

Documento de trabajo: ¿De dónde sacan las flores su olor?

Autores: Luis Fernando Echeverri López, Ana María Londoño Rivera, Luisa Fernanda Muriel Gil, Carolina Arango Hurtado.

Año: 2017

Resumen:

Se considera que la presencia de sustancias olorosas en las flores de las plantas obedece a una manera de relacionarse con otros organismos, como insectos, herbívoros, microorganismos y otras plantas, para asegurar su supervivencia. Esas sustancias se sintetizan en las células vegetales de un modo paralelo a sus procesos vitales y se producen como una compleja mezcla que incluye los denominados terpenos. El hombre ha aprendido a usar esos olores para usos muy diversos, entre los cuales cabe destacar la perfumería y la cosmética, así como la agricultura. Actualmente se enfatiza el papel de esas moléculas en la modulación del comportamiento humano.

Palabras claves: Flores, aromas, aceites esenciales, ecología química, semioquímicos, bioquímica, insectos, aplicaciones, funcionamiento.

Introducción

Todos los organismos tienen diferentes maneras de interrelacionarse para existir en un nicho específico. El olor es muy importante para muchos de ellos, principalmente para las plantas que no pueden desplazarse, lo que limita sus posibilidades de supervivencia y perpetuación. Responder por tanto a la pregunta: ¿De dónde sacan las flores los olores?, es involucrarse en lo que científicamente se conoce como Ecología Química, en la cual se explican las relaciones entre los diferentes organismos de la Biodiversidad a través de sustancias químicas que actúan como mensajeras. Y de esas sustancias químicas es que están compuestos los olores o aromas. Dentro de la Ecología Química, el tipo de sustancias que intervienen en la comunicación entre especies se llaman Semioquímicos. Estos son de dos clases, según si actúan sobre organismos de la misma especie y se llaman entonces Feromonas, o sobre especies diferentes y se conocen en este caso como Aleloquímicos; estos últimos a su vez son de dos tipos, de acuerdo a la finalidad que tenga. Si son benéficas para el emisor se llaman Alomonas y si lo son para el receptor se llaman Kairomonas; los olores de las flores pueden actuar entonces de muy diversas maneras.



Abeja en una flor de mostaza

Abejorro en una flor de cerezo



Colibrí en la flor Orgullo de Madeira

Figura 1. Interacciones de las flores. Adaptado de [1]

Como un mensajero, el olor tiene la ventaja de que puede ser transportado por el viento a largas distancias, pero ello exige propiedades físicas especiales, como una alta volatilidad, es decir que de una forma líquida pase a gas o vapor rápidamente y una gran potencia, esto es, que a cantidades muy bajas se perciban muy bien. De hecho, se ha calculado que 0.01 microgramos (mucho menos de la centésima parte de lo que pesa la cabeza de un alfiler) de la feromona sexual de la polilla del gusano de seda es capaz de atraer todos los machos en un rango de un kilómetro y que cuando esa misma sustancia es liberada por el insecto puede atraer machos situados a varios kilómetros de distancia. Ese sistema de detección tan sofisticado en los insectos también es igualmente efectivo en los perros, gatos y especialmente en roedores como la rata, que conservan un desarrollado sistema olfativo llamado Vomeronasal. La evolución humana ha desvirtuado el olfato como un medio de comunicación, que ha sido sustituido por la palabra y los gestos, principalmente

