



ANAIS

PROTOTIPAGEM DE CHOCADEIRA DE OVOS ADAPTADA PARA CURA DE BAUNILHA

MARIA VITÓRIA CECCHETTI GOTTARDI COSTA

vitoriagottardi@hotmail.com

FATEC RIO PRETO

JARBAS GABRIEL COSTA JUNIOR

jarbas.junior@unesp.br

UNESP JABOTICABAL

DOUGLAS PRESCILIO DO NASCIMENTO

douglas.nascimento@cps.sp.gov.br

FATEC RIO PRETO

ADRIANO LUIS SIMONATO

adriano.simonato@cps.sp.gov.br

FATEC RIO PRETO

DECIO KOJIRO CHIACAVA

decio.chiracava@gmail.com

ETEC LINS

RESUMO: A baunilha, pertencente ao gênero *Vanilla*, é uma orquídea de hábito trepador, típica de regiões tropicais, destacando-se como a única orquídea produtora de frutos aromáticos de interesse comercial. Considerada a segunda especiaria mais cara do mundo, possui aplicação nas indústrias alimentícia, de bebidas, cosmética e farmacêutica, devido principalmente à presença de vanilina em suas favas. Para se obter a vanilina, as favas de baunilha precisam passar por um processo de secagem artificial conhecido como cura, realizado logo após a colheita. Somente após essa etapa o produto desenvolve características físico-químicas e sensoriais adequadas para comercialização. Contudo, os protocolos de cura existentes foram desenvolvidos para as regiões produtoras de baunilha, cujas condições climáticas influenciam diretamente o processo, exigindo adaptações quando os métodos são aplicados em outras localidades. Independentemente do método adotado, a cura compreende três etapas fundamentais: aquecimento inicial, secagem à sombra e acondicionamento das favas. Nas regiões produtoras, esse processo é realizado por exposição ao sol ou em fornos específicos. No entanto, por se tratar de uma cultura pouco difundida no Brasil, há uma escassez de informações técnicas e tecnologias acessíveis relacionadas à produção e à cura de baunilha. Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver, por meio de prototipagem, uma secadora para a cura artificial das favas, inspirada em fornos convencionais, utilizando uma chocadeira de ovos adaptada, bem como avaliar sua viabilidade como alternativa de baixo custo para a cura artificial de baunilha. O equipamento foi modificado de modo a possibilitar o controle de temperatura e umidade, parâmetros essenciais para a condução adequada do processo de cura. Os resultados demonstraram que a prototipagem da chocadeira adaptada foi capaz de manter um ambiente estável e controlado, favorecendo a eficiência desta fase do processo em comparação aos métodos tradicionais, contribuindo para a qualidade final das favas após a conclusão de todas as etapas da cura, evidenciada por características desejáveis, como coloração escura, brilho, flexibilidade, ausência de mofo, presença de sulcos longitudinais e aroma característico. A prototipagem da chocadeira de ovos adaptada constitui uma alternativa promissora, tecnicamente viável e economicamente acessível para a cura artificial de baunilha, especialmente para pequenos produtores rurais.

PALAVRAS CHAVE: vanilla, pós-colheita, cura de baunilha, prototipagem

ABSTRACT: *Vanilla*, belonging to the genus *Vanilla*, is a climbing orchid typical of tropical regions, standing out as the only orchid that produces aromatic fruits of commercial interest. Considered the second most expensive spice in the world, it has applications in the food, beverage, cosmetic, and pharmaceutical industries, mainly due to the presence of vanillin in its pods. To obtain vanillin, vanilla pods need to undergo an artificial drying process

