

Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

Mensajes en el aire

Karina Galache · Wednesday, February 10th, 2021

Categorías: [Ciencias Naturales y de la Salud](#), [Zona Abierta](#)

Una mañana mientras vas caminando pasas frente a una casa con la ventana abierta y hueles el delicioso aroma de un desayuno recién preparado. Inmediatamente recuerdas con nostalgia los fines de semana antes de la pandemia, cuando ibas a desayunar a casa de tus abuelos. Ese mismo día, por la tarde al regresar a tu hogar, entras en la cocina y hueles algo desagradable. Buscas el origen y te das cuenta de que olvidaste sacar la basura.

Estas dos experiencias involucran al sentido del olfato, y en ellas nos encontramos con dos conceptos distintos: los olores y los compuestos aromáticos. De manera simplificada podemos decir que un olor es una sensación que se origina por la recepción de un estímulo en nuestro sistema olfativo, producido por sustancias que se conocen como compuestos aromáticos. Es decir, un olor proviene de la interacción de diferentes especies químicas volátiles e incluye compuestos orgánicos como inorgánicos [1].

En este escrito hablaremos principalmente de los compuestos orgánicos volátiles y que desde ahora solo llamaremos volátiles. Son un gran grupo de metabolitos orgánicos con diferentes grupos funcionales. Con “orgánicos” nos referimos a que contienen carbono en sus estructuras y por “volátiles” a que se encuentran en forma de gas a temperatura ambiente. Otras características físicas son su bajo peso molecular, bajo punto de ebullición, alta presión de vapor y que pueden difundirse a través del aire y del agua.

Los volátiles son ampliamente producidos por animales, plantas, hongos y bacterias para comunicarse con amigos y enemigos a largas distancias. Por ejemplo, los mensajes entre las raíces de las plantas y las bacterias del suelo pueden viajar distancias tan grandes como 12 cm. Tal vez para nosotros sea un trecho muy pequeño, pero para una bacteria es un mensaje de larga distancia que puede contener información muy importante, pues la planta podría dar aviso de un entorno rico en nutrientes o pedir ayuda porque está siendo atacada. Así, las plantas pueden reclutar bacterias específicas en situaciones de estrés [2].

Las plantas y los microorganismos suelen cooperar para sobrevivir en ambientes desfavorables. Y las regiones que pueden ser calificadas como desfavorables son los desiertos. Estas zonas áridas y semiáridas cubren cerca del 40% de la superficie terrestre y alrededor de la mitad de nuestro país. Se caracterizan por temperaturas extremas, alta radiación ultravioleta, períodos prolongados de sequía y suelos con bajo contenido de nutrientes.

Los agaves y cactus son endémicos de las zonas áridas del continente americano y en la última década se han estudiado sus microorganismos representativos [3,4] y los volátiles que emiten [5,6]. Estos microorganismos pueden vivir dentro y fuera de las raíces y tejidos aéreos (hojas), pero también en el suelo cercano.

Y ¿todos los microorganismos que viven con agaves y cactus producen volátiles? Es probable que sí. Con la tecnología con la que se pueden analizar actualmente se han identificado cuarenta volátiles producidos por las bacterias de los filos Actinobacteria, Firmicutes y Proteobacteria, de los cuales, diez volátiles no se reportaron previamente. Respecto a los hongos, se identificaron 94 volátiles de los cuales 44 no fueron reportados como volátiles microbianos previamente, y los produjeron 21 cepas de hongos pertenecientes al filo Ascomycota y una cepa del filo Mucoromycota.

Como paréntesis, con “filo” nos referimos a una categoría que los científicos usan para clasificar o agrupar a los organismos, basados en su información genética (y por lo tanto, su historia evolutiva), pero también se consideran otras características para realizar la clasificación: cómo crecen, qué nutrientes procesan y mucha información más. La ciencia que se encarga de nombrar, describir, clasificar y descubrir organismos es la taxonomía.

Por ejemplo, los humanos pertenecemos, junto a hongos y plantas, al dominio Eukaryota (en comparación con las bacterias que pertenecen al dominio Bacteria). En cuanto a reino, pertenecemos al reino Animalia, mientras que las plantas pertenecen al reino Plantae y los hongos al reino Fungi. Nuestro filo es Chordata (cordados), que significa que en alguna etapa de nuestra vida o permanentemente, tenemos un notocordo o cuerda dorsal de la que se deriva la columna vertebral. Para más información taxonómica de algunos organismos que se mencionan en el texto, ver la Tabla 1.



De regreso con los volátiles, entre los cuarenta identificados en bacterias podemos destacar el etil isovalerato y alcohol 2-feniletílico, además del acetato de isoamilo, 3-metil-1-butanol, alcohol bencílico, y 3-(metiltio)propanol, que aplicados por separado y en algunas mezclas, envían mensajes con efectos positivos a plantas modelo como *Arabidopsis thaliana*, y también a sus plantas nativas como *Agave tequilana* y *Agave salmiana* [5]. Entre los volátiles fúngicos, sobresalen el monoterpeneo canfeno y el benzoato de bencilo por influir positivamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas estudiadas. Estos resultados sugieren que aunque sean diferentes especies de plantas pueden responder a los mismos mensajes químicos.