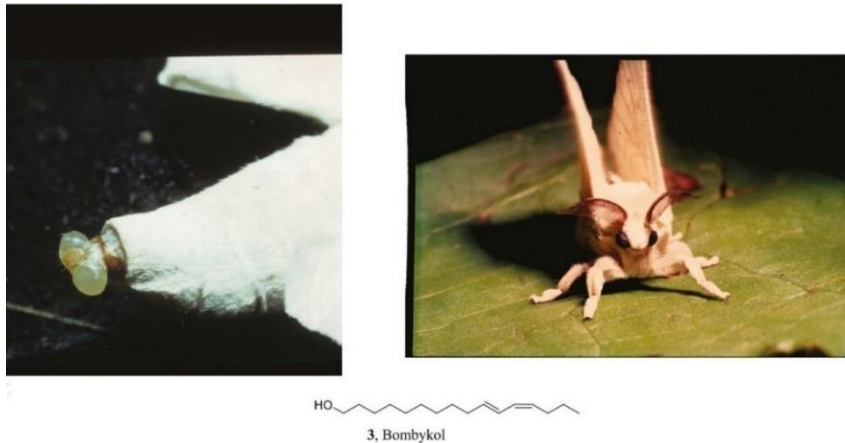


Figura 2. Polilla del gusano de seda hembra (derecha). Nótese la glándula liberadora de la feromona Bombykol; a la izquierda el macho con su múltiple sistema de antena detectoras de feromonas. Adaptado de [2].

Muchos otros organismos también expresan su sociabilidad a través de olores: los perros se huelen entre sí, las cucarachas expiden un desagradable líquido cuando se perturban, los grajos de los árboles expelen un fétido olor al tocarlos, las abejas se agrupan para atacar, las hormigas dejan un rastro químico para señalar un camino y las ratas viven husmeando continuamente en busca de alimento y reconociendo el terreno. Las trufas, unos costosos hongos que se colectan en algunas regiones de Europa, son detectadas por cerdos (hembras) y consumidas por humanos, quienes le atribuyen propiedades afrodisíacas, entre otras, y que tiene un olor característico, emparentado químicamente con algunas sustancias que encuentran en el sudor humano.

Por lo tanto, en este artículo se describen varios aspectos funcionales de los olores de las flores, pero tomando como modelo el hecho de que son mensajeros químicos, también se correlacionan con otros aspectos del quehacer humano y que tienen a esta clase de sustancias como protagonistas.

¿De dónde sacan las flores los olores?

Las plantas no sacan los olores, sino que los sintetizan, es decir, que simultáneamente con los procesos bioquímicos con moléculas grandes, que le permiten crecer y producir hoja o frutos, también generan otras más pequeñas y de estructura muy diversa; entre ellos están los alcaloides venenosos, los carotenos colorantes de flores y frutos, las resinas, y los polifenoles, entre otros. Esas sustancias se llaman metabolitos secundarios, y en teoría no son esenciales para la vida, a diferencia de las macromoléculas que sí son vitales. Pero no solamente las plantas producen metabolitos secundarios, pues también se han detectado en insectos, algunos animales como primates, elefantes, ciervos, castores, peces y otros organismos marinos, serpientes, algas y microorganismos.

Los metabolitos secundarios como los de las flores hacen parte de los llamados Productos Naturales, o sea, sustancias que son producidas por todos los organismos que conforman la biodiversidad, que tienen como componente básico el átomo de carbono. Paradójicamente esos metabolitos secundarios no se producen en los seres humanos. La explicación acerca de la presencia de esas sustancias en dichos organismos ha sido muy debatida. Para unos son

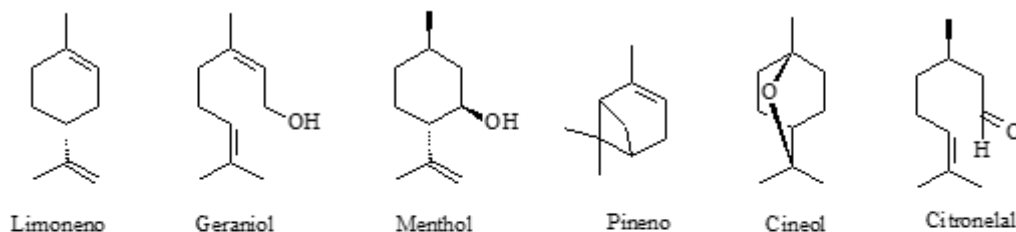
mecanismos de defensa, para otros son basuras del metabolismo y para algunos son sustancias que relacionan a un organismo con su entorno; esta última es una teoría con bastante aceptación hoy.

