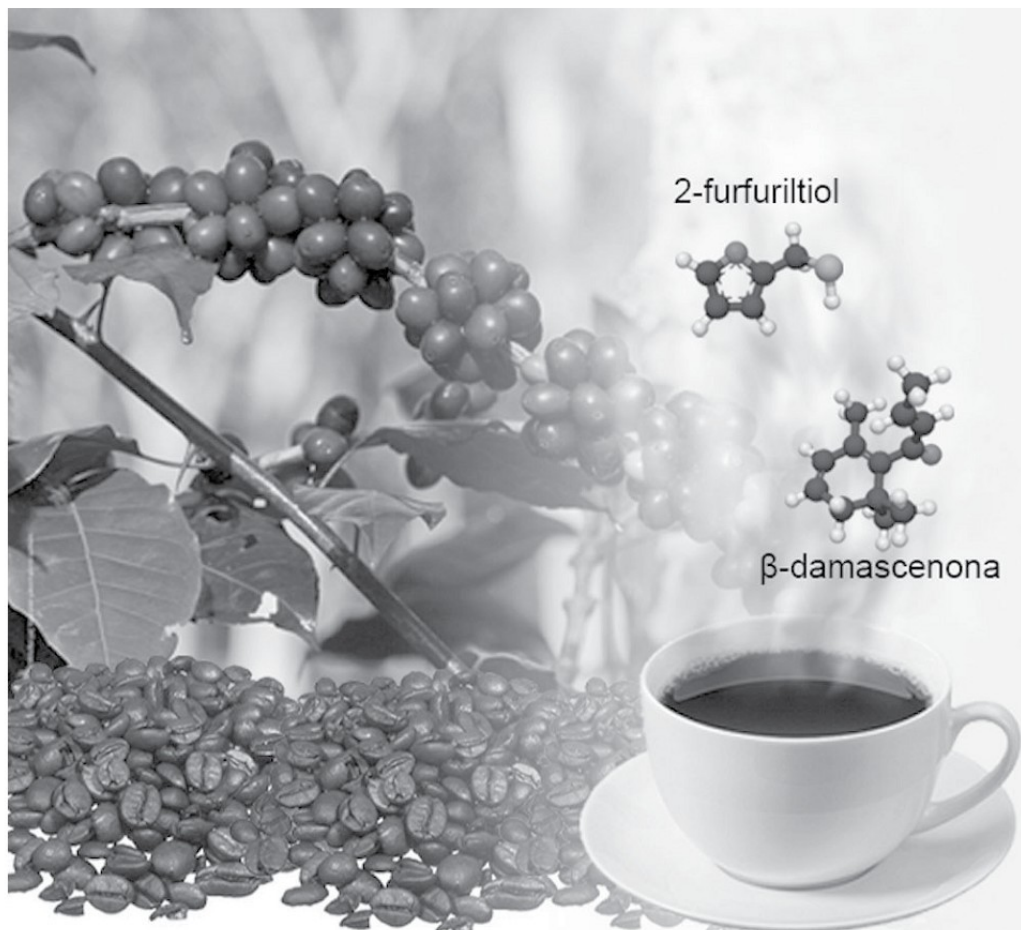


Café, ciencia, y otras aromáticas

CONEX



arábica y robusta, respectivamente. Aunque el café del tipo robusta contiene aproximadamente dos veces más cafeína que el café del tipo arábica, es este último el que más se consume debido a sus propiedades organolépticas. En comparación con el café robusta, el arábica es un café menos amargo y ácido, además de ser más aromático. Estas diferencias surgen debido a que la semilla del café de ambas especies almacena distintas concentraciones de moléculas pequeñas a las cuales conocemos como "metabolitos secundarios". Algunos de los metabolitos secundarios se transforman en moléculas volátiles y aromáticas durante el tostado de los granos de café. Entre estos metabolitos encontramos a la molécula 2-furfuriltiol, la principal responsable del aroma distintivo del café. Esta molécula es altamente volátil, por lo cual la percibimos desde el grano, ya sea tostado o molido, pero aun más al contacto con el agua caliente. Otras moléculas presentes en el aroma del café son la β -damascenona y varias pirazinas. β -damascenona otorga al aroma del café las notas de miel y frutas, mientras que las pirazinas contribuyen al aroma a tostado y a las sutiles notas de nueces que se perciben ocasionalmente. Además de estas moléculas, muchas más contribuyen en menor medida para generar el aroma complejo y delicioso que acompaña a una taza de café; por ejemplo, muchas moléculas conocidas como furanos despiden un ligero aroma a caramelo, pues se forman a partir de la pirólisis, o degradación por calor, de azúcares. La cantidad de cada molécula en las semillas del café dependerá de diferentes factores: la especie de la planta, las propiedades del suelo en el que crecen, y la cantidad de luz y agua que reciben, entre otros. Por ello, el café de cada región nos envuelve en una experiencia sensorial particular al reflejar, en última instancia, las peculiaridades geográficas y climáticas de los lugares en donde el café fue cultivado.

