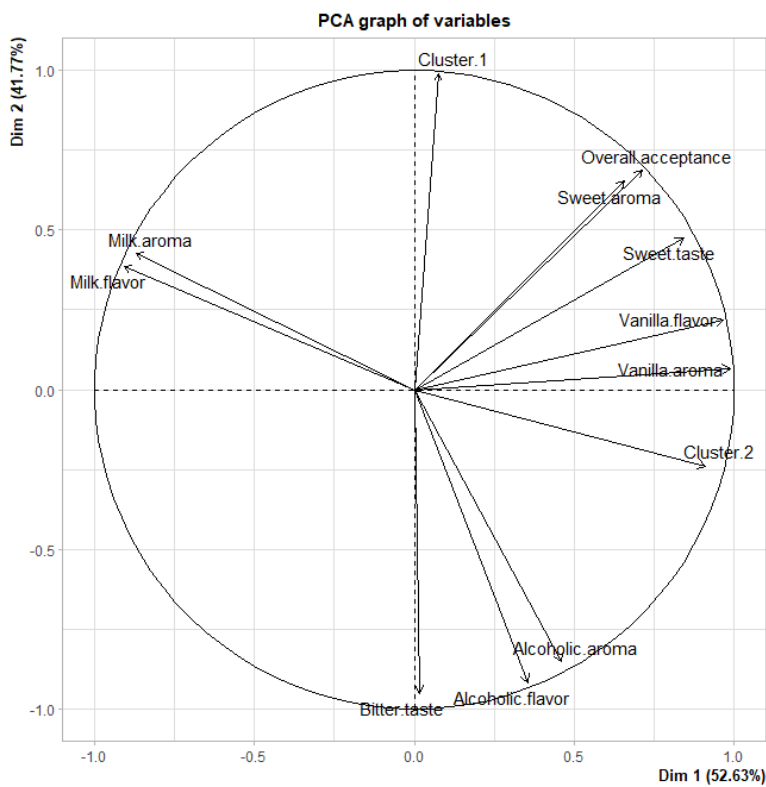
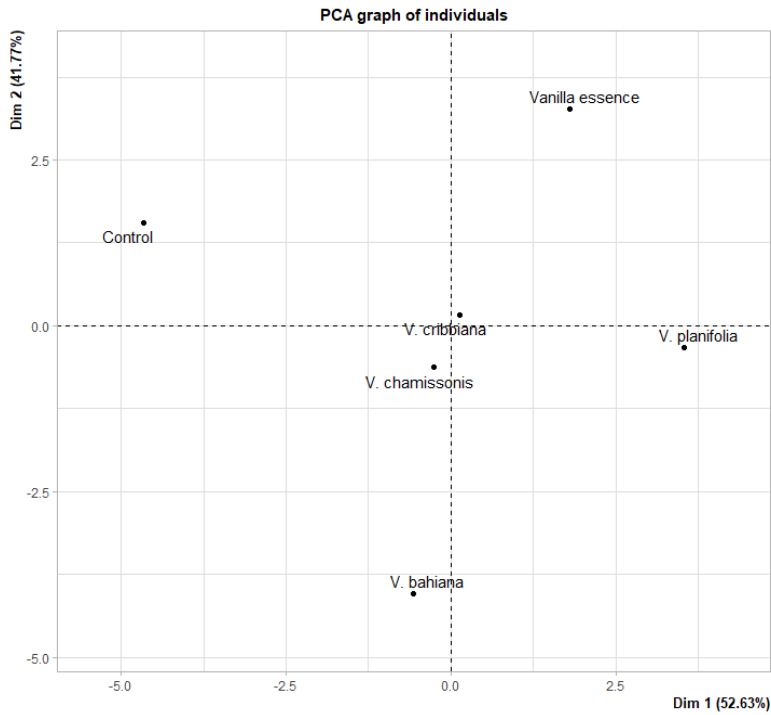


Figure 1. Representation of samples (upper) and sensory terms (lower) in the first two dimensions of the Principal Component Analysis (PCA) performed on average scores of the Rate-All-That-Apply (RATA) question, overall and clusters' acceptance.

4. Discussion

Results obtained for the difference threshold analysis performed in the present study (Table 2) revealed that the sample with the lowest difference threshold was the artificial essence. This was expected because the essence is probably more concentrated than the natural extracts obtained for the study, although the compounds' concentration is not available on the artificial product label. In addition, the lower complexity of milk suggests the perception of the aroma, since complex matrices (like chocolate) are capable of hiding its sensory perception (Hariom et al., 2006; Januszewska et al., 2020). A threshold test with four samples of vanilla extracts made from pods processed by different curing methods have been done in order to find the effect of diluent on the perception of vanilla flavor (Hariom et al., 2006). The content of vanilla extract ranged from 1 to 16 mg/L. For flavor profiling, one set of samples was prepared using 1 mL of vanilla extract diluted in 100 mL of water and the other the same amount of extract in milk containing 3% sugar. They found out that the medium used for vanilla extract exerted some influence on flavor perception. The perception of vanilla flavor was not masked by the alcohol flavor in milk (Hariom et al., 2006). Among the natural extracts, it cannot be said that there was a large difference between the difference threshold concentrations, as all samples were within a confidence interval between 0.01 and 0.16 mL.100mL⁻¹ (Table 2). This result, by itself, puts the native *Vanilla* species at the same level as the commercial species, indicating that a similar concentration range of all extracts (native or commercial) cause a change in the consumers' perception of vanilla flavor. Furthermore, when comparing just the average concentrations found as difference threshold, the commercial species was the one with the highest concentration, indicating that a higher amount of *V. planifolia* extract is required to be perceived as vanilla flavor when compared to the other tested species (*V. bahiana* > *V. chamissonis* > *V. cribbiana*).

No significant difference was found in overall liking means between *V. planifolia* and *V. cribbiana* and *V. chamissonis*. Overall liking separated consumers into two distinct clusters, which showed almost no significant differences by the sociodemographic survey, except for the recognition of vanilla flavor in products, as mentioned before. Cluster 1 had more individuals that did not recognize vanilla flavor in products than Cluster 2, although it is not so representative as only 8% of total consumers answered this.

In general, the artificial essence had the highest liking scores, which was expected. For the Brazilian consumer, the vanilla flavor is much more associated with the aroma of

the artificial essence, which is much more available and affordable, making this public more used to essences than natural vanilla extracts (Silva et al., 2022). For cluster 1, the control was as accepted as the sample containing artificial essence, suggesting that they are more used to the traditional essence, or usually consume pure milk, or they are not used to using this aroma in this matrix. Cluster 2 attributed the lowest liking score to the control ($p \leq 0.05$) suggesting they like the flavored milk samples better.