Es interesante anotar también que no son las flores los únicos órganos de la planta que producen olores, pues es posible hallarlos en prácticamente toda la planta: la raíz de vetiver, la corteza de la canela, la madera del sándalo y el pachulí, la hoja de la menta y el orégano, el fruto del maracuyá, las semillas del anís y el comino, y el incienso en secreciones resinosas.

¿De qué están hechos los olores de las flores?

Las sustancias que le dan olor a las flores se conocen habitualmente como Aceites Esenciales, y al olor en general se le llama Aroma o Fragancia; se llaman aceites por su consistencia grasosa y espesa y esencia por su volatilidad. Estos aceites en su mayoría están constituidos por moléculas pequeñas llamadas Terpenos, de acuerdo a la arquitectura como se disponen los átomos de carbono (Figura 3), pero la estructura de unos pocos no tiene esa arquitectura molecular. Usualmente los olores de las flores no se deben a un solo componente, sino a una mezcla de ellos de varias decenas, aunque una o dos sustancias son las responsables mayoritarias del olor. El geraniol y el alcohol fenilético (que no es un terpeno) le dan su olor a la rosa, el limoneno es típico del limón, el jasmonato del jazmín, el pineno del pino, la citronela del limoncillo, el mentol de la menta, el cineol del eucalipto etc.

TERPENOS



NO TERPENOS

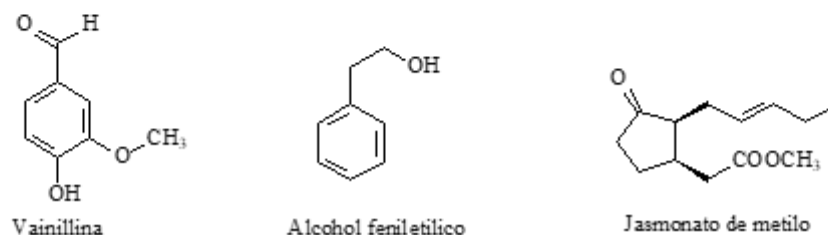


Figura 3. Estructura de algunos componentes de los olores de las flores

Algunas de las flores más conocidas e industrializadas como fuente de Aromas son:

- **La Rosa de Bulgaria** (Figura 4), de ese mismo país, que es materia prima para un aceite de amplio uso en perfumería, cosmética, bebidas, helados, entre otros.

Para la extracción de 1 kilo de aceite se requieren 4 mil kilos de pétalos, cuyo precio es superior al equivalente en oro ¡

- **El Jasmín**, con un rendimiento similar al anterior: de un millón de gramos se obtienen solo 100-200 gramos de aceite; un aroma similar se encuentra en algunas variedades de té.
- El **Azahar**, de las flores de varios cítricos, entre ellos la naranja, el limón, la mandarina y la toronja. Se ha podido identificar hasta 70 terpenos diferentes en su composición.
- **La Vainilla**, producida por una orquídea, originaria de México, aunque estrictamente no es un aceite esencial, ya que estructuralmente no es un terpeno

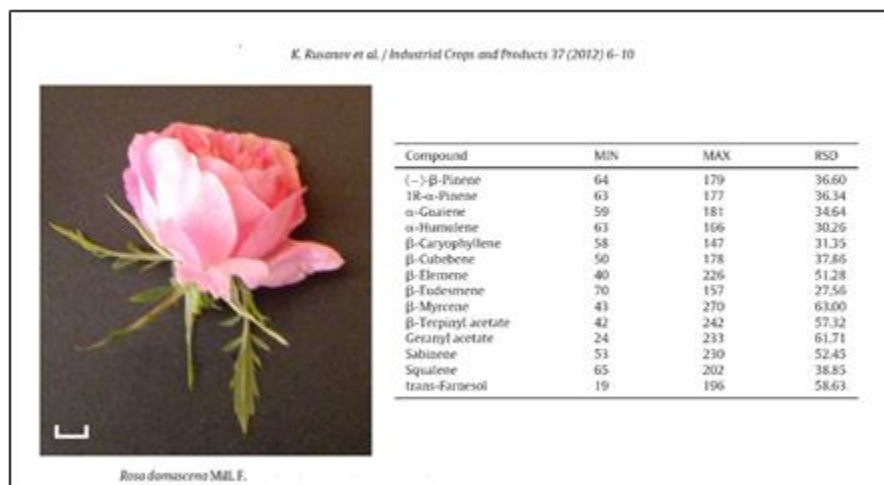


Figura 4. Rosa de Bulgaria y algunos de sus componentes. Adaptado de [3]

Por su bajo contenido en las flores y los complejos del proceso de obtención es que estos aceites tienen precios tan altos en el mercado.

