

La química en tus alimentos: ¿sintético o natural?

DE H. ZELL - TRABAJO PROPIO, CC BY-SA 3.0, HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=8747000CC BY-SA 1.0, HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=25970



Figura 1. A la izquierda, flor de la orquídea *Vanilla planifolia* y a la derecha, vainas verdes listas para ser cosechadas.

MARGARITA I. BERNAL URUCHURTU

Centro de Investigaciones Químicas

En los últimos años hemos visto aumentar el interés por lo que comemos y cuánto comemos. Pero también por la forma en que fue preparado, procesado y cultivado. Hace unas semanas (<http://www.acmor.org.mx/?q=content/sin-qu%C3%ADmica-no-hay-cocina>) invitamos a reconocer en la cocina uno de los laboratorios químicos más cercanos a nosotros y, sin duda alguna, uno de los que nos ofrece placeres gastronómicos cotidianamente. Hoy queremos animarlos a reconocer que en los alimentos que ingerimos, con gran frecuencia hay una mezcla de un número muy grande de compuestos químicos. Quizá si excluimos, el agua, la sal de mesa (cloruro de sodio) y el azúcar (sacarosa), todo lo demás, está formado por más de un tipo de compuesto químico. Sí, ¡de químicos! Todo lo que nos rodea está hecho de compuestos químicos, algunos producidos a través de una serie de procesos químicos en los seres vivos o bien, a través de una serie de procesos químicos diseñados y controlados por el hombre. ¿Hay diferencias? ¿Son importantes? Acompáñanos en este relato sobre algunos aspectos de los “químicos” que forman parte de nuestros alimentos.

Los ingredientes naturales y sintéticos

¿Te comerías tu almuerzo si la lista de ingredientes fuese la siguiente? Agua, aceites vegetales, azúcares, almidón, caroteno, tocoferol, riboflavina, nicotinamida, ácido pantoténico, biotina, ácido fólico, ácido ascórbico,

ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico, ácido linoleico, ácido málico, ácido oxálico, ácido salicílico, purinas, sodio, potasio, manganeso, hierro, cobre, zinc, fósforo, cloruros, colorantes y antioxidantes. Dependiendo de tu respuesta, le puedes haber dicho sí o no a comer una manzana. ¡Imagina! ¡Todo eso en cada bocado de una simple manzana! Es cierto, aunque tengamos la lista de ingredientes de cada cosa que comemos, con frecuencia, ésta nos dice muy poco. ¿Cómo hacerle entonces?

La publicidad actual ha generado la idea de que las cosas naturales son mejores que sus equivalentes obtenidos “artificialmente”. Que los ingredientes de origen natural son seguros mientras que los “artificiales o industriales o químicos” son peligrosos. Lo anterior no es necesariamente cierto en todos los casos. Un ejemplo para ilustrar este punto es el ácido salicílico. Este ácido se extrae de la corteza de los sauces que lo producen para defenderse de hongos, insectos y otros animales. El ácido salicílico puede ser tan tóxico como los pesticidas fabricados por el hombre para los mismos propósitos, tanto, que ahora está prohibido utilizarlo como conservador de alimentos. Hace un par de décadas, el ácido salicílico se agregaba sobre la superficie de las mermeladas para evitar la formación de hongos en ellas. Actualmente, los fabricantes de mermelada substituyeron su uso por otra molécula, el ácido benzoico o su sal, el benzoato de sodio, que no son tóxicos en las cantidades en las que se utilizan en la industria de alimentos.

Quizá te preguntarás por qué, aún sabiendo que es una pode-

rosa toxina, se utilizó como preservativo de algunos alimentos. La respuesta ilustra bien la frase que se adjudica a Paracelso, uno importante científico del siglo XVI: “La dosis hace el veneno”. Es decir, si se ingiere una dosis muy inferior al nivel tóxico, esta no tendrá un efecto venenoso. Sin embargo, hay veces que es mejor prevenir.

