

La importancia de los aromas En la polinización de las

Orquídeas

Téllez-Velasco, M.A.A.¹, Tejeda-Sartorius, O.^{2,3}

¹Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM, 3er. circuito exterior S/N, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Delegación Coyoacán, México, D.F.

²Colegio de Postgraduados, *Campus* San Luis Potosí, Calle Iturbide No. 73, C.P. 78600 Salinas de Hidalgo, S.L.P. México.

³LPI 13 Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local.

Autora responsable: tellez@ibiologia.unam.mx



RESUMEN

La familia Orchidaceae es considerada como la más especializada dentro de las plantas que producen flores, y uno de los fenómenos más importantes que le confiere esta distinción es el evento de la polinización, el cual ha promovido que las flores de las orquídeas desarrollen intrincados y diversos mecanismos de variación morfológica, colores, texturas, momentos de floración, nectarios, aromas, etcétera, a través de los cuales atraen a los polinizadores para asegurar la perpetuación de la especie. En el presente artículo se habla especialmente de los aromas en las flores de las orquídeas, y se podrá advertir su extraordinario valor en el proceso evolutivo, para ser considerado un aspecto crucial en el evento de polinización.

Palabras clave: Aromas, polinización, evolución, orquídeas.



INTRODUCCIÓN

Las orquídeas son plantas que crecen en todo el mundo, excepto en los desiertos y en zonas donde hay hielos perpetuos, como en los polos. Existen 25,000 especies y se han registrado unos 150,000 híbridos; diariamente se agregan otras nuevas. En México se cuenta con 1254 especies, de las cuales 444 se distribuyen sólo en este país, lo que significa que son endémicas. Las orquídeas aparecen en diferentes zonas climáticas, desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros sobre el nivel del mar (Rollke, 2007; Téllez y Flores, 2007).

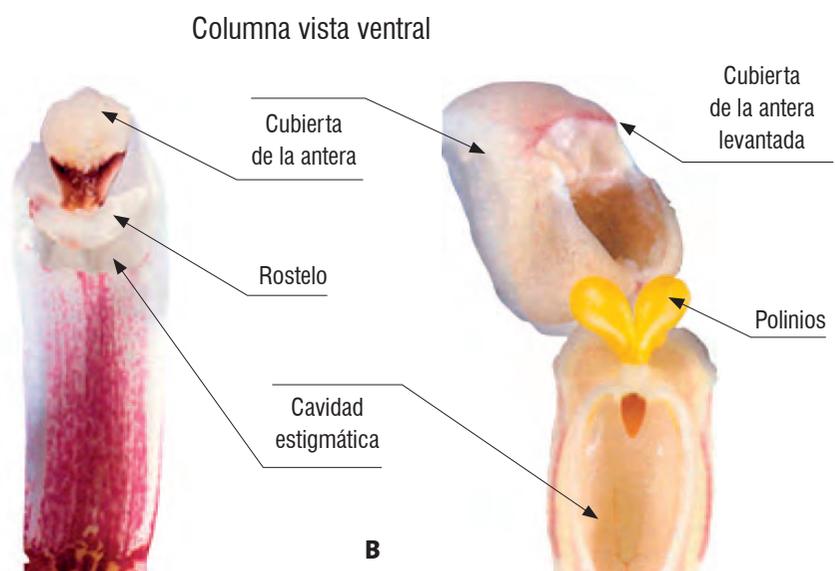
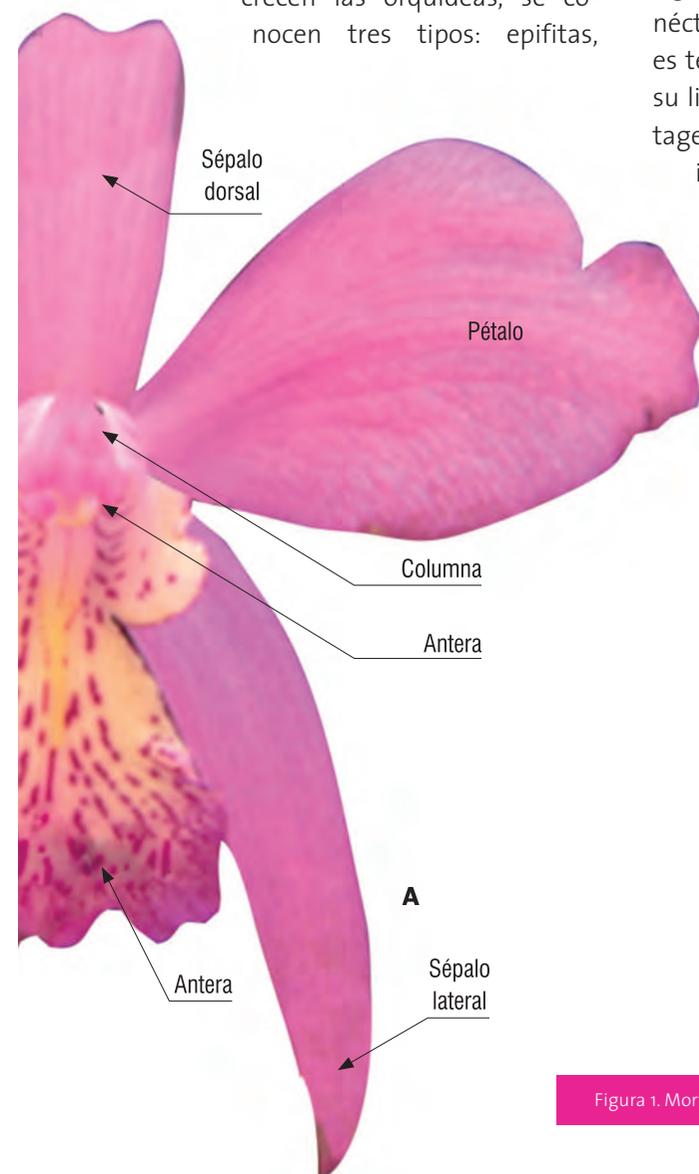
Dependiendo del lugar donde crecen las orquídeas, se conocen tres tipos: epifitas,