Besides the overall liking evaluation, a sensory characterization with RATA was also performed. In the present study, the acceptance and the RATA evaluation contributed to the understanding of the characteristics of the samples, revealing the drivers of liking, which may help the selection of the species with the potential to be used commercially to produce the vanilla extract. The control sample was separated from the others and was described as having both milk flavor and aroma, which was expected for not having added vanilla extract or essence. *V. bahiana*, had a bitter taste, fermented and alcoholic flavor, and alcoholic aroma, with fewer characteristic attributes of vanilla. It appeared to have the lowest potential among the native species, differing from *V. chamissonis* and *V. cribbiana*. The artificial essence as well as *V. planifolia* were perceived as with a 'sweet' aroma and flavor and a 'vanilla' aroma and flavor. It is worth commenting that the extract of *V. planifolia* is commercially used to produce the natural vanilla flavor, it is known for producing highly aromatic vanilla beans (Leyva et al., 2021), and it is considered the species that provides the best quality extract for food preparations (Homma et al., 2006). According to the PCA, *V. cribbiana* and *V. chamissonis* are similar and were not far from *V. planifolia*.

Although *V. bahiana* has presented the lowest potential for commercialization according to the sensory profile described, the fact that *V. cribbiana* and *V. chamissonis* did not present a significant difference for acceptance in relation to the commercial sample and the fact that they are similarly described as well, suggests that these Brazilian native species of *Vanilla* sp. present vanilla flavor with potential to succeed in the Brazilian market and may be best for potential commercial exploitation in food products. In addition, they are potential sources of genetic material for crosses to obtain more resistant commercial varieties adapted to the Atlantic Forest climatic conditions, without reducing the flavor produced by the fruit. Finally, the cultivation of native species may be presented to *gourmet* consumers as new sources of vanilla flavor. Furthermore, the cultivation of native *Vanilla* species may favor the areas where they are cultivated,

bringing economic development to the population, and helping to maintain the forest areas.

5. Conclusion

The chemical heritage of the Brazilian biodiversity is a unique source of biotechnologically applicable models for the global agricultural sector. In this context, the tropical *Vanilla* Mill. (Orchidaceae) has many species found in the Brazilian territory. Among these species, *V. cribbiana* seems to have the greatest potential for market success. Whereas its threshold was the lowest perceived among the species and there was no significant difference in the overall liking score between *V. planifolia* (the best-selling species in the world) and *V. cribbiana*. Concerning the descriptive evaluation, the vanilla aroma of *V. cribbiana* did not differ from the artificial essence, and in relation to the sweet flavor, it did not differ from *V. planifolia* or the artificial essence.

Declarations of interest

None.

Funding: This work was supported by UNIRIO [INOVA 01/2021 & PPQ 03/2022 – AFM] and FAPERJ [E-26.111.482/2014 – MGBK].

Acknowledgments: The authors thank CAPES [001 - JLF] and FAPERJ [E-26/204.182/2021 – IBAM] for the scholarship provided to the first author. We would like to thank the Botanic Garden Research Institute of Rio de Janeiro, especially Dr. Delfina de Araujo, for the donation of the fruits of *Vanilla planifolia*.

5. CONCLUSÃO GERAL

A essência artificial de baunilha foi a amostra com maior aceitação pelos consumidores consultados no presente trabalho. No entanto, não houve diferença perceptível entre *V. planifolia* e as espécies selvagens *V. cribbiana* e *V. chamissonis*, indicando claramente o potencial dessas duas espécies para aplicação comercial. Releva saber que a espécie predominante no mercado, *V. planifolia*, já é domesticada e sofreu melhoramento por vários séculos, enquanto *V. cribbiana*, *V. chamissonis* e *V. bahiana* são espécies selvagens. A espécie *V. bahiana*, apesar de ter sido a menos aceita, obteve uma média geral $5,7 \pm 1,85$ indicando aceitação razoável pelos consumidores.

Quanto à análise descritiva dos extratos em relação aos atributos característicos de baunilha, observou-se que tanto a essência artificial quanto o extrato da espécie comercial (*V. planifolia*) se destacaram em nove dos 11 atributos avaliados, conforme esperado. No entanto, a espécie *V. cribbiana* foi percebida de forma igual à comercial no quesito ‘aroma de baunilha’ e as espécies *V. cribbiana* e *V. chamissonis* foram iguais à essência e à espécie comercial no quesito ‘gosto doce’.

Pode-se concluir, portanto, que as espécies nativas estudadas *V. cribbiana* e *V. chamissonis* tem potencial de obter sucesso ao serem exploradas comercialmente, pela sua semelhança sensorial com a essência artificial preferida pelos consumidores e com a espécie comercial de referência. No entanto, a espécie *V. cribbiana* se destaca ainda por outro fator: os níveis mínimos necessários para percepção de seu aroma e sabor foram inferiores às demais espécies avaliadas, mostrando a potência de seu sabor.

REFERÊNCIAS

- ACUMEN RESEARCH AND CONSULTING. **Vanilla Beans and Extract Market Worth US\$ 4.3 Bn by 2025**. Disponível em: <<https://www.globenewswire.com/news-release/2019/07/12/1882046/0/en/Vanilla-Beans-and-Extract-Market-Worth-US-4-3-Bn-by-2025.html>>. Acesso em: 24 jul. 2022.
- AHMAD, H. et al. Vanilla. Em: **Medicinal Plants of South Asia**. [s.l.] Elsevier Ltd, 2020. p. 657–669.
- AKHTER, Y. et al. AromaDb: A Database of Medicinal and Aromatic Plant's Aroma Molecules With Phytochemistry and Therapeutic Potentials. 2018.
- ALCAIRE, F. et al. Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: Influence on consumer perception. **Food Research International**, v. 97, p. 45–50, 1 jul. 2017.
- ANAND, A. et al. **VANILLIN: A COMPREHENSIVE REVIEW OF PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES**. [s.l.: s.n.].
- ANURADHA, K.; SHYAMALA, B. N.; NAIDU, M. M. Vanilla- Its Science of Cultivation, Curing, Chemistry, and Nutraceutical Properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 12, p. 1250–1276, 2013.
- ARANA, F. E. **Vanilla Curing and its chemistry**. [s.l.: s.n.].
- ARES, G. et al. Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 87–95, 2014.
- ARYA, S. S. et al. Vanillin : a review on the therapeutic prospects of a popular flavouring molecule. **Advances in Traditional Medicine**, n. 0123456789, 2021.
- BAQUEIRO-PEÑA, I.; GUERRERO-BELTRÁN, J. Á. Vanilla (*Vanilla planifolia* Andr.), its residues and other industrial by-products for recovering high value flavor molecules: A review. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, 2016.
- BERENSTEIN, N. Making a global sensation: Vanilla flavor, synthetic chemistry, and the meanings of purity. **History of Science**, v. 54, n. 4, p. 399–424, 2016.
- BERTELSEN, A. S. et al. Cross-modal Effect of Vanilla Aroma on Sweetness of Different Sweeteners among Chinese and Danish Consumers. **Food Quality and Preference**, v. 87, p. 104036, 1 jan. 2021.
- BLISS, C. I. A Technique for Testing Consumer Preferences, with Special Reference to the Constituents of Ice Cream. **Storrs Agricultural Experiment Station**, v. Bulletin 251, p. 3–20, 1943.
- BRUNERIE, P. M. **Process for the production of natural vanilla extract by enzymatic processing of green vanilla pods, and extract thereby obtained**. United States of America, 1993.
- BRUNSCHWIG, C. et al. Odor-active compounds of Tahitian vanilla flavor. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 148–157, 2012.