Un compuesto como el cloruro de sodio, la sal de mesa que utilizamos diariamente, puede ser tóxica si se ingiere en cantidades superiores a tres gramos por kilogramo de peso corporal. Esto sería que una persona que pesa 50 kg ingiera una dosis de 150 g. Nos parece exagerado ¿verdad? pero, si pensamos en otra sustancia natural, la cafeína, ésta nos sería tóxica si ingerimos más de 192 mg por kilogramo de peso. Es decir, la misma persona de 50 kg debería consumir en una sola dosis, 9.6 g de cafeína, el equivalente a 128 tazas de café espresso. Tampoco parece que ocurriría fácilmente. Pero si pensamos en las sustancias que algunos mohos del tipo *Aspergillus* producen en cacahuates, semillas de girasol y otras nueces, las aflatoxinas de *A. flavus* por ejemplo, bastarían menos de 25 mg para dañar irreversiblemente el hígado de una persona de 50 kg y conducirlo a la muerte. Este es tan sólo un ejemplo de muchas de las sustancias tóxicas de origen natural. Gracias al trabajo de muchos especialistas, químicos, fisiólogos, farmacólogos, médicos, nutriólogos es posible tener mayor claridad sobre los efectos que sustancias naturales y sintéticas tienen sobre el estado de salud de los seres vivos.

Pero, ¿qué es y cómo sabemos si una sustancia es sintética? Una

sustancia sintética es aquella cuya molécula es el resultado de una ruta de reacciones llevadas a cabo y controladas en un laboratorio o una planta industrial y en ocasiones, sujeta a un proceso de purificación que asegure que se trata de un único compuesto químico. Por otra parte, las sustancias naturales son producidas por organismos vivos quienes a través de sus procesos metabólicos sintetizan cientos de moléculas diferentes y cada una de ellas con un propósito particular, tener un color para atraer a sus polinizadores o agentes oxidantes para protegerse de depredadores, evitar el daño de su material genético, por citar algunos. De hecho, uno de los grandes éxitos científicos de todos los tiempos, ha sido la capacidad de copiar de la naturaleza algunas de sus moléculas y producirlas en gran cantidad. Así tenemos que, a través de un cuidadoso trabajo en el laboratorio químico, es posible diseñar formas de “armar” moléculas idénticas a las de la naturaleza partiendo de “piezas” diferentes. Esto tiene enormes ventajas como las que mencionamos a continuación.

Productos sintéticos que protegen los bosques tropicales

Es muy probable que algunas de las cosas dulces que más disfrutas contengan vainilla. La vainilla se utiliza en muchos alimentos debido a que además de su sabor característico, tiene la propiedad de potenciar el sabor de las cosas dulces. En el mundo se consumen aproximadamente 12,000 toneladas de vainillina cada año de las cuales, únicamente 1800 provienen de la planta *Vanilla planifolia*. (Figura 1) La Vainilla es uno de los regalos que México le dio al mundo. Los aztecas ya perfumaban sus bebidas de cacao con vainilla y esta combinación de sabores llegó a Europa en 1528.

La planta de vainilla es una orquídea que requiere para su cultivo un clima húmedo tropical y una altitud de aprox. 1500 m sobre el nivel del mar y un suelo muy rico en materia orgánica. Adicional a estos requisitos, se necesita que un tipo particular de abejas que no tienen aguijón (*Melipona*) y algunos colibríes sean sus polinizadores y estos, sólo se encuentran en América Central. Madagascar se ha convertido en el productor número uno de vainilla en el mundo y, al no tener a los polinizadores naturales de la planta, requiere que cada una de las flores sea polinizada a mano. Es decir, una persona utiliza un hisopo para polinizar cada flor y, en el mejor de