known as curing, carried out immediately after harvesting. Only after this stage does the product develop the appropriate physicochemical and sensory characteristics for commercialization. However, existing curing protocols were developed for vanilla-producing regions, whose climatic conditions directly influence the process, requiring adaptations when the methods are applied in other locations. Regardless of the method adopted, curing comprises three fundamental stages: initial heating, drying in the shade, and packaging of the pods. In producing regions, this process is carried out by exposure to the sun or in specific ovens. However, since vanilla is a crop with limited cultivation in Brazil, there is a scarcity of technical information and accessible technologies related to its production and curing. Given this scenario, the present work aimed to develop, through prototyping, a dryer for the artificial curing of vanilla beans, inspired by conventional ovens, using an adapted egg incubator, as well as to evaluate its viability as a low-cost alternative for the artificial curing of vanilla. The equipment was modified to allow for the control of temperature and humidity, essential parameters for the proper conduct of the curing process. The results demonstrated that the prototype of the adapted incubator was able to maintain a stable and controlled environment, favoring the efficiency of this phase of the process compared to traditional methods, contributing to the final quality of the beans after the completion of all curing stages, evidenced by desirable characteristics such as dark color, shine, flexibility, absence of mold, presence of longitudinal grooves, and characteristic aroma. The prototype of the adapted egg incubator represents a promising, technically feasible, and economically accessible alternative for the artificial curing of vanilla, especially for small rural producers.

KEY WORDS: vanilla, post harvest, vanilla curing, prototyping

1. INTRODUÇÃO

A baunilha (*Vanilla spp.*) é uma das especiarias mais apreciadas e economicamente relevantes no mercado mundial. É conhecida por ser fonte da extração de vanilina, um composto aromático de alto valor comercial utilizado na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, devido ao seu inconfundível aroma e sabor (Daugisch e Pastore, 2005; Santos et al, 2023).

Apesar de sua importância econômica, a produção de baunilha é considerada um processo complexo, muito trabalhoso, exigindo manejo cuidadoso em todas as etapas de produção, desde a polinização manual das flores até o beneficiamento das favas (Homma *et al.* 2006). Entre essas etapas, o processo de cura é determinante para o desenvolvimento dos compostos aromáticos e para a qualidade final do produto. Esse processo compreende uma sequência de tratamentos como, fonte de calor, transpiração, secagem e armazenamento, etapas essenciais para a formação do aroma característico da baunilha (Bianchetti et al, 2023). Tradicionalmente, a cura é realizada de forma artesanal, frequentemente por meio de secagem ao sol, tornando o processo altamente dependente das condições climáticas e suscetível a variações na qualidade final das favas.

Diante dessas limitações, buscou-se uma alternativa que possibilite maior controle das condições ambientais durante o processo de cura, especialmente em relação à temperatura e à umidade, para obtenção de um produto com padrão de qualidade compatível com as exigências do mercado. Para tanto foi elaborada uma prototipagem de uma chocadeira de ovos adaptada no processo de cura artificial de baunilha. A prototipagem de equipamentos consiste no desenvolvimento e na avaliação de um modelo funcional inicial, destinado a testar, analisar e aperfeiçoar características operacionais. Esse procedimento permite validar, de forma prática, a eficiência e a aplicabilidade de tecnologia proposta antes de sua implementação definitiva (Manzo et al, 2022). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo a prototipagem de uma chocadeira de ovos adaptada no processo de cura artificial de baunilha, analisando sua eficiência no controle da temperatura e da umidade, proporcionando a obtenção de favas com características adequadas de qualidade, bem como seu potencial de aplicação como tecnologia acessível, simplicidade operacional e maior eficiência no processamento, de modo a viabilizar sua adoção por pequenos produtores rurais.

2. REVISÃO TEÓRICA

A baunilha é uma planta da família das orquídeas (Orchidaceae), gênero *Vanilla*, originária do México, Guatemala e outras regiões das Américas Central e do Sul, incluindo o Brasil, ocorrendo também em áreas tropicais da África, nas ilhas do Oceano Índico, Sudeste Asiático/Nova Guiné e ilhas do Pacífico. Trata-se de uma espécie perene, de hábito trepador, que possui frutos aromáticos, amplamente utilizada na culinária e nas indústrias de alimentos, bebidas, cosméticos e farmacêutica (Homma et al, 2006; Bianchetti et al, 2023).

O cultivo de baunilha é considerado tecnicamente complexo e de longo prazo, exigindo manejo criterioso desde a implantação até a colheita e o beneficiamento. A planta começa a florescer a partir do terceiro ano após o plantio e as flores abrem apenas uma vez ao ano. Para que ocorra produção de frutos, a polinização das flores tem que ser realizada manualmente. Caso a fecundação ocorra, os frutos (favas ou vagens) se desenvolvem e levam nove meses para serem colhidos (Bianchi, 2023). Depois de colhidas, as favas são secas e curadas. Somente após todo este processo ficam prontas para comercialização (May et al, 2006). A substância química que dá o aroma da baunilha é a vanilina, presente no interior da fava, considerada um dos compostos aromáticos mais utilizados no mundo, encontrados em perfumes, sabonetes, cremes

e principalmente na indústria alimentícia, cosmética e de bebidas (Silva et al, 2022; Pérez Silva et al., 2021; Simas et al 2024).