- BRUNTSCHWIG, C. et al. Tahitian Vanilla (*Vanilla ×tahitensis*): A Vanilla Species with Unique Features. Em: **Active Ingredients from Aromatic and Medicinal Plants**. [s.l.] InTech, 2017.
- BRUZZONE, F. et al. Comparison of intensity scales and CATA questions in new product development: Sensory characterisation and directions for product reformulation of milk desserts. **Food Quality and Preference**, v. 44, p. 183–193, 1 set. 2015.
- CADENA, R. S. et al. Reduced fat and sugar vanilla ice creams : Sensory profiling and external preference mapping. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 9, p. 4842–4850, 2012.
- CHATTOPADHYAY, P.; BANERJEE, G.; SEN, S. K. Cleaner production of vanillin through biotransformation of ferulic acid esters from agroresidue by *Streptomyces sannanensis*. **Journal of Cleaner Production**, v. 182, p. 272–279, maio 2018.
- CLARK, S. et al. **The sensory evaluation of dairy products**. [s.l.] Springer US, 2009.
- CORRELL, D. S. Vanilla-Its botany, cultivation and economic import. **Economic Botany**, v. 7, p. 291–358, 1953.
- DA SILVA OLIVEIRA, J. P. et al. Vanilla flavor: Species from the Atlantic forest as natural alternatives. **Food Chemistry**, v. 375, n. December 2021, 2022a.
- DA SILVA OLIVEIRA, J. P. et al. Vanilla flavor: Species from the Atlantic forest as natural alternatives. **Food Chemistry**, v. 375, p. 131891, 1 maio 2022b.
- DANNER, L. et al. Comparison of Rate-All-That-Apply and Descriptive Analysis for the Sensory Profiling of Wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 69, n. 1, p. 12–21, jan. 2018.
- DE FRAGA, C. N.; COUTO, D. R.; PANSARIN, E. R. Two new species of Vanilla (Orchidaceae) in the Brazilian Atlantic forest. **Phytotaxa**, v. 296, n. 1, p. 063–072, 2017.
- DE GUZMAN, C. C.; ZARA, R. R. Vanilla. Em: **Handbook of Herbs and Spices: Second Edition**. [s.l.] Elsevier Inc., 2012. v. 1p. 547–589.
- DELGADO, L. et al. Producing natural vanilla extract from green vanilla beans using a β -glucosidase from *Alicyclobacillus acidiphilus*. **Journal of Biotechnology**, v. 329, n. October 2020, p. 21–28, 2021.
- DIGNUM, M. J. W. et al. Identification of glucosides in green beans of *Vanilla planifolia* Andrews and kinetics of vanilla β -glucosidase. **Food Chemistry**, v. 85, n. 2, p. 199–205, 2004.
- DIGNUM, M. J. W.; KERLER, J.; VERPOORTE, R. Vanilla production: technological, chemical and biosynthetic aspects. **Food Reviews International**, v. 9129, n. September, p. 199–219, 2001.
- DIGNUM, M. J. W.; KERLER, J.; VERPOORTE, R. Vanilla curing under laboratory conditions. v. 79, p. 165–171, 2002.
- DOOLEY, L.; LEE, Y. SEUNG; MEULLENET, J. F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its

comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 4, p. 394–401, 1 jun. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Agricultura Familiar**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/tema-agricultura-familiar/sobre-o-tema>>. Acesso em: 5 set. 2022.

ENGELS, M. E.; DIAS, D. C.; KOCH, A. K. Increased morphological variation and a new record of *Vanilla labellopapillata* (Orchidaceae) from the Mato Grosso State, Brazil. **Phytotaxa**, v. 472, n. 1, p. 63–68, 18 nov. 2020.

GALLAGE, N. J. et al. Vanillin formation from ferulic acid in *Vanilla planifolia* is catalysed by a single enzyme. **Nature Communications**, v. 5, n. May, 2014.

GALLAGE, N. J.; MØLLER, B. L. Vanilla: The Most Popular Flavour. **Biotechnology of Natural Products**, p. 3–24, 2018.

GELSKI, J. **Vanilla prices slowly drop as crop quality improves**. Disponível em: <<https://www.foodbusinessnews.net/articles/13570-vanilla-prices-slowly-drop-as-crop-quality-improves>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

GOBLEY, M. Recherches sur le principe odorant de la vanille . **Journal de Pharm. et de Chim**, 1858.

GRAND VIEW RESEARCH. **Vanillin Market Size, Share & Trends Analysis Report by End-use (Food & Beverage, Fragrance, Pharmaceutical), By Region (North America, Europe, Asia Pacific, Central & South America, MEA), And Segment Forecasts, 2018 –2025**. San Francisco CA, USA: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/vanillin-market>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

HARIOM et al. Vanilla flavor evaluation by sensory and electronic nose techniques. 2006.

HAVKIN-FRENKEL, D.; BELANGER, F. C. **Handbook of Vanilla Science and Technology**. Second ed. [s.l.] Wiley, 2010.

HEYMANN, H. A comparison of descriptive analysis of vanilla by two independently trained panels. **Journal of Sensory Studies**, v. 9, n. 1, p. 21–32, 1994a.

HEYMANN, H. A comparison of free choice profiling and multidimensional scaling of vanilla samples. **Journal of Sensory Studies**, v. 9, n. 1, p. 445–453, 1994b.

HOMMA, A. K. O.; DE MENEZES, A. J. E. A.; DE MATOS, G. B. Cultivo de Baunilha: uma Alternativa para a Agricultura Familiar na Amazônia. 2006.

HOUGH, G. et al. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 1, p. 359–362, 2003.

HOUGH, G. et al. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. **Food Quality and Preference**, v. 17, n. 6, p. 522–526, 2006.

HOUGH, G. **Sensory Shelf Life Estimation of Food Products**. [s.l.] CRC Press, 2010.

