

El aroma de la vainilla

David Romero Camarena

El Dr. David Romero es investigador del Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, en Cuernavaca, Morelos. Su área de especialidad es la genómica bacteriana, con énfasis en mecanismos de cambio en genomas. Es miembro y expresidente de la Academia de Ciencias de Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

Es de olor placentero, fragante-una cosa preciosa, fantástica, maravillosa.

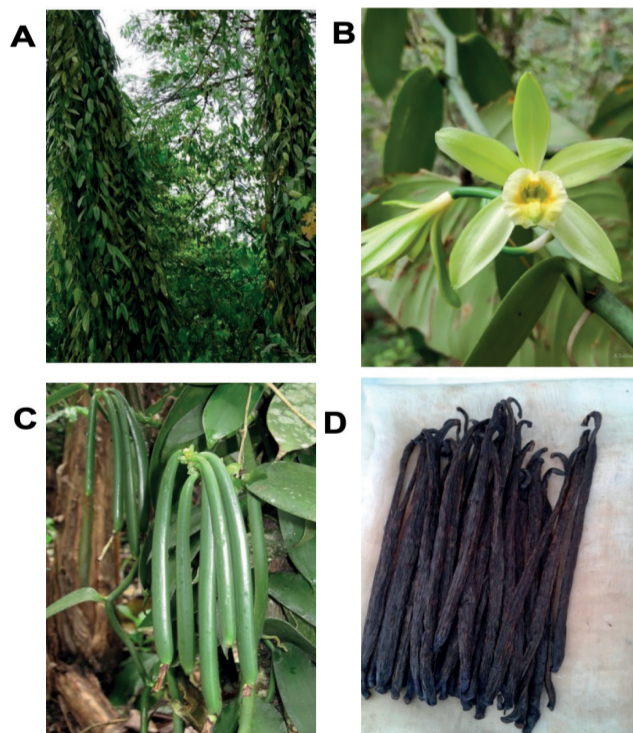
Es de olor placentero, perfecto, soberbio. Es potable en el chocolate.

Descripción de la vainilla
Código Florentino, 1558

Sabor y aroma muy atractivos

¡Qué popular es la vainilla! Su atractivo aroma y sabor la hacen muy apreciada para todos. Es una especie frecuentemente empleada en la cocina, ingrediente habitual en pasteles y galletas, bebidas (café, chocolate y por qué no, en un licuado de plátano) y aún en platos salados, donde provee un contraste aromático. Se emplea también en perfumería y en aromatizantes ambientales. En realidad, la encontramos por todos lados, aún como aromatizante en muchos autos. Escribiendo esto, tengo encendida...una vela aromatizante con vainilla. ¿Pero de dónde se obtiene la vainilla?

La vainilla es un producto natural procedente de un grupo de orquídeas originarias de México y Centroamérica. La especie cultivada más común se llama *Vanilla planifolia*, aunque también puede obtenerse de otras especies como *Vanilla pompona* y *Vanilla tahitiensis*. Como todas las orquídeas, tiene un modo de crecimiento trepador, encontrándose naturalmente sobre de árboles (Fig. 1A) o menos naturalmente, en invernaderos creciendo sobre estacas.



La vainilla, mexicana de origen
Cuando llegaron los españoles a América, el uso de la vainilla como saborizante, principalmente para el chocolate, estaba muy difundido. La vainilla era empleada no solo por los mexicas, sino también por los mayas y los totonacos. Los totonacos fueron probablemente los responsables de la domesticación, en un proceso aún no entendido del todo, la conocían como *Xanath* o "flor negra". Por otro lado, los mexicas se referían a ella con el término