terrestres y litófilas. Presentan dos formas de crecimiento, monopodial y simpodial, y tienen variaciones morfológicas en cuanto a formas, tamaños y textura de hojas, tallos y raíces. Todas estas características las hacen ver muy diferentes, pero poseen una estructura floral común, que vista de afuera hacia adentro presenta tres sépalos (uno dorsal y dos laterales), continuando con tres pétalos (dos laterales y el labelo). En el centro se encuentra la columna, en la que se unen los órganos de reproducción masculino (antera y polinia) y femenino (cavidad estigmática) (Figura 1A y 1B). La flor es hermafrodita aunque pueden existir también, en menor cantidad, flores unisexuales como los géneros *Catasetum* spp., *Mormodes* spp., y *Cycnoches* spp. El tamaño de las flores varía desde 3 mm hasta 25 cm de largo (Téllez y Flores, 2007). La flor es la estructura más interesante no sólo por su función reproductiva, sino por la diversidad de formas, colores y aromas que presentan (Rivera, 1998).

Las orquídeas tienen asociaciones mutualistas que producen un beneficio para ambos componentes, que puede ser permanente o temporal. Una de esas asociaciones, la cual incluye múltiples variantes, es la establecida entre las orquídeas y sus polinizadores con la que, por un lado, se concluye la función reproductiva de las orquídeas y la consecuente perpetuación de la especie y, por otro, significa muchas veces una recompensa para los insectos, como la obtención de néctar y polen. La polinización es un fenómeno apasionante en las orquídeas y es tema que ha merecido amplios estudios por los investigadores. En 1862, en su libro *La fecundación de las orquídeas*, Darwin afirmó que las variadas estrategias que usan las orquídeas para atraer a sus polinizadores, trasciende la imaginación de cualquier ser humano como, por ejemplo, los aromas.

Los polinizadores y la polinización

Existen cinco principales clases de polinizadores importantes para las orquídeas. Las abejas representan los agentes polinizadores de



Modificado de Pridgeon, A. 1992.