- JANUSZEWSKA, R. et al. Impact of vanilla origins on sensory characteristics of chocolate. **Food Research International**, v. 137, p. 109313, 1 nov. 2020.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Vanilla in Flora e Funga do Brasil**. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB12347>>. Acesso em: 5 ago. 2022.
- JEONG, S.; LEE, J. Effects of cultural background on consumer perception and acceptability of foods and drinks: a review of latest cross-cultural studies. **Current Opinion in Food Science**, v. 42, p. 248–256, 2021.
- JONES, M. A.; VICENTE, G. C. Criteria for testing vanilla in relation to killing and curing methods. **Journal of Agricultural Research**, v. 78, n. 11, p. 425–434, 1949a.
- JONES, M. A.; VICENTE, G. C. INACTIVATION AND VACUUM INFILTRATION OF VANILLA ENZYME SYSTEMS'. **Journal of Agricultural Research**, v. 78, n. 11, p. 435–444, 1949b.
- JONES, M. A.; VICENTE, G. C. QUALITY OF CURED VANILLA IN RELATION TO SOME NATURAL FACTORS'. **Journal of Agricultural Research**, v. 78, n. 11, p. 445–450, 1949c.
- KACUNGIRA, N. Como a baunilha se tornou produto de luxo , mais caro que a prata , e mudou a vida de uma comunidade. p. 1–21, 2018.
- KADIR, N. A. et al. **Economical important phytopathogenic diseases in Vanilla planifolia: A review paper**. **J. Trop. Resour. Sustain. Sci.** [s.l: s.n.].
- KHOYRATTY, S.; KODJA, H.; VERPOORTE, R. Vanilla flavor production methods: A review. **Industrial Crops and Products**, v. 125, p. 433–442, 1 dez. 2018.
- KOEFERLI, C. R. S.; PICCINALI, P.; SIGRIST, S. The influence of fat, sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice-cream. **Food Quality and Preference**, v. 7, n. 2, p. 69–79, 1996.
- KORTHOUS, H.; VERPOORTE, R. Vanilla. Em: **Flavours and Fragrances**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. p. 203–217.
- KRÜSEMANN, E. J. Z. et al. GC–MS analysis of e-cigarette refill solutions: A comparison of flavoring composition between flavor categories. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 188, 2020.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food**. New York, NY: Springer New York, 2010. v. 2
- LEYVA, V. E. et al. NMR-based leaf metabolic profiling of *V. planifolia* and three endemic Vanilla species from the Peruvian Amazon. **Food Chemistry**, v. 358, n. February, p. 1–10, 2021.
- LI, Z. et al. Effect of Milk Fat Content on Flavor Perception of Vanilla Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 12, p. 3133–3141, 1997.
- LINARES, V. et al. First evidence for vanillin in the old world: Its use as mortuary offering in Middle Bronze Canaan. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 25, n. November 2018, p. 77–84, 2019a.

- LINARES, V. et al. First evidence for vanillin in the old world: Its use as mortuary offering in Middle Bronze Canaan. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 25, p. 77–84, 1 jun. 2019b.
- LIU, Y.; TORO-GIPSON, R. S. D.; DRAKE, M. A. Sensory properties and consumer acceptance of ready-to-drink vanilla protein beverages. **Journal of Sensory Studies**, v. 36, n. 6, 1 dez. 2021.
- LOPES, E. M. et al. Vanilla bahiana, a contribution from the Atlantic Forest biodiversity for the production of vanilla: A proteomic approach through high-definition nanoLC/MS. **Food Research International**, v. 120, p. 148–156, 1 jun. 2019.
- MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N. Designs to balance the effect of order of presentation. v. 4, p. 129–148, 1989.
- MARTĂU, G. A.; CĂLINOIU, L. F.; VODNAR, D. C. **Bio-vanillin: Towards a sustainable industrial production. Trends in Food Science and Technology** Elsevier Ltd, , 1 mar. 2021.
- MEDINA, J. D. L. C.; JIMÉNES, G. C. R.; GARCÍA, H. S. **VANILLA Post-harvest Operations**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compodium_-_Vanilla.pdf>.
- MENNELLA, J. A.; BEAUCHAMP, G. K. The Human Infants' Response to Vanilla Flavors in Mother's Milk and Formula of feeding. v. 9, p. 13–19, 1996.
- MEYNERS, M.; JAEGER, S. R.; ARES, G. On the analysis of Rate-All-That-Apply (RATA) data. **Food Quality and Preference**, v. 49, p. 1–10, 1 abr. 2016.
- MILLER, P. **The gardener's dictionary**. 4. ed. London: [s.n.].
- MORLOCK, G. E. et al. Effect-directed profiling of 32 vanilla products , characterization of multi-potent compounds and quantification of vanillin and. **Journal of Chromatography A**, v. 1652, p. 462377, 2021.
- NAIDU, M. M. et al. Enzyme-Assisted Process for Production of Superior Quality Vanilla Extracts from Green Vanilla Pods Using Tea Leaf Enzymes. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 2, p. 527–532, 2012.
- NAVARRO, C. **Mexican Producers of Vanilla Beans Face Tightening Supplies, Increased Demand**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://digitalrepository.unm.edu/sourcemexhttps://digitalrepository.unm.edu/sourcemex/6372>>.
- NESHAT, H. et al. Effects of Breast Milk and Vanilla Odors on Premature Neonate's Heart Rate and Blood Oxygen Saturation during and after Venipuncture. **Pediatrics and Neonatology**, v. 57, n. 3, p. 225–231, 2016.
- ODOUX, E. Changes in vanillin and glucovanillin concentrations during the various stages of the process traditionally used for curing Vanilla fragrans beans in Réunion. **Fruits**, v. 55, n. 2, p. 119–125, 2000.