Estructura y efectos de la cafeína

Los efectos estimulantes del café se deben principalmente a la cafeína, una molécula del grupo químico de las xantinas, entre las cuales se incluye a la adenosina (Fig. 1 A, B). Cuando la adenosina se une a sus receptores en las neuronas induce un estado de aletargamiento, mientras que en los vasos sanguíneos causa dilatación. Así, la adenosina nos hace sentir somnolientos al disminuir nuestra actividad neuronal;

Gustavo Rodríguez Alonso
Instituto de Biotecnología, UNAM

Gustavo cursó la Licenciatura y la Maestría en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la UAEM. Actualmente es estudiante de Doctorado en Ciencias Bioquímicas en el Instituto de Biotecnología de la UNAM, estudiando los mecanismos moleculares del crecimiento de la raíz primaria de las cactáceas. Agustín LópezMunguía

Es una mañana lluviosa. Frente a mí, una taza humeante me seduce con el aroma de la bebida energética más consumida en el mundo: el café. Esta es apenas una de las 2.25 mil millones de tazas de café que se consumirán tan solo durante el día de hoy. La historia

del café puede contarse desde una gran cantidad de aristas, por ello representa una excelente oportunidad para narrarse a través de las Conexiones que tejeremos entre los diversos saberes, sabores y anécdotas que lo rodean.

El café viajero

Antes de que el café fuera popular en todo el mundo, tuvo que emprender una larga travesía por distintos países. La semilla del café viajó desde Etiopía, su centro de origen en África, hacia Yemen y de allí a La Meca, donde se popularizó entre los practicantes del Islam. Los musulmanes prohibieron el consumo del café por considerarlo una bebida embriagante hasta que, a mediados de 1500, se levantó la prohibición. El café llegó a Sri Lanka, desde donde fue llevado a Constantinopla y posteriormente a Damasco. Finalmente, a principios de 1600, el café se

introdujo en Europa a través de los canales de Venecia. En Italia hubo otra controversia religiosa, pues al ser una bebida popular entre los musulmanes, los cristianos la asociaron rápidamente con los "infiernos" y promovieron la idea de que era una bebida creada por Satanás. La aceptación del café en el occidente, dominado por el cristianismo, se atribuye al Papa Clemente VIII. Se cree que los consejeros papales presionaron a Clemente para prohibir el consumo del café, pero el Papa decidió probar la bebida antes de prohibirla. Clemente VIII quedó tan maravillado por el aroma del café y sus efectos, que concluyó que era un error permitir que los musulmanes monopolizaran tan placentera bebida, de modo que para resolver el conflicto del origen pagano del café, el Papa decidió "bautizarlo". A partir de ese momento el consumo del café se expandió rápidamente por toda Europa, y a principios de

1700 llegó a Surinam, en Sudamérica. Las bondades climáticas de la región tropical de América proporcionaron un terreno fértil para los cafetales, y su cultivo se extendió hasta llegar a la Nueva España. Actualmente, gran parte del café que se consume se siembra en nuestro continente, siendo Brasil y Colombia los principales productores. Y aunque la producción del café ha disminuido notablemente en México en los últimos años, las variedades de café mexicano se reconocen mundialmente por la delicadeza de su aroma y el equilibrio en su sabor.