FIGURA 1. (A) *Vanilla planifolia* creciendo sobre árboles (Sean Higgins, <https://mexico.inaturalist.org/photos/9820727>); (B) flor de *V. planifolia* (Ariel Salinas, <https://mexico.inaturalist.org/photos/130156340>); (C) vainas verdes de vainilla (Kinardo Flores, <https://mexico.inaturalist.org/photos/22903934>); (D) vainas fermentadas de vainilla (Pedro Franco, <https://mexico.inaturalist.org/photos/2577827>).

no náhuatl *tlilxochitl*, que tiene el mismo significado. En el México prehispánico no solo es domesticada, sino que se desarrolla también su "beneficio", también conocido como "curado", proceso del que hablaremos después, consistente en la fermentación inducida y controlada de las vainas de vainilla, para desarrollar su sabor y aroma.

Existen menciones a la vainilla en el Código Badiano. Fue Fray Bernardino de Sahagún, en su magna obra *Historia General de las cosas de la Nueva España* (también conocida como *Código Florentino*) quien nos legó una descripción y dibujos de la planta y su flor (Fig. 2). El término vainilla surge entre los españoles en referencia a su fruto (vainas) refiriéndose a ellos en diminutivo: vainillas. Como notarán ustedes, no solo a los mexicanos nos gustan los diminutivos.

FIGURA 2. IMAGEN de la vainilla en el Código Florentino. Figura disponible en Código Florentino Digital/Digital Florentine Codex, editado por Kim N. Richter y Alicia María Houtrouw, "Libro 11: Cosas terrenales", fol. 195r, Getty Research Institute, 2023. (<https://florentinocodex.getty.edu/es/book/11/folio/195r/images/aa53824b-f10c-4865-8025-63de1a14a318>)



Son los españoles quienes introducen la vainilla y su uso como saborizante y aromatizante a Europa. La novedad y delicadeza de su sabor y aroma hacen que sea rápidamente aceptada en Europa. Los españoles llevaron inicialmente solo las vainas ya fermentadas y secas (Fig. 1D), transportando posteriormente las semillas y esquejes de la planta. Con bastantes dificultades debido al clima imperante en Europa, lograron crecer la planta, pero solo en invernadero. A pesar del éxito alcanzado con su cultivo, no lograron que diera frutos (vainas) debido a que las abejas que fertilizan la flor de la vainilla solamente existen en México y Centroamérica. Por esta razón, el gusto europeo por la vainilla tuvo que ser satisfecho, por casi 300 años, únicamente con vainilla "de exportación" producida en México. Son los franceses quienes llevan la planta a otras regiones, como las islas de Madagascar y Reunión y los holandeses a sus colonias en Java e Indonesia, en donde las condiciones climáticas eran mejores para el crecimiento de la planta. A pesar de ello, tropezaron con el problema de falta de los polinizadores adecuados. Este problema fue resuelto con la introducción de la *fertilización manual* de las flores de la vainilla. Sí, los humanos fer-

tilizando a mano, una por una, las flores de la vainilla. Aunque frecuentemente se dice que fue una sola persona la que desarrolló el proceso de fertilización manual, aparentemente participaron muchas, en un proceso de investigación acompañado por divulgación de la actividad científica típico de la época. En efecto, el belga Charles François Antoine Morren, trabajando con plantas de vainilla en un invernadero en Gante, logra en 1836 la fertilización manual de la vainilla (3). A diferencia de ahora, la difusión de este (y otros) hallazgos, más que por artículos científicos, se limitaba a conferencias y demostraciones dirigidas tanto a científicos como a público en general, además de por correspondencia escrita. Es así como la información llega a la isla Reunión, donde en 1843 un esclavo nativo, Edmond Albius, aplica con éxito esta téc-