- OLATUNDE, A. et al. Vanillin: A food additive with multiple biological activities. **European Journal of Medicinal Chemistry Reports**, v. 5, p. 100055, 1 ago. 2022.
- OLIVEIRA, A. A. A. et al. Use of strawberry and vanilla natural flavors for sugar reduction: a dynamic sensory study with yogurt. **Food Research International**, p. 109972, 2020.
- OLIVEIRA, D. et al. Sugar reduction in probiotic chocolate-flavored milk: Impact on dynamic sensory profile and liking. **Food Research International**, v. 75, p. 148–156, 1 set. 2015.
- OLIVEIRA, D. et al. Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. **Food Research International**, v. 89, p. 448–453, 2016.
- PÉREZ-SILVA, A. et al. GC-MS and GC-olfactometry analysis of aroma compounds in a representative organic aroma extract from cured vanilla (*Vanilla planifolia* G. Jackson) beans. **Food Chemistry**, v. 99, n. 4, p. 728–735, 2006.
- PERYAM, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic scale method of measuring food preference. **Food Technology**, v. 11, p. 9–14, 1957.
- PILLING, D. **The real price of Madagascar's vanilla boom** / **Financial Times**. Disponível em: <<https://www.ft.com/content/02042190-65bc-11e8-90c2-9563a0613e56>>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. ViennaFoundation for Statistical Computing, , 2017.
- RAIN, P. **Vanilla: The Cultural History of the World's Favorite Flavor and Fragrance**. 1st. ed. [s.l.] New York: Jeremy P. Tarcher/ Penguin, 2004.
- RANADIVE, A. S. Vanillin and Related Flavor Compounds in Vanilla Extracts Made from Beans of Various Global Origins. p. 1922–1924, 1992.
- RUIZ-TERÁN, F.; PEREZ-AMADOR, I.; LÓPEZ-MUNGUÍA, A. Enzymatic extraction and transformation of glucovanillin to vanillin from vanilla green pods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5207–5209, 2001.
- SARAK, A.; DAWANE, J.; PANDIT, V. Experimental evaluation of anti-inflammatory effect of ethanolic extract of *Vanilla planifolia* seeds in Wistar rats. **National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology**, v. 12, n. 0, p. 1, 2021.
- SCHMIDT, K. A.; SMITH, D. E. Effects of Homogenization on Sensory Characteristics of Vanilla Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 1, p. 46–51, 1 jan. 1988.
- SCHOUTETEN, J. J. et al. An integrated method for the emotional conceptualization and sensory characterization of food products: The EmoSensory® Wheel. **Food Research International**, v. 78, p. 96–107, dez. 2015.
- SILVA, F. N. DA et al. Market research: characterization of the vanilla consumer and non-consumer market. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e57911730505, 5 jun. 2022.

- SINGLETERY, K. W. Vanilla Potential Health Benefits. **Food Science**, v. 55, Number, p. 1–11, 2020.
- SREEDHAR, R. V. et al. Biotic elicitors enhance flavour compounds during accelerated curing of vanilla beans. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 461–468, 15 jan. 2009.
- STEINER, J. E. Human Facial Expressions in Response to Taste and Smell Stimulation. **Advances in Child Development and Behavior**, v. 13, n. C, p. 257–295, 1 jan. 1979.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. Descriptive Analysis. Em: **Sensory Evaluation Practices**. 3rd. ed. [s.l.] Elsevier, 2004. p. 201–245.
- TOTH, S. et al. Volatile Compounds in Vanilla. Em: HAVKIN-FRENKEL, D.; BELANGER, F. C. (Eds.). **Handbook of Vanilla Science and Technology**. 1st. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. p. 183–218.
- VELÁZQUEZ, A. L. et al. Significant sugar-reduction in dairy products targeted at children is possible without affecting hedonic perception. **International Dairy Journal**, v. 114, p. 104937, 1 mar. 2021.
- VIDAL, L. et al. Comparison of rate-all-that-apply (RATA) and check-all-that-apply (CATA) questions across seven consumer studies. **Food Quality and Preference**, v. 67, p. 49–58, 2018.
- VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial Plantas para o Futuro - Região Centro-Oeste**. [s.l: s.n.].
- WATTEYN, C. et al. Exploring farmer preferences towards innovations in the vanilla supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 330, p. 129831, 1 jan. 2022.
- ZHANG, S.; MUELLER, C. Comparative Analysis of Volatiles in Traditionally Cured Bourbon and Ugandan Vanilla Bean (*Vanilla planifolia*) Extracts. **J. Agric. Food Chem**, v. 60, p. 10433–10444, 2012.



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP-UNIRIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO -
UNIRIO**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TÍTULO DO ESTUDO: Aceitação e características sensoriais de baunilhas da Mata Atlântica.

OBJETIVO DO ESTUDO: Avaliar a aceitação e as características sensoriais de baunilhas naturais.

ALTERNATIVA DE PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de não participar deste estudo. Sua participação não terá custo nenhum nem será pago ou obterá quaisquer benefícios monetários ao participar. E você poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer momento.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você decidir participar deste estudo deverá responder um questionário ao mesmo tempo que estiver provando amostras de leite semidesnatado sem lactose sabor baunilha. O questionário consta de perguntas sobre o seu grau de gostar e características sensoriais que encontrar nos leites saborizados.

GRAVAÇÃO EM ÁUDIO/VÍDEO: Não haverá gravação de áudio nem vídeo.

RISCOS: A pesquisa não apresenta risco. Quanto ao questionário, o participante que achar que determinadas perguntas o incomodam, porque as informações que serão coletadas serão sobre suas experiências pessoais, pode optar por não responder ou não participar. Garantimos a liberdade de desistir da participação nos testes sensoriais em qualquer momento, e caso não queira que as informações coletadas sejam utilizadas para publicações oriundas, favor avisar quanto ao pedido de retirada de consentimento para o e-mail ellen.menezes@unirio.br. Será necessário o seu cuidado respeitando às regras durante o teste em função do coronavírus. Nosso protocolo está de acordo com a normas legais da Vigilância Sanitária. Qualquer prejuízo que você venha a ter decorrente da sua participação na pesquisa, será de responsabilidade dos pesquisadores envolvidos a adequada assistência para minimizá-los ou tratá-los. Ainda, fica garantido a possibilidade de obter indenização por estes prejuízos pelas vias tradicionais judiciais (Resolução CNS n°. 466 de 2012, Art. 17, II).

BENEFÍCIOS: O estudo busca investigar as espécies de baunilha da Mata Atlântica disponíveis mas ainda pouco exploradas. A partir do conhecimento de suas características sensoriais e sua aceitação pelos consumidores, talvez seja possível a sua viabilidade do uso comercial, de maneira acessível e com menor custo. Para os participantes poderá ser uma experiência divertida e prazerosa a atividade de degustar leites saborizados com baunilha.


CONFIDENCIALIDADE: Seu nome não será registrado em nenhum momento do teste. O questionário será utilizado somente para coleta de dados. Não existem limitações dos pesquisadores para assegurar total confidencialidade. Para minimizar todos e quaisquer riscos aqui relatados, o participante poderá não responder às questões ou em qualquer momento solicitar a desistência de participar da pesquisa. Sem seu consentimento assinalado, os pesquisadores não divulgarão nenhum dado de pesquisa que você seja identificado.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada pelo Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO); sendo a professora Dra Ellen Mayra Menezes Ayres a pesquisadora principal. A investigadora está disponível para responder a qualquer dúvida que você tenha. Caso seja necessário, contate a Dra. Ellen Ayres no e-mail ellen.menezes@unirio.br; ou o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP-UNIRIO no telefone (21) 2542-7796 ou e-mail cep@unirio.br.