También es posible encontrar flores que no producen aromas, sino sustancias fétidas o hediondas; hay una flor de gran tamaño (1.0-3.0 mts), originaria de Asia y llamada Flor Cadáver (Figura 5), que florece muy pocas veces en la vida de la planta y dura solo unos pocos días. Su nombre vulgar describe acertadamente el tipo de olor que despiden [4], que se ha descrito como carne podrida, y que sirve para atraer varios insectos, uno de los cuales, es una mosca clásica de los cadáveres; su nombre científico *Armorhophallus titanum*, se relaciona con la forma de un falo.



Figura 5. Flor Cadáver *Amorphophallus titanum* y reacciones a su olor [4]

¿Para qué producen olores las flores?

Las sustancias odoríferas u olorosas son el medio de comunicación más rápido y efectivo que tienen las plantas y los insectos; pues el viento las transporta rápidamente hasta sitios lejanos y si tienen potencia biológica suficiente pueden alcanzar hasta kilómetros desde el sitio de emisión. Las plantas no pueden desplazarse; por tanto, han desarrollado varios mecanismos efectivos para defenderse de depredadores y perpetuar la especie. En un caso, algunos olores son bastante desagradables (aunque no siempre las propiedades organolépticas entre el hombre y otros animales son las mismas) y actúan como repelentes; este mecanismo también se complementa con la producción de sustancias de sabor amargo, picante o astringente y con la presencia de espinas. Así se ahuyentan herbívoros, aves e insectos principalmente. De manera similar algunas sustancias volátiles de las plantas tienen acción antibiótica, con lo cual se imparte protección contra microorganismos patogénicos. Por otra parte, algunos aromas (y otras sustancias no volátiles) también sirven para modular e incluso inhibir el desarrollo de otras especies vegetales que amenazan su hábitat, y que se llaman Alelopáticos. Por otro lado, sus frutos maduros e igualmente ricos en aromas atraen aves que dispersan polen y semillas hasta territorios lejanos.

El en caso de perpetuar la especie, la planta debe producir que tener flores y fecundarlas. Este es otro mecanismo de las plantas para asegurar la reproducción y se logra mediante la producción de aromas que atraen aves e insectos específicos, quienes además de tomar la miel, también se impregnan de polen. Es ese trasegar de flor en flor es que se hace posible la fecundación de las flores y por tanto las cosechas que nos alimentan. Esas sustancias volátiles mimifican en algunos casos otras sustancias que sintetizan los insectos y que les sirva para comunicarse entre sí o con otras especies, y que como vimos anteriormente, se llaman Alomonas; algunas incluso tienen la misma estructura de las Feromonas y ocasionalmente potencializan el efecto de estas. Tampoco es extraño que algunos metabolitos de las plantas sean usados como precursores de Feromonas por insectos, que a través de sus propias reacciones químicas las pueden producir indirectamente.

Sin embargo, en esas relaciones químicas ocasionalmente se involucran varios elementos además de los olores, por ejemplo, la forma de la flor en algunas orquídeas remeda el aparato reproductor de la hembra de un insecto, y los llamativos colores también aportan otro tanto. Y obviamente, habrá algunos aromas que solamente son percibidos exclusivamente por un organismo, no necesariamente por el ser humano.