Quando maduras, as favas de baunilha tendem a se abrir naturalmente, expondo as sementes e liberando o aroma. Esse processo faz parte de uma estratégia de dispersão, mas resulta em perda de compostos aromáticos, desidratação e redução do valor comercial. Para evitar esses prejuízos, emprega-se a cura artificial, na qual o amadurecimento é interrompido antes da deiscência das favas. Esse processo favorece a formação e a concentração de compostos aromáticos, ao mesmo tempo em que reduz perdas por desidratação e minimiza riscos de contaminação, resultando em favas com características sensoriais e físicas mais adequadas às exigências do mercado (Bianchetti et al., 2023).

A obtenção de vanilina está diretamente relacionada a essa etapa, sendo a cura artificial indispensável para o desenvolvimento do aroma característico de baunilha. A cura artificial envolve reações enzimáticas, transpiração e secagem a sombra até atingir o ponto ideal, quando as favas apresentam aroma característico, coloração escura, podendo ser enroladas no dedo sem quebrar, sem mofo, brilhante e com sulcos longitudinais. Trata-se de um processo demorado e está diretamente relacionado aos padrões de qualidade das favas de baunilha para garantir o aroma e o sabor intrínsecos, influenciando diretamente o valor econômico do produto final (Havkin Frenkel. e Belanger, 2011; Anuradha, et al, 2013; Santos, 2023; Simas et al, 2024).

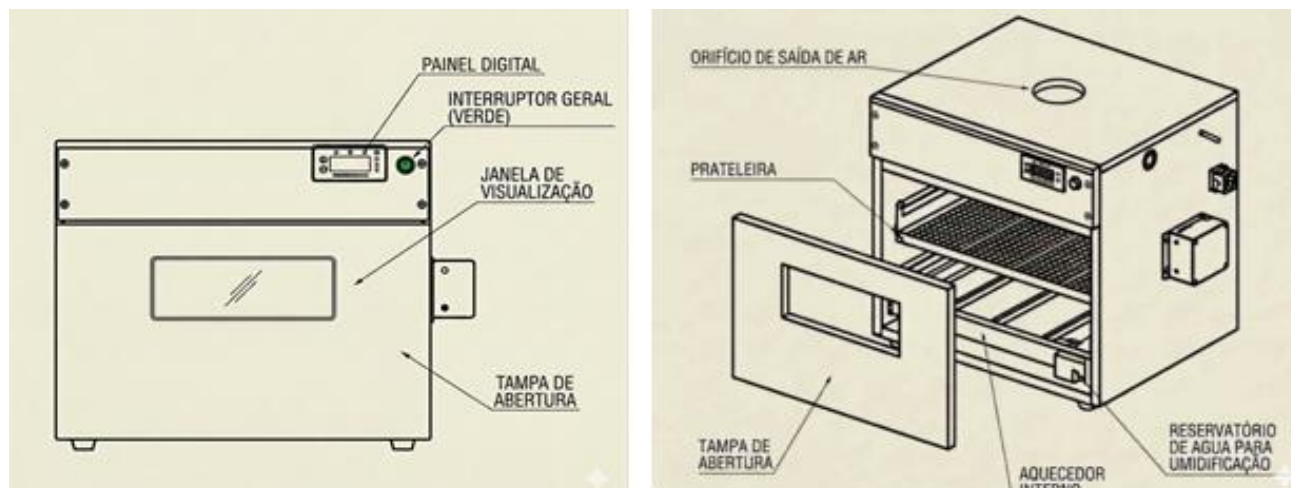
Diante deste contexto, o processo de cura de baunilha é fundamental para atender os padrões de qualidade exigidos pelo mercado. No entanto, a escassez de informações a respeito desta planta no Brasil é muito grande e apresenta desafios que precisam ser solucionados pela pesquisa. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de uma secadora para a cura artificial da baunilha, desenvolvida a partir da prototipagem, entendida como um processo iterativo de desenvolvimento de modelos experimentais no qual representações físicas são construídas e testadas para validar e aprimorar soluções de projeto antes da sua implementação final (Hansen et al., 2022), de uma chocadeira de ovos adaptada. Buscou-se, ainda, verificar a eficiência desse equipamento no controle da temperatura e da umidade para obtenção de favas de boa qualidade, adequadas para fins comerciais, simplicidade operacional e de baixo custo, de modo a viabilizar sua adoção por pequenos produtores rurais.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada com favas de baunilha da espécie *Vanilla planifolia*, colhidas em uma área experimental localizada na cidade de Monte Aprazível/SP. Para obtenção das favas foi realizada a polinizações manual de flores de baunilha, no período da manhã, entre 9h e 12h. Após esse procedimento, foi feito o acompanhamento do desenvolvimento do ovário até a formação completa das favas, cuja colheita ocorreu aproximadamente nove meses após a polinização das flores. Após a colheita, as favas foram imediatamente submetidas ao processo de cura artificial. Para realização deste processo, foi utilizada uma chocadeira comercial de ovos em MDF, da marca ZAGAS (figura 1).