Química para los sentidos

El café que consumimos en México, y el 70% del café que se consume en el mundo, se obtiene a partir de la especie *Coffea arabica*, la cual junto con *C. canephora*, es la especie de café más cultivada. *C. arabica* y *C. canephora* dan lugar a los tipos de café

cas historias. IONES

al mismo tiempo, la vasodilatación asegura la correcta oxigenación de nuestro cuerpo al dormir. La estructura química de la adenosina y de la cafeína es similar, por ello, la cafeína puede ocupar el lugar de la adenosina en sus receptores y de esta forma bloquear su actividad. Así, la cafeína no "nos despierta" sino que impide que el sueño llegue. Debido a que la actividad de la adenosina es bloqueada por la cafeína, las neuronas sintetizan más receptores de adenosina ante la falta de este estímulo y, como consecuencia, los bebedores de café necesitarán dosis más elevadas de cafeína para percibir sus efectos.

Además de los efectos que mencionamos para el sistema nervioso, la cafeína también estimula a las glándulas suprarrenales, las cuales liberan adrenalina. La adrenalina es una hormona que promueve un estado de alerta generalizado: la presión arterial y el ritmo cardíaco aumentan y nos preparamos para actuar rápidamente ante situaciones de estrés. Esta es una de las razones por las cuales el café, en dosis elevadas, genera o exacerba la ansiedad en algunas personas.

Café para las abejas

La cafeína y otros metabolitos producidos por la planta del café otorgan a esta bebida su característico sabor amargo y ácido. Las plantas no pueden huir de sus depredadores, por lo cual utilizan a estas moléculas como disuasorios para los insectos herbívoros, quienes disgustados por el sabor amargo preferirán buscar otra planta para alimentarse. Pero algunas especies de plantas, entre ellas los cítricos, incorporan pequeñas dosis de cafeína al néctar de sus flores. Esta estrategia aumenta las probabilidades de reproducción de la planta gracias a las abejas quienes, al igual que nosotros, gustan de la cafeína y pueden hacerse adictas a ella. Cuando las abejas encuentran flores con néctar "cafeinado", se vuelven hiperactivas y visitan más frecuentemente a dichas flores, además de danzar frente a sus colmenas para señalar a sus compañeras abejas en dónde encontrar a las flores con néctar cafeinado. Tener un mayor número de visitantes polinizadores aumenta las probabilidades de fecundación de las flores y, por lo tanto, de producir frutos para dispersar semillas.

No sólo en el café

Además del café, otras plantas que producen altas concentraciones de cafeína son *Ilex paraguariensis* y *Camellia sinensis* (Fig. 1C). El nombre científico de estas plantas ya nos habla de su lugar de origen: "*paraguariensis*" nos remite a Paraguay, y "*sinensis*" nos manda hasta el oriente, pues en Latín significa "de la China". Estas dos plantas son ampliamente consumidas en infusiones. *I. paraguariensis* se conoce como yerba mate y es muy popular en Sudamérica, principalmente en Uruguay y Argentina. Por su parte, *Camellia sinensis*, la planta del té, se consume en todo el mundo. Las distintas variedades de té representan diferentes grados de oxidación de las hojas y brotes de esta planta. El té blanco se obtiene a partir de las hojas más jóvenes y menos oxidadas, a menudo protegidas del sol para disminuir la cantidad de clorofila, mientras que el té verde se obtiene de hojas maduras y verdes. En ambos casos, las hojas de té se desecan inmediatamente después de su colecta para evitar su oxidación. Las hojas destinadas para el té negro, por su parte, se dejan marchitar un poco antes de desecarse, con lo cual se oxidan y la clorofila se toma marrón como consecuencia de su degradación. Anteriormente se creía que el café, el té y la yerba mate contenían cafeína, teína y mateína, respectivamente. Ahora sabemos que estos tres nombres designan a la misma molécula. En Brasil nos encontramos con otro ejemplo de plantas con alto contenido de cafeína: el guaraná (*Paullinia cupana*), la cual se consume en infusiones, dulces y refrescos. En todos los casos, son los efectos de la cafeína sobre nuestro sistema nervioso lo que ha colocado a estas plantas y sus infusiones en un lugar preponderante en las distintas sociedades. Como hemos visto, las plantas de café, té, mate, guaraná, e incluso el cacao y los cítricos son capaces de sintetizar cafeína, sin embargo, las diferentes familias de plantas utilizan vías metabólicas distintas para este fin. Así, la capacidad de sintetizar cafeína surgió de manera independiente al menos cuatro veces en las plantas durante la evolución de estos organismos, y una vez que las plantas adquirieron la capacidad de sintetizar cafeína, las vías metabólicas asociadas a este proceso se han mantenido debido a las ventajas adaptativas: repeler herbívoros y atraer polinizadores. Este es un ejemplo del fenómeno natural co-

nocido como evolución convergente, en el cual un carácter se origina de forma independiente durante la evolución de dos o más especies.