Pero las flores de las plantas no producen olores en todo momento ni en todo el día. Por ello existen horas en las cuales las percibimos con mayor intensidad; hay plantas que producen su máxima cantidad justamente cuando hace más calor, como las gardenias, mientras que otras lo hacen solo de noche; una planta se llama Caballero de Noche o Don Diego de Noche, precisamente por esa razón. Los ciclos de producción de aceites esenciales bien pueden estar relacionados con la sincronización de los tiempos en los cuales posiblemente que repeler o reclutar organismos que inciden en la vida de la planta.

Los olores además de crear sensaciones agradables también alertan sobre peligros: el olor a podrido de una carne alerta sobre los riesgos de ingerirla, en los frutos da idea del estado de maduración, en las flores de su frescura, el olor húmedo indica ausencia de aireación. Al contrario, un olor a pino se asocia en baños y lavaderos como algo aseado.

¿Como se extraen los olores de las flores?

La extracción de los olores de las flores ocurre por varios métodos; en especial se trata de que el método no favorezca la transformación del aceite original o de alguno de sus componentes en otras sustancias indeseables. La más sencilla es la extracción por Prensado, en el que las flores son exprimidas y los aceites esenciales se colectan directamente.

1. Prensado o Expresión
2. Destilación normal
3. Destilación por arrastre de vapor
4. Extracción con disolventes
5. Enflourage.

En la mayoría de los otros métodos se emplea la técnica conocida como destilación (Figura 6), en la cual el material (los pétalos) es calentado lentamente y luego los vapores que se

forman son convertidos otra vez en un líquido, mediante el agua que enfría el condensador por el cual circulan los vapores. Industrialmente también se aplica vacío con una bomba, con lo cual los aceites destilan a temperaturas inferiores a lo normal, y se preservan mejor las moléculas; usualmente los pétalos son remojados con agua para evitar que el calor directo los carbonice. Una de esas variantes es la destilación por Arrastre de Vapor, en el cual sobre un lecho que contiene los pétalos se vierte un chorro de vapor de agua; este vapor entonces circula y arrastra los aceites esenciales, luego esa mezcla es condensada nuevamente a un líquido lechoso que contiene agua y los aceites extraídos. Pasado un tiempo se separan el agua y los aceites, lo que es posible porque en equipo de forma cónica se drena solamente la capa inferior más pesada (agua) y se mantiene la fase superior liviana, que contiene los aceites. Otra metodología emplea disolventes (alcohol etílico, éter) sumergiendo en ellos los pétalos y separándolos luego por filtración.

Figura 6. Equipo de destilación [5]

El Enflourage es un poco más sofisticado; en este se depositan los pétalos sobre una capa de grasa (manteca de cerdo muy refinada); sobre la superficie de las moléculas de grasa se adhieren los aceites esenciales, que luego son reextraídos de la grasa con alcohol etílico y destilados para purificarlos; es un proceso extremadamente lento porque hay que ir renovando los pétalos de vez en cuando. Esta técnica es mencionada en el libro *El Perfume: historia de un asesino*, de Patrick Suskind [6], que describe las aventuras de un refinado perfumista se convierte en un asesino en serie, al tratar de obtener los aromas de las personas, lo cual logra para sus anormales propósitos.

La industria ha estudiado que es posible tomar aceites esenciales abundantes y de bajo impacto aromático y convertirlos por medios químicos y microbiológicos en otros aceites más valiosos en la industria cosmética y perfumera e incluso se pueden convertir en otras sustancias que se pueden usar en la síntesis de moléculas con otras aplicaciones

Que ha aprendido el hombre acerca de los olores vegetales y sus usos.?

Tomando la premisa de que los olores en las plantas son un medio de comunicación y de manipulación del comportamiento de sus vecinos, el hombre ha aprendido a manipularlos para su bien, llegando hasta industrializarlos para diferentes fines. Atraer y Repeler se ha convertido en una exitosa meta, como veremos a continuación.