ANAIS

FIGURA 1. Modelo ilustrativo da chocadeira comercial de ovos em MDF, utilizada na pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O equipamento passou por um processo de prototipagem e adaptação, com a instalação de um sistema de ventilação (cooler) e abertura de uma pequena passagem de ar na janela de visualização, com o objetivo de favorecer a circulação de ar e evitar o abafamento interno. Para o controle da umidade interna, existe um reservatório nas chocadeiras onde se adiciona água quando necessário. Além disso, foi instalado um termohigrômetro digital para o monitoramento contínuo da temperatura e da umidade durante o processo de cura (figura 2).

FIGURA 2. Prototipagem da chocadeira de ovos adaptada para o processo de cura das favas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As favas colhidas foram acondicionadas em um recipiente perfurado (escorredor de macarrão) e imersas em água aquecida à 65° C, por 10 segundos, sendo este procedimento repetido por três vezes consecutivas. Em seguida, as favas foram secas com auxílio de um papel toalha, embrulhadas em um cobertor e acondicionadas em uma caixa de isopor, onde

permaneceram por 24 hora. Posteriormente, as favas foram transferidas para uma chocadeira de ovos adaptada, permanecendo nesse ambiente controlado até o início do escurecimento e enrugamento. Após essa etapa, as favas foram dispostas em bandejas plásticas e mantidas à sombra, em ambiente ventilado, para completar a secagem até atingirem o ponto ideal, caracterizado por textura macia, aspecto brilhante e flexibilidade suficiente para serem enroladas no dedo sem quebrar (Odoux e Grisoni, 2011). Ao final do processo de cura, as favas foram acondicionadas em recipientes de vidro escuro, hermeticamente fechados, permanecendo armazenadas por aproximadamente três meses para o desenvolvimento completo do aroma característico da baunilha.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

As favas de baunilha utilizadas na secagem artificial do presente estudo foram obtidas a partir de flores polinizadas manualmente entre agosto e setembro de 2024 com colheita realizada em maio de 2025.

Embora a flor de baunilha apresente estruturas reprodutivas masculinas e femininas na mesma flor, precisa ser polinizada manualmente, pois ela possui uma membrana, chamada rostelo, que separa os órgãos reprodutores, dificultando a polinização natural (Bianchetti et al, 2023). Em condições naturais, apenas cerca de 5% a 10% das flores originam frutos, tornado a produção comercial inviável sem intervenção humana. Dessa forma, a polinização manual é essencial para aumentar a produtividade de favas, ainda assim, esse procedimento não apresenta taxa de sucesso total, de cada 100 flores fecundadas apenas 30 a 50 frutos são colhidos (Fouché e Jouve, 1999), fato também observado no presente experimento. Após a polinização, o ovário apresenta crescimento por aproximadamente 45 dias; em seguida, esse crescimento é interrompido, iniciando-se a fase de maturação, que se estende por cerca de 8 a 9 meses (Havkin-Frenkel e Belanger, 2011; Bianchetti et al, 2023). No presente estudo, a colheita das favas foi realizada manualmente nove meses após a polinização.