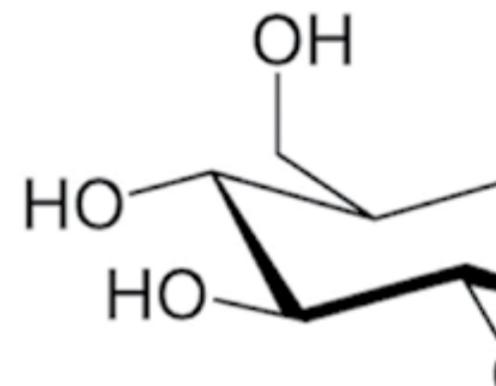
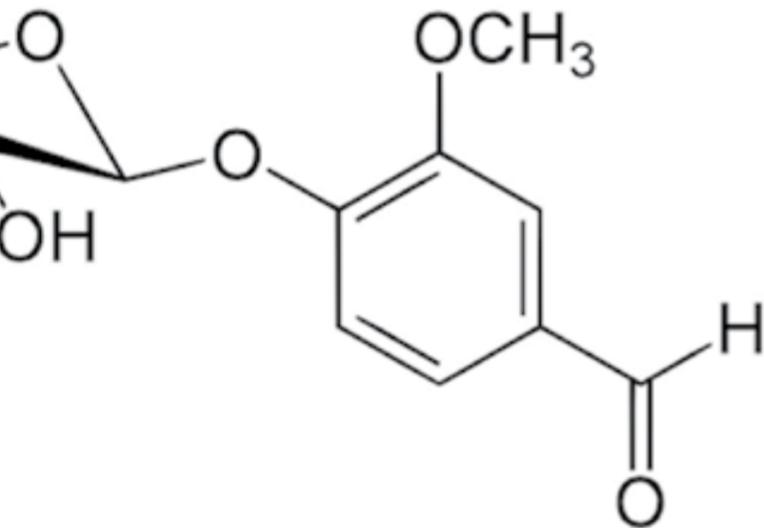


Figura 2. Estructura química de la gluco-vainillina, precursor natural de la vainilla.

los casos, logra hacerlo en 1000 flores al día. Con esto, podemos imaginar que aún la vainilla producida naturalmente requiere una gran cantidad de trabajo humano. La vaina de vainilla tiene una longitud entre 10 y 20 cm de largo y no contiene la vainilla en la forma en la que la utilizamos, tiene una cantidad importante de una molécula precursora, la gluco-vainillina, (Figura 2) que a través de una serie de transformaciones que se provocan en el proceso de curación de la vaina, produce la vainillina.

La curación de las vainas consiste en un tratamiento térmico (aprox. 70 °C) en un ambiente húmedo por periodos de semanas y posteriormente, por un proceso de secado en aire tibio (aprox. 35 °C), también por varias semanas, al final del cual las vainas son flexibles, lustrosas y han transformado sus componentes iniciales en una cantidad considerable de vainillina que a veces se observa como pequeños cristales sobre su superficie. Estudios recientes han demostrado que el proceso natural involucra la dispersión de la gluco-vainillina desde el interior de la vaina hasta el exterior y su posterior hidrólisis por una enzima específica, la b-D-glucosidasa. Esta enzima se encontró en las bacterias que viven en la superficie de la vaina y se demostró recientemente son las responsables de la mayor parte del proceso de hidrólisis, con lo que tenemos una transformación bioenzimática. Sin embargo, esta preparación de las vainas, no solo libera a la vainillina de su precursor, sino que se han identificado más de 300 moléculas resultado de las transformaciones químicas que ocurren en la curación de las vainas, transformaciones también dependientes de la región en



la que se cultivó. Los extractos naturales se obtienen lavando las vainas con alcohol etílico que disuelve a la mayor parte de los componentes que dan el olor y sabor característico. Si sólo el 15% de la vainilla en el mundo se obtiene a través del proceso bioenzimático, ¿cómo se obtiene el 85% restante?

El siglo XIX se distinguió en las ciencias químicas en Europa por el interés en obtener compuestos que fuesen mejores o similares que los obtenidos de fuentes naturales. Esto era particularmente importante por ejemplo, para evitar los altos costos de importar los colorantes con los que se teñían las telas. La industria de los colorantes es un resultado importantísimo de la síntesis química pero, también la de otros compuestos orgánicos. En 1874 se descubrió que a través de una oxidación del eugenol, la substancia característica del olor de los clavos de olor, era posible obtener un extracto con el olor característico de la vainilla. Años más tarde, cuando la estructura química de la vainillina fue determinada con exactitud, se encontró que existían otras