Cabe resaltar que los efectos positivos se lograron al exponer una sola vez a las plantas durante 60 días, lo cual es un tiempo relativamente corto, considerando que los agaves necesitan entre 7 y 15 años para madurar (dependiendo de la especie) y ser utilizados en diversos sectores con importancia económica. Los efectos positivos en las plantas de agave se notaron incluso cuatro meses después de la exposición a los volátiles.

¿Qué olor tienen estos volátiles? El etil isovalerato despide un olor frutal similar a la pera, y el acetato de isoamilo un aroma a plátano. El monoterpeneo canfeno es amaderado y recuerda al olor del alcanfor o la menta, mientras que el alcohol 2-feniletílico tiene un aroma ligero a rosas. Si consideramos su clasificación química, el etil isovalerato es un éster, es decir, compuestos que se forman por la unión de ácidos con alcoholes y representan a los volátiles más producidos por las bacterias analizadas (35%), mientras que los hongos produjeron en su mayoría terpenos (40.4%)

como el canfeno, que son hidrocarburos simples, es decir, compuestos químicos formados por carbono e hidrógeno.

¿Qué tan generales o particulares son los mensajes codificados en los volátiles dentro del mismo nicho ecológico? En otras palabras, ¿todos los microorganismos pueden producir los mismos mensajes o son diferentes? Al realizar la comparación de volátiles difundidos por bacterias y por hongos, encontramos que sólo seis son producidos por ambos, y de éstos, tres son los que promovieron el crecimiento de las plantas: 3-metil-1-butanol, alcohol bencílico y alcohol 2-feniletílico. Asimismo, el alcohol bencílico y el alcohol 2-feniletílico son los volátiles que se produjeron con mayor frecuencia, lo que sugiere que estos metabolitos podrían considerarse como “firmas metabólicas” de las comunidades microbianas asociadas con las plantas que crecen en el desierto.

Los volátiles identificados no son dañinos para la salud humana en las concentraciones necesarias para promover el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, el uso de volátiles en la agricultura parece seguro, pero sobre todo, prometedor. Además, dado que plantas, hongos y bacterias se pueden comunicar difundiendo volátiles, se ha propuesto que son una “lengua franca” [7], es decir, un lenguaje que muchos organismos entienden y al que pueden responder, así como para nosotros en la ciencia, la lengua franca es el inglés.

Si bien los humanos no dependemos de los volátiles para comunicarnos y a menudo se considera al olfato como el menos agudo de nuestros sentidos, aún quedan muchas preguntas por resolver, por ejemplo: ¿cómo perciben las plantas a los volátiles?, ¿cómo son interpretados y procesados los mensajes en todas las especies vegetales? ¿usan sólo algunos volátiles como señales o varios a la vez?

La comunidad científica seguirá investigando, pero lo que hemos aprendido hasta ahora con relación a los microorganismos asociados con los agaves y los cactus (principalmente los hongos) es que representan una rica fuente de volátiles novedosos y diversos, cuyas funciones biológicas, en su mayoría, aún desconocemos.

Artículos revisados para la elaboración del texto

1. Conti C, Guarino M, Bacenetti J. Measurements techniques and models to assess odor annoyance: A review. *Environ Int.* 2020;134: 105261.
2. Schulz-Bohm K, Gerards S, Hundscheid M, Melenhorst J, de Boer W, Garbeva P. Calling from distance: attraction of soil bacteria by plant root volatiles. *ISME J.* 2018;12: 1252–1262.
3. Fonseca-García C, Coleman-Derr D, Garrido E, Visel A, Tringe SG, Partida-Martínez LP. The Cacti Microbiome: Interplay between Habitat-Filtering and Host-Specificity. *Front Microbiol.* 2016;7: 150.
4. Coleman-Derr D, Desgarenes D, Fonseca-García C, Gross S, Clingenpeel S, Woyke T, et al. Plant compartment and biogeography affect microbiome composition in cultivated and native Agave species. *New Phytol.* 2016;209: 798–811.
5. Camarena-Pozos DA, Flores-Núñez VM, López MG, López-Bucio J, Partida-Martínez LP. Smells from the desert: Microbial volatiles that affect plant growth and development of native and non-native plant species. *Plant Cell Environ.* 2019;42: 1368–1380.
6. Camarena-Pozos DA, Flores-Núñez VM, López MG, Partida-Martínez LP. Fungal volatiles

emitted by members of the microbiome of desert plants are diverse and capable of promoting plant growth. *Environ Microbiol.* 2021.

7. Schulz-Bohm K, Martín-Sánchez L, Garbeva P. Microbial Volatiles: Small Molecules with an Important Role in Intra- and Inter-Kingdom Interactions. *Front Microbiol.* 2017;8: 2484.

This entry was posted on Wednesday, February 10th, 2021 at 7:18 pm and is filed under [Ciencias Naturales y de la Salud](#), [Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.