Perfumería. La industria perfumera surgió principalmente por la aversión de algunas personas hacia el baño y por tanto se tomaron componentes naturales de las plantas, principalmente flores, para obtener perfumes, con los cuales se enmascaraban los malos olores corporales. Hoy esta industria es multimillonaria y se ha vuelto un factor de reconocimiento en la escala social y económica; para acabar de ajustar, las estrellas de cine y música imponen su sello personal a través del diseño y comercialización de sus marcas personales. Cumplen pues, además de un elemento de sociabilidad, un factor de posicionamiento en la sociedad: el perfume llama la atención de alguien, quien lo valora según parámetros organolépticos y económicos, pues en este último caso quiere decir: aquí estoy yo y tengo algo que muy pocos tienen i

Hogar. De manera similar al anterior, en el hogar y en muchos sitios públicos, se desea enmascarar el olor a cocina (grasa) o los malos olores de sitios cerrados y baños. Así tenemos lavaplatos con olor a lavanda, líquidos desinfectantes con olor a pino, limpiavidrios y removedores de grasa con aroma de manzana etc. Para ello se usan aceites esenciales casi todos sintéticos, ya que son mucho más baratos que los extraídos de las plantas.

Alimentación. El conocimiento de las moléculas que le dan olor y sabor a las comidas ha sido otra variante que ha aprendido el hombre para mejorar sus productos; de manera similar a como las plantas llamas a los insectos y estos entre sí, el aroma de un alimento incita a comer y por supuesto a comprarlo. Por ello y gracias a sofisticados equipos se conocen los componentes del aroma de pan recién horneado, del caldo de gallina, del queso y muchos otros alimentos; el sabor a maracuyá lo aportan moléculas que contienen azufre, mientras que el de muchos quesos son ácidos grasos de tamaño pequeño. Normalmente esa mezcla de sustancias se produce por síntesis y se adicionan a los alimentos para reforzar su aroma o modificarlo

Agricultura. Los insectos destruyen miles de toneladas de alimentos; para su control se emplean toneladas de insecticidas, muchos de ellos dañinos para el hombre y el medio ambiente. A industria química ha podido sintetizar la mezcla que constituye el delicado coctel que son las feromonas de un insecto en particular, así que su aplicación en el campo logra ocasionar disturbios en su comportamiento social: los desorienta, dispersa, impide su apareamiento y engaña señales localizadoras etc. En algunos casos esa ha sido una medida efectiva para controlarlos, pero las feromonas por su volatilidad son muy afectadas por las condiciones ambientales, sobre todo por la dirección del viento que ocasiona efectos negativos: Mas comúnmente, estas se depositan en un recipiente que atrae los insectos dañinos y una vez atrapados una trampa impide su salida al campo nuevamente.

Así como las plantas usan sustancias específicas para llamar insectos que ayuden a la polinización, a veces también son víctimas de su propio invento, pues en algunos casos, como en las coles, la producción de esas moléculas atrae insectos adultos, quien depositan sus huevos en esa planta y una vez eclosionan se alimenta de ella, llegando usualmente a destruirla. Al respecto, también hay un caso de coevolución entre insectos y plantas que hace muchos millones de años permito un control efectivo y de los insectos dañinos. Cuando una hoja es ingerida por una larva o gusano, inmediatamente se produce una molécula que activa en la misma planta varios eventos bioquímicos, entre ellos la síntesis de otras moléculas volátiles, que son percibidas por otros insectos los cuales son predadores de los insectos que activaron ese mecanismo y que se encuentran destruyendo la planta; ellos entonces localizan la fuente de emisión de esos volátiles e inmediatamente atacan a los masticadores. Desgraciadamente el uso indiscriminado y masivo de insecticidas sintéticos ha terminado con el insecto y su predador, rompiendo así ese delicado equilibrio que nos permitiría modular o controlar las plagas en cosecha de una manera equilibrada con el medio ambiente. Otras aplicaciones en la agricultura de los aceites esenciales son sus usos como repelentes y como fumigantes

Comportamiento Humano. La novela “El Perfume”, que se mencionó antes tiene un componente síquico muy importante, debido a que las actitudes de las personas podían ser manipuladas según el perfume elegido. Esto no es algo irreal. Existen aromas y que nos vinculan con las personas (especialmente en el caso enamorados) o nos transportan a sitios y situaciones particulares: la niñez, el campo, la familia.