Figura 1. Morfología de la flor de orquídea. A: Morfología de la flor completa; B: Acercamiento de la columna.

aproximadamente 60% de las orquídeas. En los trópicos de América se destacan las abejas silvestres de los géneros *Euglosa* spp., *Eulaema* spp., *Eufriesea* spp. y *Melipona* spp., existiendo otras más eventualmente involucradas en estos procesos. Las moscas, mariposas nocturnas y diurnas, así como aves (colibríes), representan 29%. El resto (11%) incluye formas de polinización donde participan otros insectos (abejorros y avispas). En la asociación de la orquídea y los polinizadores hay una interesante gama de mecanismos sofisticados en los que la flor posee un conjunto de características (forma, colores, aromas, textura, momento de la floración y nectarios) que atraen al agente, con el fin de lograr, por su intermedio, la culminación de la reproducción sexual. A este conjunto de características se le llama “síndrome de polinización” (Cuadro 1), dentro del cual los aromas reciben especial atención en este artículo. El labelo es la pista de aterrizaje para el insecto, pues por su forma éste está obligado a pasar junto a la

columna y, al hacerlo, la polinia queda pegada en su dorso o en otras partes de su cuerpo. Al visitar la próxima flor, el proceso se repite; el insecto deja la polinia en la cavidad estigmática antes de que la polinia de la segunda flor se pegue en su dorso (Figura 2).

Atracción para los polinizadores

Los polinizadores normalmente buscan algo cuando visitan una flor, de tal manera que cuando las flores ofrecen alguna clase de recompensa, serán más exitosas para atraer al polinizador. Las más comunes son néctar y polen. Sin embargo, la polinia de muchas orquídeas es compacta y sólida y no puede ser comida por las abejas; por lo tanto, no funciona como recompensa. Cerca de un tercio de especies de las Orchidaceae no las ofrecen (Tremblay *et al.*, 2005) y engañan a sus polinizadores, a través de diversos mecanismos de “decepción” (Jersáková *et al.*, 2006).

Cuadro 1. Síndromes de polinización en las orquídeas.

Características de las flores						
Polinizadores	Aroma	Color	Forma	Nectarios	Ornamentación	Ejemplos de plantas
(Himenópteros) Abejas	Dulce en el día. Agradable	Azul, violeta, púrpura, amarillo, blanco, ultravioleta, rojo no.	Garganta. Simetría bilateral. Orientación horizontal	Accesibles a las abejas		<i>Cattleya</i> spp. <i>Gongora</i> spp. <i>Stanhopea</i> spp.
(Lepidópteros) Mariposas diurnas	Agradable	Brillante, rojo intenso, amarillo	Tubular Orientación vertical	Tubular, angostos y abundante néctar	Labelo como plataforma para posarse	<i>Epidendrum radicans</i> <i>Disa uniflora</i>
(Lepidópteros) Mariposas nocturnas	Fuerte, dulce (notorio en la noche)	Blanco, crema, verde pálido	Orientación horizontal y péndula	Tubulares con abundante néctar	Labelo hacia adentro y con márgenes divididos	<i>Epidendrum ciliare</i> <i>Rhynchoaleia digbyana</i>
(Dípteros) Moscas (Consumidoras de néctar)	Suave	variado	Poco profunda	Poco profundos		<i>Dracula erythrochaeta</i> <i>Stelis aemula</i>
(Dípteros) Moscas (No consumidores de néctar)	Nauseabundo	Oscuros (verdosos, marrones, pardos)	Labelo como plataforma de aterrizaje.		Abundante pubescencia, numerosos puntos y rayas	<i>Bulbophyllum</i> sp.
(Familia Trochilidae, Colibríes) Aves	No hay	Brillante, predominancia de escarlata y naranja, rojo intenso, amarillo, rojo cereza	Tubular o estrecho. Orientación horizontal.	Longitud mediana y abundante néctar	Textura gruesa	<i>Comparettia falcata</i> <i>Rodriguezia secunda</i>

Modificado de Dressler (1993) y Rivera (1998).