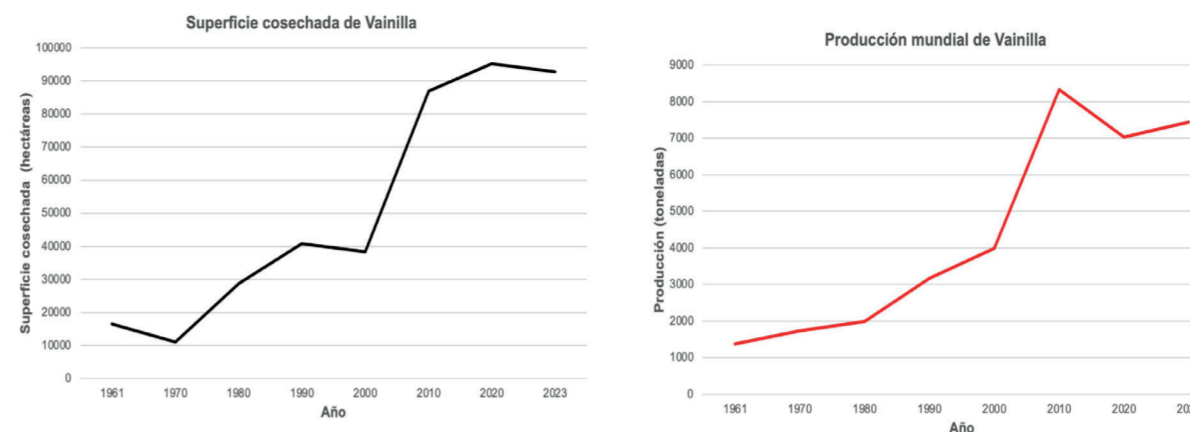


FIGURA 3. LA vainilla en el mundo. Izquierda, superficie cosechada; Derecha, producción mundial. Elaboración propia a partir de datos disponibles en <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

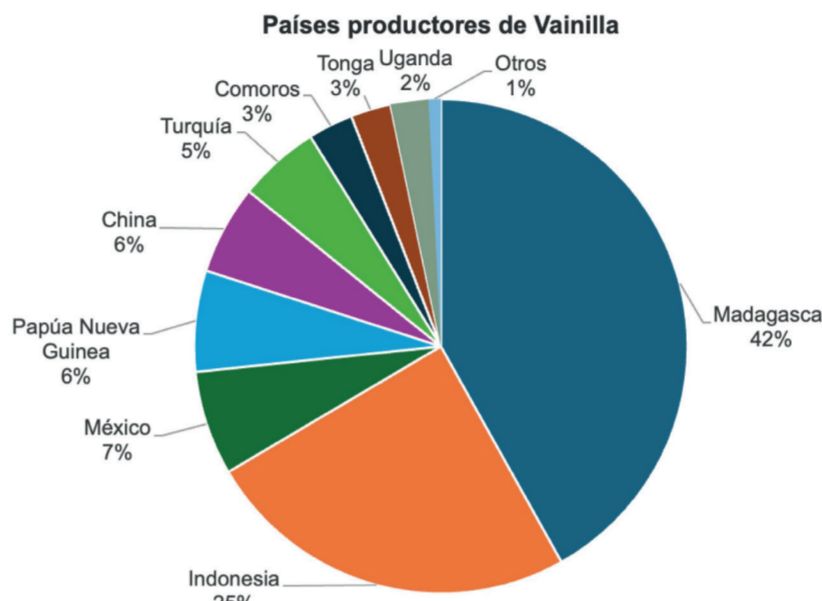


FIGURA 4. PRINCIPALES países productores de vainilla. Elaboración propia a partir de datos disponibles en <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

solo tres de ellos concentran casi las tres cuartas partes de la producción (Fig. 4). Madagascar produce el 42% de la vainilla, seguido por Indonesia, con un 25%. México ocupa el tercer lugar, con un 7% de la producción. Casi las tres cuartas partes de la vainilla mexicana se produce en el estado de Veracruz, principalmente en los municipios de Papantla, Gutiérrez Zamora y Teclutla; la vainilla de Papantla tiene denominación de origen. Se produce vainilla también en Puebla y Oaxaca (4). La producción es suficiente para abastecer el mercado nacional, exportándose cerca del 10%.