Además, el protagonista del Perfume, que sin olvidar era un criminal, al parecer no estaba tan errado en su teoría de poder modular el comportamiento humano mediante olores. Un buen olor puede despertarnos (café, chocolate o pan) y recientemente hemos pasado por una avalancha publicitaria del supuesto efecto de feromonas humanas como atrayentes sexuales (por tanto, con fines muy cuestionables), lo que no está científicamente comprobado. Otras implicaciones de los olores en el comportamiento humano son los siguientes:

- Un mismo perfume en personas diferentes puede percibirse de manera muy distinta, que puede ir desde la aceptación por agradable al rechazo por inaguantable o asfixiante. Y es que las fragancias de un perfume pueden interactuar con el sudor del huésped y cambian drásticamente el aroma original. Por esa razón un perfume muy concentrado y barato se describe erróneamente como un “Pachulí”, aunque se ignora que este es un aroma natural, base de muchos perfumes valiosos.
- Se están explorando nuevas técnicas sicoterapéuticas y de ellas la Aromaterapia es la que ha adquirido mayor importancia. La efectividad de algunas de esas sustancias ha encontrado evidencias científicas. Por ejemplo, se ha ensayado que la esencia de azahar alivia la ansiedad [7], la de rosas disminuye el dolor menstrual [8] y el aroma de hierba recién cortada, llamada “Olor Verde” u “olor a Bosque”, reduce la sensación de fatiga [9] y uno de sus componentes también es ansiolítico en ratones [10].
- Ha sido encontrado también que en comunidades humanas los ciclos menstruales se sincronizan, al parecer por algunos componentes del sudor humano.
- Usar los aromas para perturbar la sociedad también ha sido analizado por algunas agencias investigativas para crear pánico o confusión.
- A veces se usa la frase “*morir en olor de santidad*”, para expresar que ha muerto con plena tranquilidad una persona muy buena. Esta frase viene de la creencia milenaria de que cuando los santos morían expelían un agradable e indescriptible olor que provocaba éxtasis en los presentes. Igualmente, los políticos se envanecen cuando se refieren a una reunión política exitosa diciendo que han sido aclamados en “*olor de multitudes*”, frase que debe ser bien asimilada, pues realmente los aromas de

las muchedumbres sudorosas y delirantes distan mucho de ser agradables.

La importancia científica de los olores quedo expresada en el año 2004, cuando se adjudicó el premio Nobel de Medicina y Fisiología a los Dres Richard Axel y Linda Buck [11,12]. Ellos encontraron que las células que recubren las fosas nasales tienen en su superficie centenares moléculas de unas sustancias de tamaño muy grande llamadas receptores y que estructuralmente son proteína. Cuando una molécula de un aroma u olor llega a esa célula interactúa con varios de esos receptores (Figura 7), de tal manera que la combinación de interacciones crea una señal particular que al llegar al cerebro es interpretada como olor específico a menta, a vainilla, a limón o a un perfume específico. Por eso no hay que tener proteínas para todos los olores, sino que la combinación de las interacciones crea muchas posibilidades de percibir muchos de ellos. No es sorprendente por tanto que el número de células y de proteínas receptoras de una rata o de un perro sea muy superior al del ser humano.

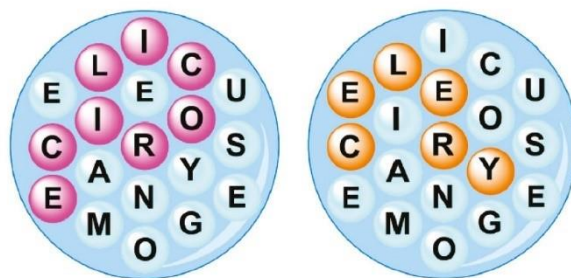


Figura 7. Sistema de percepción de olores en las células olfativas. El olor percibido por una molécula que interactúe con las proteínas de la izquierda (letras rosadas) es distinto al producido por otro olor que interactúe con las proteínas de la derecha (letras naranjas). Tomado de [12]

Desgraciadamente por causa de la edad o de enfermedades, algunas personas pierden el sentido del olfato, lo que conoce como Anosmia.