Profª Dra. Ellen Mayra Menezes Ayres
Pesquisadora Responsável

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO: Eu certifico que, tendo lido as informações acima e suficientemente esclarecido (a) de todos os itens, estou plenamente de acordo com a realização do experimento. Assim, eu autorizo a execução do trabalho de pesquisa exposto acima.

APÊNDICE B – FICHA TESTE DE COMPARAÇÃO PAREADA DE DIFERENÇA

Teste de comparação pareada de diferença		 UNIRIO
Iniciais dos nomes: _____	Data: ___/___/___	
Você está recebendo duas amostras de leite numeradas. Prove as amostras da esquerda para a direita e em seguida circule o número da amostra com sabor de baunilha .		
Número da amostra	Número da amostra	
Comentários:		

APÊNDICE C – FICHA DE ACEITAÇÃO E RATA



Iniciais do seu nome: _____

Data:

Amostra:

Você vai receber amostras de leite, que podem ou não estar aromatizadas com baunilha. Por favor, prove-as e marque na escala abaixo o quanto você gostou do produto.

 desgostei desgostei desgostei desgostei não gostei gostei gostei gostei gostei
 extremamente muito moderadamente ligeiramente nem desgostei ligeiramente moderadamente muito extremamente

Por favor, cheire e prove a amostra e depois marque as características citadas abaixo que você acha que descrevem esse produto. Em seguida assinale a intensidade percebida. Marque quantas características perceber.

Atributos de aroma

<input type="checkbox"/> Baunilha	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Alcoólico	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Leite	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Doce	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Outra:	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto

Atributos de gosto/sabor

<input type="checkbox"/> Leite	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Doce	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Alcoólico	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Fermentado	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Baunilha	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Amargo	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Mato	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto
<input type="checkbox"/> Outra:	<input type="checkbox"/> Baixo	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Alto

Comentários:

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO

Avaliador: _____

1. Você acha que reconhece o sabor de baunilha nos produtos que consome?

() Sim () Não () Não sei

2. O quanto você gosta de produtos com sabor baunilha?

()	()	()	()	()	()	()	()	()
desgosto extremamente	desgosto muito	desgosto moderadamente	desgosto ligeiramente	não gosto nem desgosto	gosto ligeiramente	gostei moderadamente	gosto muito	gosto extremamente

3. Você usa essência de baunilha (líquido em vidrinho)?

() Sim () Não

4. Você conhece a baunilha em fava? Se a resposta for não, ignorar a questão 5.

() Sim () Não

5. Você usa a baunilha em fava?

() Sim () Não

Dados Sociodemográficos

Idade: _____ Profissão/ocupação: _____

Com qual gênero você se identifica:

() Feminino () Masculino () Prefiro não
responder

Agora vou fazer algumas perguntas sobre itens do domicílio para efeito de classificação econômica. Todos os itens de eletroeletrônicos que vou citar devem estar funcionando, incluindo os que estão guardados. Caso não estejam funcionando, considere apenas se tiver intenção de consertar ou repor nos próximos seis meses.

Itens de conforto	Não possui	Quantidade que possui			
		1	2	3	4 +
Quantidade de automóveis de passeio exclusivamente para uso particular					
Quantidade de empregados mensalistas, considerando apenas os que trabalham pelo menos cinco dias por semana					
Quantidade de máquinas de lavar roupa, excluindo tanquinho					
Quantidade de banheiros					
DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD e desconsiderando DVD de automóvel					
Quantidade de geladeiras					
Quantidade de <i>freezers</i> independentes ou parte da geladeira duplex					
Quantidade de microcomputadores, considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks e desconsiderando tablets, palms ou smartphones					
Quantidade de lavadora de louças					
Quantidade de fornos de micro-ondas					
Quantidade de motocicletas, desconsiderando as usadas exclusivamente para uso profissional					
Quantidade de máquinas secadoras de roupas, considerando lava e seca					

A água utilizada neste domicílio é proveniente de?	
1	Rede geral de distribuição
2	Poço ou nascente
3	Outro meio

Considerando o trecho da rua do seu domicílio, você diria que a rua é:	
1	Asfaltada/Pavimentada
2	Terra/Cascalho

Qual é o grau de instrução do chefe da família?	
	Analfabeto/ Fundamental I incompleto
	Fundamental I completo / Fundamental II incompleto
	Fundamental completo / Médio incompleto
	Médio completo / Superior incompleto
	Superior completo

Obrigada pela participação!