alternativas de menor costo para obtenerla. Una de ellas es a través de la oxidación y destilación de un subproducto de la obtención de la pulpa de madera en la industria papelera. Más adelante, este método se substituyó por razones de protección del ambiente, por el tratamiento de un compuesto petroquímico, el guayacol. En los extractos de las vainas de vainilla la vainillina es el compuesto más abundante de los 300 que se obtienen. La estructura química de la vainillina que se obtiene en la oxidación de los licores de madera es idéntica a la natural. Existe otra ruta de síntesis a partir del catecol, mediante el cual se produce la etil-vainillina que tiene el mismo olor y un sabor tres veces más intenso que la vainillina, lo que hace atractiva su utilización en la industria de los alimentos. (Figura 3) A diferencia de los extractos naturales que contienen una mezcla de compuestos, los saborizantes artificiales, consisten únicamente de una solución de vainillina o etil-vainillina en agua y algunas otras sustancias para darle un color similar al de los extractos naturales, por

lo general azúcar quemado o caramelo.

Sin la alternativa sintética del sabor vainilla, es muy probable que los alimentos con ese sabor tendrían precios muy altos debido al costo de la vainilla natural. También, la presión sobre los bosques tropicales húmedos para ampliar las zonas de cultivo de un solo tipo de orquídea en ellos, la *Vanilla planiflora*, podría resultar en una catástrofe ecológica al disminuir la biodiversidad de estos valiosos ecosistemas. El trabajo químico de síntesis hace accesible para todos este sabor que tanto disfrutamos. De hecho, existen otros sabores que disfrutamos ampliamente gracias a la síntesis química, el sabor a menta es otro de ellos. No hay plantaciones suficientes para abastecer la demanda del mentol, pero si hay talento químico suficiente para generar rutas sintéticas seguras para el consumidor y el medio ambiente.

¿Por qué un pequeño cambio produce un sabor más intenso?
Como pueden notar en las figuras 3 y 4, en las vainillinas

artificiales, hay una cuya fórmula es idéntica a la que se produce en las vainas y otra, que tiene un átomo de carbón adicional. Explicar la diferencia requiere que nos asomemos a entender un poco la forma en la que detectamos un sabor. La percepción del sabor ocurre en los receptores que tenemos en la boca, principalmente en la lengua. Estos se activan con interacciones débiles con las moléculas que aportan el sabor a los alimentos. Los receptores actúan como cerraduras en las que solamente cierta forma de moléculas con ciertos tipos de átomos puede entrar y activar el sabor. Por ejemplo, se encontró que los átomos de nitrógeno y oxígeno unidos a hidrógenos (grupos N-H o O-H) en una parte de la molécula y átomos N y O en otra parte más, un grupo que no le guste mucho interactuar con el agua, hidrofóbico, produce, por lo general, el sabor dulce. Es un poco más complicado que ello ya que se sabe que hay por lo menos ocho sitios de contacto entre el receptor y la molécula

que produce el sabor dulce. En la vainilla, nuestra percepción de su sabor dulce, requiere además un aroma particular, es decir el estímulo es doble. La diferencia entre la vainillina y la etil-vainillina reside en la forma en la que interactúan con el receptor. La primera forma interacciones más débiles que después de un pequeño lapso desaparecen, mientras que la segunda, permanece unida al receptor más tiempo porque su estructura le permite unirse más fuertemente a él. (Figura 4) Al ocurrir ello, la cantidad necesaria de etil-vainillina para que un alimento tenga un sabor distintivo será mucho menor que la de la vainillina. Por supuesto, esto último tiene consecuencias en el costo de los ingredientes.

Para leer un poco más sobre la vainilla:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Vainilla>

<http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-1/TSIA-5%281%29-Cid-Perez-et-al-2011.pdf>