O processo de cura das favas teve início imediatamente após a colheita. Inicialmente as favas foram submetidas à imersão em água aquecida à 65 °C por 10 segundos, repetindo este procedimento por três vezes, com o objetivo de bloquear o desenvolvimento do fruto. De acordo com Bianchetti et al (2023), a faixa ideal de temperatura para esta etapa situa-se entre 60 e 70 °C, pois temperaturas inferiores não interrompem o amadurecimento das favas, permitindo que se abram, enquanto temperaturas superiores podem comprometer a qualidade do produto em razão da inibição da atividade enzimática.

Após esta etapa, as favas foram secas, embrulhadas em um cobertor e acondicionadas em uma caixa de isopor, onde permaneceram por 24 hora, visando favorecer a transpiração dos frutos e manter a atividade enzimática. Em seguida, foram transferidas para a chocadeira de ovos adaptada, com temperatura e umidade controladas, mantidas entre 37 °C a 38 °C e 60 a 70% de umidade. As favas permaneceram nesse ambiente por aproximadamente 10 dias, quando apresentaram coloração escura, textura macia e sulcos longitudinais. Havkin Frenkel e Belanger (2011) ao relatarem estudos realizados por Arana (1944) e Rivera e Hageman (1951), destacaram que a secagem em forno a 38 °C, temperatura semelhante às condições ambientais de regiões tropicais produtoras de baunilha, apresentou maior eficiência, menor demanda de trabalho e maior rapidez, resultando em favas de melhor qualidade quando comparadas ao método de secagem ao sol. Resultado semelhante foi observado no presente estudo com a utilização da chocadeira adaptada para a cura das favas. A prototipagem do equipamento permitiu o controle de temperatura e umidade, parâmetros essenciais para a condução adequada do processo de cura. Essa adaptação demonstrou eficiência na manutenção de um ambiente

estável, contribuindo para a padronização do processo quando comparado aos métodos tradicionais.

Depois deste processo as favas foram submetidas à secagem à sombra, em ambiente ventilado, por cerca de dois meses, até atingirem o ponto ideal, caracterizado por aspecto enrugado, brilho e flexibilidade, com perda de 70 a 80% do seu peso inicial (Bianchetti et al, 2023). De acordo com Heberlê e Miura (2022), essa etapa requer experiência do produtor, que deve saber identificar corretamente o momento adequado para interromper a desidratação, quando as favas de baunilha estiverem maleáveis, sem mofo, brilhante e com sulcos longitudinais (figura 3).

FIGURA 3. Processo de cura: A) fava colhida; B) fava após secagem na chocadeira; C) fava após secagem à sombra.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Finalizando o processo de cura, as favas foram armazenadas por três meses em recipientes de vidro escuro, hermeticamente fechados, com o objetivo de intensificar o desenvolvimento dos aromas característicos da baunilha. De acordo com Bianchetti et al (2023) esta etapa é fundamental para evitar o ressecamento excessivo das favas e garantir a qualidade final do produto.

Entretanto, segundo May et al (2006), o processo de cura de baunilha é complexo, envolve diversos fatores e requer amplo conhecimento técnico para a obtenção de favas de alta qualidade. Essa dificuldade também foi observada neste estudo, principalmente na fase de armazenamento das favas, após a cura. Observou-se que, mesmo acondicionadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados, as favas de menor tamanho continuaram perdendo umidade, não atingindo o padrão de qualidade exigido pelo mercado, diferentemente das favas maiores, que mantiveram características adequadas.