APÊNDICE E

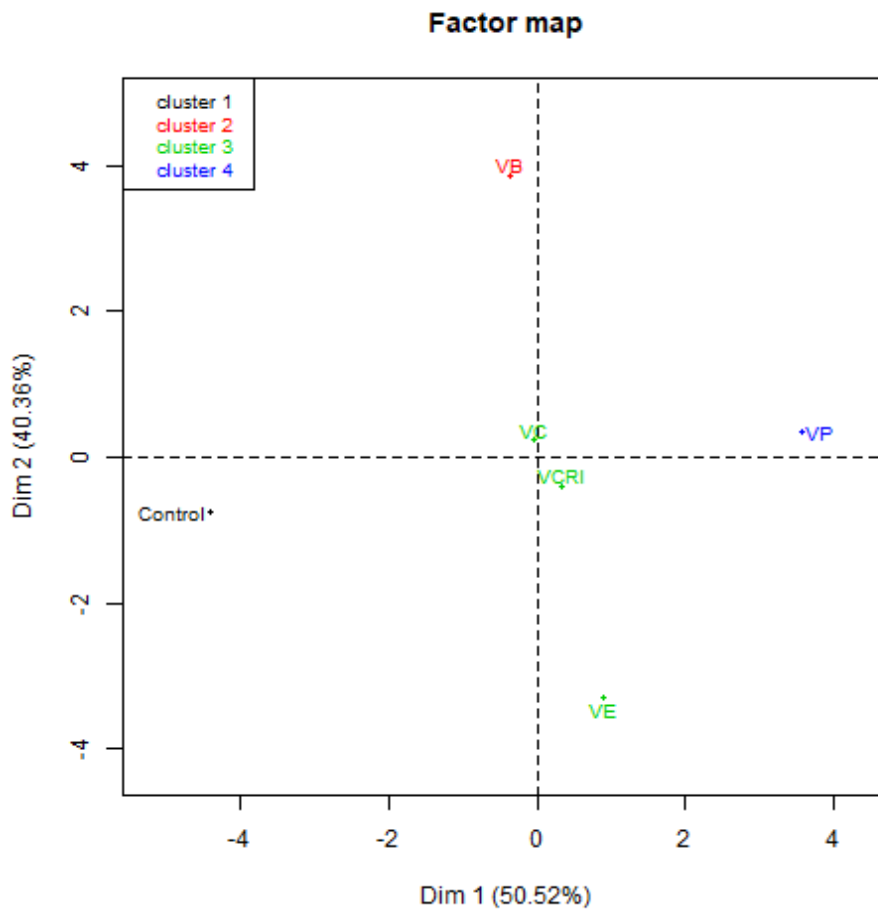


FIGURA A: MAPA DE FATORES – ÁRVORE HIERÁRQUICA E MAPA DE FATORES

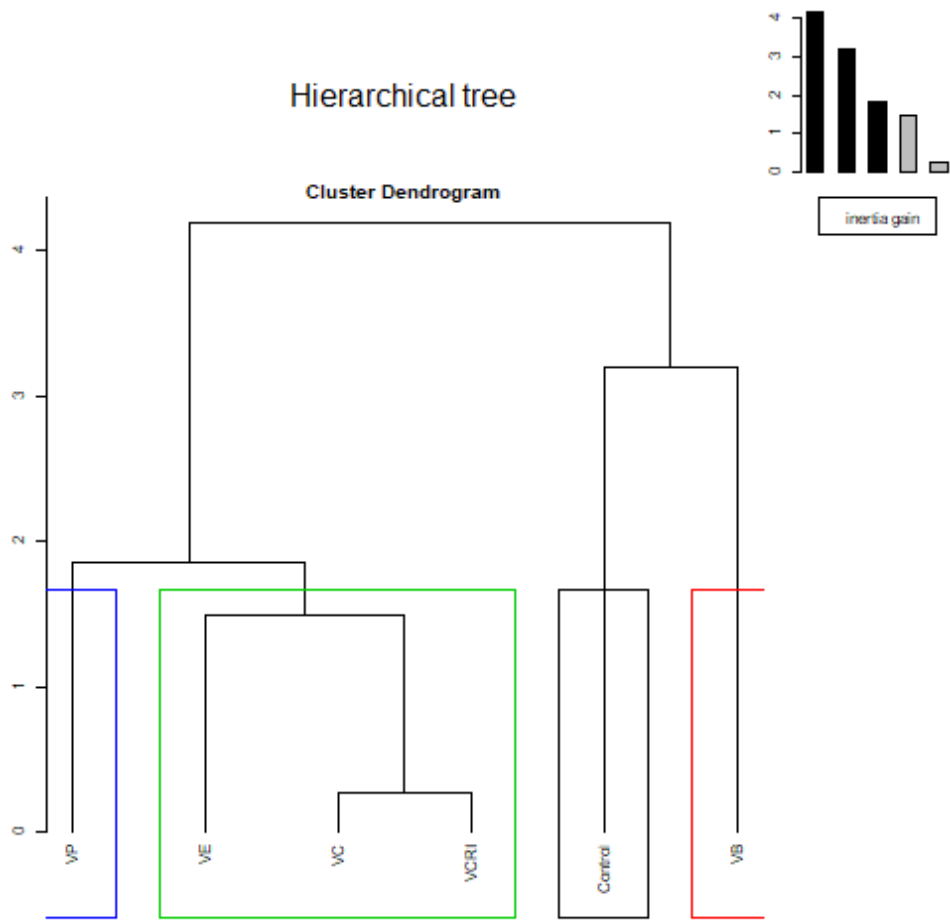


Figura B: árvore hierárquica

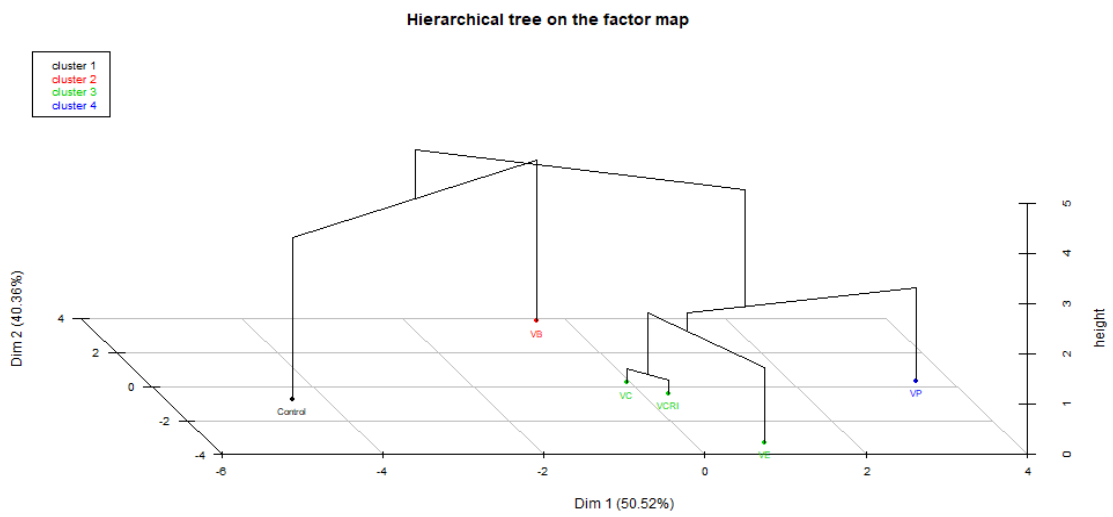


Figura C: árvore hierárquica no mapa de fatores

ANEXO – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIRIO - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ESTADO DO RIO
DE JANEIRO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Aceitação e características sensoriais de baunilhas da Mata Atlântica

Pesquisador: ELLEN MAYRA MENEZES AYRES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 52225721.2.0000.5285

Instituição Proponente: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.205.048

Apresentação do Projeto:

Conforme descrito no resumo do projeto detalhado apresentado:

“As baunilhas da Floresta de Mata Atlântica fluminense serão avaliadas por análise sensorial, com a realização de testes descritivo e de aceitação com consumidores. Primeiro, as matérias-primas serão coletadas e preparadas para serem utilizadas como ingrediente em iogurte natural, como um veículo “neutro” proposto para a avaliação das baunilhas. Será realizado o teste de aceitação utilizando escala hedônica e a metodologia Check-All-That-Apply para obter o grau do gostar e as características sensoriais das baunilhas selecionadas, respectivamente. Após a análise sensorial, espera-se obter o perfil de atributos que melhor descrevem cada uma das espécies, inclusive as comparando com a baunilha convencionalmente utilizada. Além disso, será possível identificar quais espécies são mais aceitas pelos consumidores e conseqüentemente quais características sensoriais eles mais apreciam. A investigação quanto à aceitação das espécies de baunilha inexploradas frente à baunilha largamente utilizada pela indústria será de grande importância. O projeto trará uma bioprospecção de baunilhas da Mata Atlântica relevantes para a bioeconomia local e/ou nacional.”