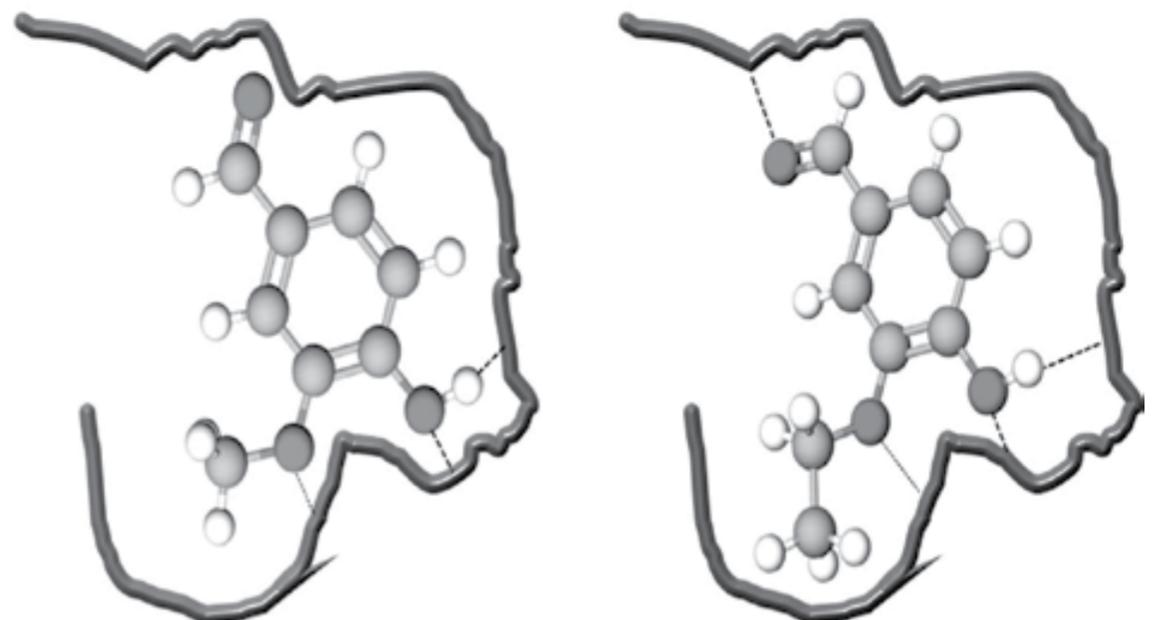


Figura 4. Representación de la forma en la que las moléculas de vainillina (izquierda) y etil-vainillina, (derecha) se acomodarían en un supuesto receptor del sabor dulce. Las líneas punteadas representan las posibles interacciones que se forman con el receptor y que son responsables de activar la percepción del sabor.

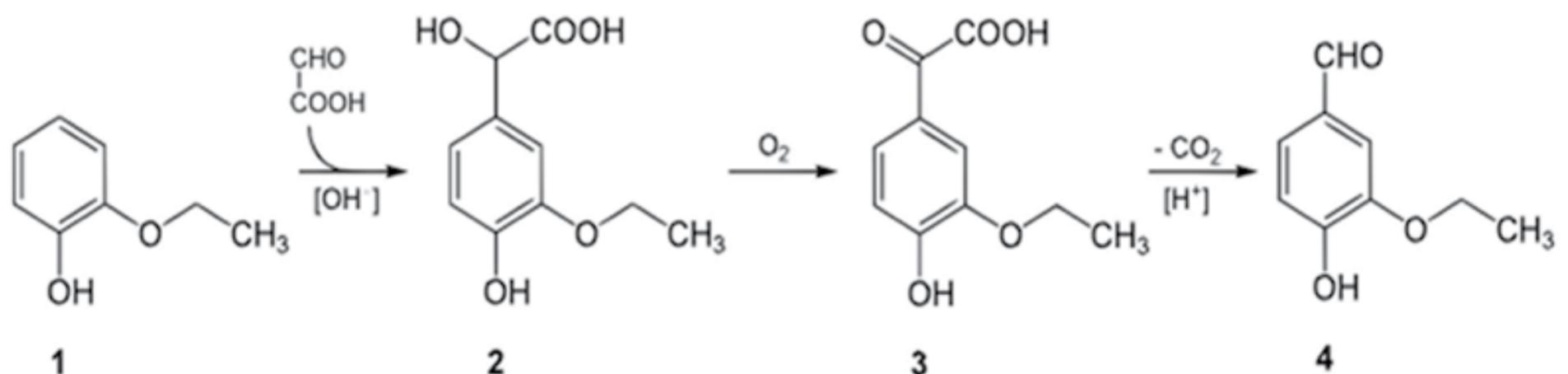


Figura 3. Esquema del proceso de síntesis de la molécula de etil-vainillina (4) a partir del catecol (1) Los compuestos (2) y (3) son intermediarios de síntesis. Se observa la forma en la que los químicos sintéticos modifican progresivamente el reactivo inicial hasta obtener el producto deseado.