Beneficio o curado de la vainilla

Como mencioné anteriormente, las vainas verdes de vainilla no muestran aún el aroma y sabor característico con el que la conocemos. Para desarrollarlo, se requiere de un proceso conocido como *de beneficio* o *de curado*. Este proceso, desarrollado tradicionalmente, requiere de cuatro etapas. En México sus etapas son inmersión, sudado, secado y acondicionamiento (1). En la etapa de *inmersión*, las vainas verdes son sumergidas en agua caliente (60 a 70 grados centígrados) por un periodo

de tres minutos. El objetivo de esta etapa es romper la estructura celular sin dañar la vaina, permitiendo la liberación de enzimas que actuarán sobre los componentes de la vainilla. En la etapa de *sudado*, las vainas se colocan extendidas en cajas de madera y se cubren con mantas, con el fin de mantener una temperatura de aproximadamente 45 grados. Esta etapa, además de permitir la acción de enzimas sobre los componentes de la vainilla, propicia el desarrollo de microorganismos, existentes en la vainilla y tolerantes a la temperatura, que participan en la producción de su aroma característico. Esta etapa, dependiendo de la variedad de vainilla, puede durar hasta dos semanas. La siguiente etapa es el proceso de *secado*, que se hace al aire libre, extendiendo las vainas al sol alternándolo diariamente con periodos de sombra. El objetivo de esta etapa es el de lograr la deshidratación lenta de las vainas. Esto no solamente ayuda a la conservación, sino que también promueve el desarrollo de comunidades de microorganismos que ayudan a la formación de aroma y sabor. Dependiendo del clima, el proceso puede durar hasta cuatro semanas, al término de las cuales sus

propiedades ya se han desarrollado. La última etapa del proceso es el *acondicionamiento*, donde las vainas secas se colocan en cajas protegidas de la humedad, por periodos de hasta un mes. Las vainas de mayor calidad se comercializan enteras, mientras que las de menor calidad se emplean para hacer extractos con sabor y aroma a vainilla. El sabor y aroma resultante depende de múltiples factores. Depende de la variedad de vainilla empleada, de las condiciones de crecimiento de la planta (clima, tipo de suelo, nutrientes presentes, etc) y de los procesos que ocurren durante el beneficio, incluyendo la acción de las enzimas vegetales y el desarrollo de comunidades de microorganismos. Esto hace que el sabor y aroma de la vainilla dependa del lugar del mundo en el que es producida.

El aroma de la vainilla se debe principalmente, pero no únicamente, a una sustancia conocida como *vanillina* (Fig. 5, centro). Esta sustancia se produce naturalmente en la planta de vainilla, pero en forma de precursor, es decir unida (conjugada) a una molécula de glucosa, en un compuesto conocido como *glucovanillina* (Fig. 5, izquierda). Esto hace que el conjugado carezca de sabor y aroma, una manera mediante la cual la planta conserva el compuesto hasta que sus propiedades aromáticas son requeri-

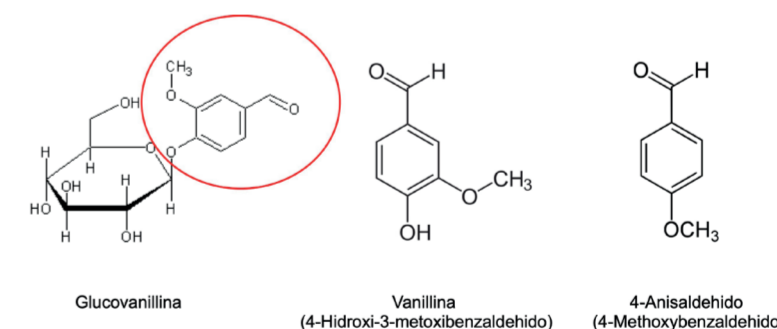


FIGURA 5. ALGUNOS compuestos presentes en la planta de vainilla. En la estructura de la glucovanillina se marca con un círculo rojo el sector correspondiente a la vainilla. La separación en sus componentes se da por la acción de enzimas glucosidasas. Figuras tomadas de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glucovanillina.gif> <https://es.wikipedia.org/wiki/Vainilla> y <https://es.wikipedia.org/wiki/4-Anisaldeh%C3%ADdo>