Esses resultados indicam a necessidade de aprofundamento das pesquisas, principalmente em relação às condições ideais de armazenamento, visando otimizar a qualidade final do produto. Para Bianchetti et al. (2023), o cultivo da baunilha no Brasil é promissor, porém ainda demanda avanços científicos e tecnológicos, uma vez que a cultura é altamente exigente, requer adaptações a diferentes ambientes de cultivo e necessita de ajustes técnicos para viabilizar o sucesso produtivo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prototipagem da chocadeira de ovos adaptada para a cura das favas de baunilha demonstrou ser uma alternativa eficiente e viável para a condução do processo de cura artificial, proporcionando maior controle das condições de temperatura e umidade. Esse controle favoreceu a padronização do processo e reduziu a dependência das variações climáticas observadas nos métodos tradicionais de secagem ao sol. Além disso, a metodologia empregada apresentou maior eficiência, menor demanda de trabalho no processo de cura, resultando em favas de boa qualidade quando comparado com o método de secagem ao sol. Os resultados obtidos indicam que a utilização da chocadeira adaptada pode representar uma alternativa promissora, acessível e de baixo custo para a cura de baunilha, especialmente para pequenos produtores rurais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANURADHA, Krushnamurthy, SHYAMALA, Bellur Nanjundaiah; NAIDU, Madeneni Madhava. Vanilla - Its science of cultivation, curing, chemistry, and nutraceutical properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.53, p.1250–1276, 2013.
- BIANCHI, Juliana. Como o Brasil está entrando no mapa mundial da baunilha. *Neofeed*, 9 abr. 2023. Disponível em: <https://neofeed.com.br/finde/como-o-brasil-esta-entrando-no-mapa-mundial-da-baunilha/>. Acesso em: 23 maio 2026.
- BIANCHETTI, Luciano de Bem et al. **Cultivo de baunilha: práticas básicas**. Brasília, DF: Embrapa, 2023, 85 p.
- DAUGSCH, Andreas; PASTORE, Gláucia. Obtenção de vanilina: oportunidade biotecnológica. *Química Nova*, v. 28, n. 4, p. 642–645, 2005.
- FOUCHÉ, Jean Gabriel; JOUVE, Laurent. Vanilla planifolia: history, botany and culture in Réunion island. *Agronomie*, v. 19, p. 689–703, 1999.
- HANSEN, Camilla Arndt; ARLITT, Ryan; EIFLER, Tobias; DEININGER, Michael. *Design by Prototyping: Increasing Agility in Mechatronic Product Design through Prototyping Sprints. Proceedings of the Design Society*, v. 2, p. 201–210, 2022.
- HAVKIN-FRENKEL, Daphna; BELANGER, Faith. **Handbook of vanilla science and technology**. 2011, 339p.
- HEBERLÊ, Deva; MIURA, Juliana. Embrapa capacita calungas e produtores rurais para produção de baunilha brasileira. 30 out. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/74600633/embrapa-capacita-calungas-e-produtores-rurais-para-producao-de-baunilha-brasileira>. Acesso em: 23 abr. 2026.
- HOMMA, Alfredo Kingo Oyama.; MENEZES, Antônio José Elias Amorin.; MATOS, Grimoaldo Bandeira. **Cultivo de baunilha: uma alternativa para a agricultura familiar na Amazônia**, Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 24p.
- MANZO, Bruna Figueiredo et al. Prototipação e validação: não é só ciência, é experiência, facilidade e dinamismo. In: **Desenvolvimento de Tecnologia em Pesquisa e Saúde: da teoria à prática**. v. 1, 2022. cap. 8, p. 122-137.
- MAY, Andre et al. **Baunilha** (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews). Campinas: Instituto Agrônomo (IAC), 2006. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/46.pdf . Acesso em: 11 abr. 2026.
- ODOUX, Eric; GRISONI, Michael. Vanilla. In: BROWN, R. (ed.). **Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles**. Boca Raton: CRC Press, 2011.

PÉREZ-SILVA, Araceli et al. Quantification of the aromatic potential of ripe fruit of *Vanilla planifolia* (Orchidaceae). **European Food Research and Technology**, v. 247, p. 1489-1499, 2021.

SILVA, Fernanda Nascimento et al. Market research: characterization of the vanilla consumer and non-consumer market. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, 2022.

SANTOS, Karine Dias Gomes dos. **Baunilhas do Brasil: alternativas de uso, propagação e popularização do conhecimento destas espécies**. 2023. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2023.

SANTOS, Emanuele Santana Bispo dos et al. Study and Characterization of *Vanilla Pods Tahitensis* Species for Characterization for Future Application in Products Derived from Vanilla in natura. **Journal of Bioengineering, Technologies and Health**, v. 6, n. 4, p. 348–353, 2023.

SIMAS, Daniel Luis Reis et al. Espécies de Baunilha (*Vanilla*) do Brasil com Potencial Valor Econômico. **Revista Virtual de Química, Sociedade Brasileira de Química**, v. 16, n.3, 2024. Disponível em: <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/4655> . Acesso em: 9 maio 2026.