CONCLUSION

Las plantas para sobrevivir producen en sus diferentes órganos y especialmente en las flores, sustancias químicas de muchas clases, a través de las cuales se interrelacionan con el medio ambiente, regulando así el comportamiento de plantas, insectos, microorganismos, herbívoros e incluso humanos. Por tal razón la respuesta a la pregunta: ¿De dónde sacan las flores los olores? tiene muchos componentes, que han sido analizados en este artículo: ¿Para qué los producen?, ¿De dónde y cómo los producen?, ¿Cuál es el proceso de obtención? Y finalmente, ¿Cómo el hombre se ha beneficiado de los olores? De esta manera se han integrado áreas del conocimiento humano que abarcan desde Botánica, Química, Entomología, Zoología, Sociología, hasta la Psicología, y que tomadas en su conjunto conforman una valiosa rama del saber humano que es la Ecología Química.

Guía metodológica:

Juegos de bienvenida

El pitador - 🕒 15'

Un niño con los ojos tapados adivina dónde están sus compañeros que quieren usar el pito

- 1 tapa ojos
- 1 pito

Partes de la flor



Disección de la flor - 🕒 30'

Dividir las flores en tantas partes como se descubran

- 1 pliego de cartulina negra dividida en cuatro
- 10 tijeras adicionales a las de los bolsos de materiales
- Lápices
- Misiones de los niños

Partes de la flor - 🕒 30'

En el laboratorio de botánica observar las partes de la flor

- Bolsillos de acetato

¿Para qué les sirve su aroma a las flores?



Recorrido de observación - 🕒 35'

Observar en la universidad el entorno de las flores, comparar entre aquellas a las que les sentimos olor y a las que no.

- Lápices
- Plegable de observación para cada niño
- Bitácoras de los niños
- Lupas

Juego de polinizadores - 🕒 50'

Juego para guiarse hasta la flor por el aroma



- Baritas de incienso
- Encendedor
- 3 Imágenes de viento
- 6 imágenes de murciélagos
- 6 imágenes de abejas
- 36 Pelotas de pin pon
- 72 gomitas
- 3 pedazos de cartón industrial

Bibliografía:

1. El País (España) Sbre 3, 2016. La vida secreta de las flores.
2. Meinwald, J Natural products as molecular messengers. *J. Nat. Prod.* 2011; 74, 305–309
3. Rusanov, K. et al. Low variability of flower volatiles of *Rosa damascena* Mill. plants from rose plantations along the Rose Valley, Bulgaria *Industrial Crops and Products.* 2012; 37, 6-10
4. The Washington Post (Estado Unidos), July 14-2013; Aug 19, 2015.
5. <http://docencia.udea.edu.co/cen/tecnicaslabquimico/02practicass/practica08.htm>
6. Süskind, Patrick, *El Perfume*. Historia de un asesino, Editorial Seix Barral.Barcelona, 1985, 239p.
7. Akhlaghi, M. et al. *Citrus aurantium* Blossom and Preoperative Anxiety. *Rev Bras Anesthesiol.* 2011; 61,702-712
8. Uysal, M. et al. Investigating the effect of rose essential oil in patients with primary. *Dysmenorrhea Complementary Therapies in Clinical Practice.* 2016; 24, 45-49
9. Aou Set al. Green odor reduces pain sensation and fatigue-like responses without affecting sensorimotor function. *Chem Senses.* 2005: 30 S,262-263.
10. Tokumo K et al. Effects of (Z)-3-hexenol, a major component of green odor, on anxiety-related behavior of the mouse in an elevated plus-maze test and biogenic amines and their metabolites in the brain. *Behav Brain Res.* 2006; 166, 247-52.
11. Editorial. El cerebro que huele. Premio Nobel de Fisiología o Medicina. *Medicina (Buenos Aires)* 2005; 65: 170-172
12. Kraft, P. The Enantioselectivity of Odor Sensation: Some Examples for Undergraduate Chemistry Courses. *Journal of Chemical Education.* 2010; 87, 590-603