das. La separación de la glucosa de la glucovanillina (su hidrólisis) se da por la acción de enzimas conocidas como *glucosidasas*, provenientes tanto de la planta como de las comunidades de microorganismos presentes en la planta durante las etapas de sudado y secado, aunque puede continuar durante el acondicionamiento.

En la Fig. 5 se muestra también otro componente, el 4-anisaldehído, que contribuye al aroma y sabor. Sin embargo, se estima que cerca de otros 70 componentes aportan al aroma y sabor de la vainilla natural (1). De ellos, quince se encuentran en la planta de vainilla conjugados con glucosa (glucosilados), por lo que se requiere también de la acción de glucosidasas para que sus propiedades aromáticas sean liberadas. El aroma y sabor de la vainilla natural se da por la combinación de los componentes resultantes. Se sospecha que algunos de ellos pueden ser producidos por comunidades microbianas, compuestas tanto de bacterias como de hongos microscópicos que se desarrollan durante las etapas de sudado, secado y acondicionamiento. La vainilla natural es así un producto complejo en sabor y aroma, que depende de muchos factores para desarrollar estas características, incluyendo la participación de comunidades microbianas. Desde 1874 se conoce la estructura de la vanillina y desde esa época se han desarrollado procesos químicos para su producción sintética y económica. Ese es el compuesto que se emplea para la elaboración de las llamadas *esencias* o *saborizantes artificiales*, con un sabor análogo, que recuerda a la vainilla. Y digo que recuerdan a la vainilla porque, aunque este producto es idéntico a la vainilla presente en las vainas, no está acompañado de todos los otros compuestos que producen la complejidad de sabores y aromas que se experimentan al probar la vainilla producida en procesos tradicionales. Siempre que puedan, prefieran la vainilla natural, aunque evidentemente el costo será

mayor.

¿Qué viene a futuro?

Queda mucho por conocer acerca de este regalo de México para el mundo. A pesar de años de investigación, aún es oscura la diversidad genética de esta planta y los procesos que llevaron a su domesticación. En 2022 se obtuvo la secuencia completa del genoma de *V. planifolia* (5), lo cual va a ser muy importante para aclarar estos aspectos. El conocimiento de su genoma también puede ser importante para esfuerzos de mejoramiento, aún incipientes, de esta planta (6). El estudio de las comunidades microbianas y su contribución al desarrollo de sabor y aroma durante el beneficio de la vainilla es un área de profundo interés. Estas comunidades se generan con los microbios existentes en el entorno donde se cultiva y cura la vainilla (7), pero se sospecha también la participación de microorganismos que viven en el interior de la planta, los llamados *microorganismos endófitos* (8). Aún es temprano para describir en detalle estas comunidades, pero se espera que el conocimiento de ellas permita en lo futuro el establecimiento de comunidades planeadas de microorganismos, con la idea de producir variantes de sabor y aroma de la vainilla.

Existen también desarrollos tendientes a aumentar la eficiencia de producción de vanillina, abreviando al menos el proceso de beneficio (9). Tan solo el año pasado se describió la variante de una enzima que puede lograr no solo la producción de vanillina a través de su precursor, sino tomar también otros precursores distintos para la producción de aldehídos aromáticos, abriendo la puerta a procesos que enriquezcan el rango de aromas y sabores de la vainilla. Por último, y en algo que parece ciencia ficción, se está explorando la posibilidad de modificar genéticamente a microorganismos para que produzcan, a partir de sus componentes, el sabor y aroma a vainilla. Estos esfuerzos buscan modificar el metabolismo de bacterias, hongos o aún plantas para que produzcan familias de compuestos que reproduzcan las características de la vainilla (11). Sí, lo sé, suena imposible de realizar. Pero no sería la primera vez que los avances científicos vuelvan posible lo que creíamos imposible. Espero con ansia el futuro, que tiene un aroma tan seductor como la propia vainilla.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos.

ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: coord.comite.editorial.acmor@gmail.com

Referencias
1. Peña-Barriondo, A., Perea-Flores, M. de J., Martínez-Gutiérrez, H., Patrón-Soberano, O. A., González-Jiménez, F. E., Vega-Cuellar, M. A., et al. (2023). Physicochemical, microbiological, and structural relationship of vanilla beans (*Vanilla planifolia*, Andrews) during traditional curing process and use of its waste. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* 32, 100445. doi: 10.1016/j.jarmp.2022.100445
2. Karremans, A. P., Bogarín, D., Otárola, M. F., Sharma, J., Watteyn, C., Warner, J., et al. (2023). First evidence for multimodal animal seed dispersal in orchids. *Curr. Biol.* 33, 364-371.e3. doi: 10.1016/j.cub.2022.11.041
3. Karremans, A. P. (2024). A historical review of the artificial pollination of *Vanilla planifolia*: the importance of collaborative research in a changing world. *Plants* 13, 3203. doi: 10.3390/plants13223203
4. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México. Vainilla mexicana, con amplio potencial productivo y preferencia en los mercados internacionales: Agricultura. 5 de abril de 2023. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/vainilla-mexicana>

con-amplio-potencial-productivo-y-preferencia-en-los-mercados-internacionales-agricultura
5. Piet, Q., Droc, G., Marande, W., Sarah, G., Bocs, S., Klopp, C., et al. (2022). A chromosome-level, haplotype-phased *Vanilla planifolia* genome highlights the challenge of partial endoreduplication for accurate whole-genome assembly. *Plant Commun.* 3, 100330. doi: 10.1016/j.xplc.2022.100330
6. Hasing, T., Tang, H., Brym, M., Khazi, F., Huang, T., and Chambers, A. H. (2020). A phased *Vanilla planifolia* genome enables genetic improvement of flavour and production. *Nat. Food* 1, 811-819. doi: 10.1038/s43016-

020-00197-2
7. Xu, F., Chen, Y., Cai, Y., Gu, F., and An, K. (2020). Distinct roles for bacterial and fungal communities during the curing of vanilla. *Front. Microbiol.* 11, 552388. doi: 10.3389/fmicb.2020.552388
8. Mahadeo, K., Taibi, A., Meile, J.-C., Côme, B., Gauvin-Bialecki, A., Boubakri, H., et al. (2024). Exploring endophytic bacteria communities of *Vanilla planifolia*. *BMC Microbiol.* 24, 218. doi: 10.1186/s12866-024-03362-w
9. Ruiz-Terán, F., Perez-Amador, I., and López-Munguía, A. (2001). Enzymatic extraction and transformation of glucovanillin to vanillin from

vanilla green pods. *J. Agric. Food Chem.* 49, 5207-5209. doi: 10.1021/jf010723h
10. Fujimaki, S., Sakamoto, S., Shimada, S., Kino, K., and Furuya, T. (2024). Engineering a coenzyme-independent dioxxygenase for one-step production of vanillin from ferulic acid. *Appl. Environ. Microbiol.* 90, e00233-24. doi: 10.1128/aem.00233-24
11. Tazon, A. W., Awad, F., Meddeb-Mouelhi, F., and Desgagné-Penix, I. (2024). Biotechnological advances in vanilla production: from natural vanilla to metabolic engineering platforms. *BioChem* 4, 323-349. doi: 10.3390/biochem4040017