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com as informações apresentadas:

“Objetivo geral: Avaliar a aceitação das baunilhas naturais em relação à baunilha comercial e a essência de baunilha artificial, bem como realizar sua descrição sensorial.

Endereço: Av. Pasteur, 296 subsolo da Escola de Nutrição

Bairro: Urca

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2542-7796

E-mail: cep@unirio.br

Continuação do Parecer: 5.205.048

Objetivos específicos: - Avaliar a aceitação de extratos de diferentes baunilhas; - Avaliar as características sensoriais dos diferentes extratos de baunilha utilizando o questionário Check-All-That-Apply (CATA); - Verificar se os aromas de baunilha obtidos de diferentes espécies de Vanilla sp tem potencial para serem explorados comercialmente; - Confirmar que a produção de compostos ligados ao aroma de baunilha presentes nas três espécies em estudo, duas delas endêmicas do Brasil.”

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

- Os riscos e benefícios foram apresentados nos nas informações básicas do projeto, no projeto detalhado e no TCLE, e estão descritos de forma semelhante.

Transcrevo a redação apresentada nesta versão (nº 2):

“RISCOS: A pesquisa apresenta algum risco.

Quanto ao questionário/ficha de avaliação, o participante que achar que determinadas perguntas o incomodam, porque as informações que serão coletadas serão sobre suas experiências pessoais, pode optar por não responder ou não participar. Garantimos a liberdade de desistir da participação nos testes sensoriais em qualquer momento, e caso não queira que as informações coletadas sejam utilizadas para publicações oriundas, favor avisar quanto ao pedido de retirada de consentimento para o e-mail ellen.menezes@unirio.br. Qualquer prejuízo que você venha a ter decorrente da sua participação na pesquisa, será de responsabilidade dos pesquisadores envolvidos a adequada assistência para minimizá-los ou tratá-los. Ainda, fica garantido a possibilidade de obter indenização por estes prejuízos pelas vias tradicionais judiciais (Resolução CNS no. 466 de 2012, Art. 17, II).

BENEFÍCIOS: O estudo busca investigar as espécies de baunilha da Mata Atlântica disponíveis mais ainda pouco exploradas. A partir do conhecimento de suas características sensoriais e sua aceitação pelos consumidores, talvez seja possível a sua viabilidade do uso comercial, de maneira acessível e com menor custo. Para os participantes poderá ser uma experiência divertida e prazerosa a atividade de degustar iogurtes sabor baunilha.”

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresentada é de responsabilidade de professores do PPG em Alimentos e Nutrição. Toda a equipe de pesquisa foi inserida na PB.

Endereço: Av. Pasteur, 296 subsolo da Escola de Nutrição
Bairro: Urca **CEP:** 22.290-240
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2542-7796 **E-mail:** cep@unirio.br

Continuação do Parecer: 5.205.048

População de estudo: aberto a população interessada em realizar análise sensorial. Nesta versão, esclareceu-se no TCLE os componentes dos produtos a serem testados para identificação pelo participante de possíveis itens que possa apresentar alergia, sendo estes, orientados a não participar da pesquisa.

Coleta de dados: pesquisa presencial com consumo de iogurtes contendo extratos de baunilhas diferentes a ser realizado em Lab da escola de Nutrição específico. Será aplicada questionário para avaliar aceitação dos produtos formulados (foram apresentados nesta versão). A coleta será presencial.

Avaliação dos riscos e benefícios da pesquisa: os riscos parecem são aceitáveis e não superiores aos malefícios. Todos foram considerados, incluindo aqueles atrelados a pesquisa presencial na pandemia, e aqueles relacionados a alergias aos componentes dos produtos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram incluídos na Plataforma Brasil nesta versão (nº 2):

. Informações básicas do projeto; Projeto de pesquisa detalhado ajustado; TCLE ajustado; cronograma ajustado, instrumentos de coleta de dados e carta de atendimento às pendências. Todas adequados.

Recomendações:

-

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram atendidas. Nenhuma outra foi identificada.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezade Pesquisader,

Inserir os relatórios parcial(is) (a cada 6 meses) e final da pesquisa na Plataforma Brasil por meio de Notificação.

Consulte o site do CEP UNIRIO (www.unirio.br/cep) para identificar materiais e informações que podem ser úteis, tais como:

Endereço: Av. Pasteur, 296 subsolo da Escola de Nutrição

Bairro: Urca

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2542-7796

E-mail: cep@unirio.br

**UNIRIO - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ESTADO DO RIO
DE JANEIRO**



Continuação do Parecer: 5.205.048

- a) Modelos de relatórios e como submetê-los (sub abas "Relatórios" e "Notificações" e aba "Materiais de apoio e tutoriais");
- b) Situações que podem ocorrer após aprovação do projeto (mudança de cronograma e da equipe de pesquisa, alterações do protocolo pesquisa; observação de efeitos adversos, ...) e a forma de comunicação ao CEP (aba "Tramitação após aprovação do projeto" e suas sub abas).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situaã
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1833742.pdf	11/01/2022 14:50:01		Aceitc
Outros	ModeloFichaSensorialBaunilha.pdf	11/01/2022 14:49:25	ELLEN MAYRA MENEZES AYRES	Aceitc
Outros	FichaPareadoBaunilha.pdf	11/01/2022 14:48:45	ELLEN MAYRA MENEZES AYRES	Aceitc
Cronograma	cronogramabaunilhaNOVO.doc	11/01/2022 14:48:16	ELLEN MAYRA MENEZES AYRES	Aceitc
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEbaunilhaNOVO.pdf	11/01/2022 14:47:45	ELLEN MAYRA MENEZES AYRES	Aceitc
Outros	CartaPendenciaBaunilha.pdf	11/01/2022 14:47:29	ELLEN MAYRA MENEZES AYRES	Aceitc
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	CEPBaunilhaNOVO.pdf	11/01/2022 14:47:15	ELLEN MAYRA MENEZES AYRES	Aceitc
Folha de Rosto	FolhaDeRostoEllenComite30092021.pdf	30/09/2021 11:48:45	ELLEN MAYRA MENEZES AYRES	Aceitc

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 19 de Janeiro de 2022

Assinado por:
Michel Carlos Mocellin
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Pasteur, 296 subsolo da Escola de Nutrição
Bairro: Urca **CEP:** 22.290-240
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2542-7796 **E-mail:** cep@unirio.br

UNIRIO - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ESTADO DO RIO
DE JANEIRO



Continuação do Parecer: 5.205.048

Endereço: Av. Pasteur, 296 subsolo da Escola de Nutrição
Bairro: Urca **CEP:** 22.290-240
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2542-7796 **E-mail:** cep@unirio.br

Página 05 de 05