Una cafetera en el ciberespacio

Hemos realizado hasta ahora un recorrido por la química del aroma del café, los efectos fisiológicos de la cafeína, y echamos un vistazo a cómo la evolución convergente permitió que diversas plantas adquirieran la capacidad de sintetizar cafeína mediante rutas diferentes. Pero la cafeína no impacta más allá de estos ámbitos. Por ejemplo, en 1991 en la Universidad de Cambridge, el departamento de computación se alojaba en un edificio de siete pisos y contaba con una sola cafetera para abastecer a los estudiantes y

profesores. No es difícil imaginar a las personas malhumorarse luego de realizar un viaje hasta la única cafetera del edificio y encontrarla vacía. Este fue el motivo por el cual se colocó una cámara que fotografiaba a la cafetera constantemente y mandaba la foto a todas las computadoras conectadas en la red interna del edificio. En 1993, cuando los navegadores web permitieron desplegar imágenes, la cafetera de Cambridge se podía monitorear desde cualquier lugar del mundo. Así, y gracias a nuestro gusto por el café, nació la primera cámara web. La posibilidad de enviar y recibir videos entre dos terminales se exploró rápidamente para las telecomunicaciones. Hoy, las videollamadas desde los teléfonos móviles o desde las computadoras nos resultan cotidia-

nas. Pero nada es eterno: aunque la cafetera de Cambridge fue vista por aproximadamente 2.1 millones de personas, el cambio de sede del departamento de cómputo obligó a que la primera cámara web del mundo se apagara a las 9 a.m. del 22 de Agosto del 2001.

La próxima vez que beba una taza de café recuerde el viaje que esta semilla hizo alrededor del mundo y a través de la historia; recuerde a las abejas y a las flores que las gratifican con néctar dotado de cafeína; o sonría, porque gracias a una cafetera podemos hacer ahora videoconferencias. La taza de café que me acompaña en la escritura de esta contribución está próxima a terminarse, y con el último sorbo me despido de este espacio. ¡hasta la próxima!

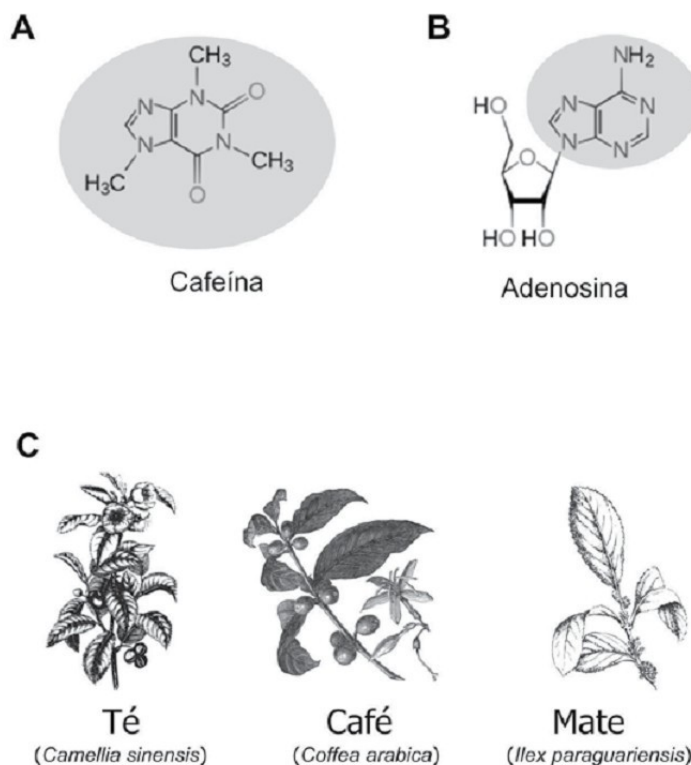


Figura 1. Estructura química de la cafeína (A) y la adenosina (B). La estructura de dos anillos, resaltada sobre un fondo gris, permite que ambas moléculas puedan reconocerse por el mismo receptor. C: El té, el café y la yerba mate son ejemplos de plantas en las cuales la convergencia evolutiva condujo de manera independiente a la capacidad de sintetizar cafeína.