Figura 2. Hembra de *Centris trigonoides* (Apidae: Centridini) capturada sobre una flor de *Gomesa bifolia*, con un polinario adherido en el área clipear. A: vista lateral; B: detalle de la cabeza, Po, polinario. Tomado de Torreta *et al.* (2011). C: Ejemplo de otro insecto con polinario, modificado de Referencia electrónica 1.

Las plantas invierten en aromas para atraer al polinizador ahorrando energía en comparación con la polinización por viento, ya que tendría que invertir en estructuras más sofisticadas para mover la polinia por el viento. Los aromas necesitan ser

atractivos y satisfacer algunas funciones en la vida del insecto, tales como anunciar alimento, despertar el comportamiento a la vida sexual, social y de anidación, o cualquier otra clase de conducta (Figura 3). Los aromas deben ser específicos en las

orquídeas para atraer polinizadores específicos; de esta forma, la planta se comunica con el polinizador por medio de sustancias químicas que tienen que ser percibidas por los órganos del sentido de los insectos (Van der Cingel, 1995).



Figura 3. Ejemplos de polinización por insectos y aves en orquídeas. A: *Angraecum sesquipedale* (orquídea); *Xanthopan morgani praedicta* (mariposa nocturna). Tomado de Referencia electrónica 2. B: *Ophrys* (orquídea); abeja (macho). Tomado de Referencia electrónica 3. C: *Bulbophyllum graveolens* con moscas. Allikas y Nash, 2004; D: *Elleanthus* sp. (orquídea); *Eugenes fulgens* (colibri). Tomado de Referencia electrónica 4.

¿Aroma, fragancia, olor?

La palabra fragancia, aroma, olor, peste, hedor y perfume han sido usados en conexión con las sustancias de las orquídeas. Arditti (1992) señala que la palabra aroma es usada como un término general; fragancia y perfume son aplicados a sustancias que son olfativamente agradables al olfato humano. Pestilencia, olor y hedor son empleadas para describir olores desagradables.

Osmóforos

Los aromas en las orquídeas son producidas en lugares específicos llamados osmóforos (del griego *osmo*: olor y *pherein*: para llevar), que son glándulas de estructura multicelular que están completamente expuestas a la atmósfera. Los osmóforos pueden estar localizados en sépalos, pétalos, partes del labelo o en áreas especializadas (Dressler, 1993). La producción de aromas se da predominantemente en los labelos de las flores sin nectarios, como en subtribus *Catasetinae*, *Gongorinae*, *Lycastinae*, *Huntleyinae* y *Zygopetalinae* (Withner *et al.*, 1974).

La producción de fragancias en los osmóforos cambia según la hora del día y la especie, aun cuando las flores estén abiertas las 24 h. La máxima producción de aromas puede variar del primero al quinto día después de la apertura de floración, dependiendo de la especie. Por ejemplo, en

Catasetum spp. y *Gongora* spp. la producción de aromas puede detenerse enseguida de la remoción del polen y de la polinización. Los niveles altos de humedad y temperatura elevada pueden incrementar el metabolismo de las glándulas odoríferas, lo cual se traduce en una acentuación de los aromas. La cantidad de sustancias volátiles que producen las orquídeas son pequeñas, pues de otro modo resultarían tóxicas para la planta. Lecoufle (2007) cita más de 500 especies de orquídeas de flores aromáticas y señala que los aromas que despiden sus flores pueden, según las condiciones, percibirse sólo durante la noche o durante el día. El mismo autor clasifica los aromas según su intensidad en: Extremadamente perfumadas, Muy perfumadas, iii) perfumadas, Escasamente perfumadas, Que pueden tener o no perfume, Que sólo se percibe durante la noche, y algunas con olor fétido (Cuadro 2).



Los géneros *Stanhopea* spp., *Herschelia* spp. y *Catasetum* spp. producen mayor cantidad de aromas y este proceso representa un gasto extra de energía. Probablemente por eso el comportamiento sea cíclico y su presencia coincida con el momento en que merodean los polinizadores. Sin embargo, hay orquídeas que tienen dos ciclos; por ejemplo, *Clowesia rosea* huele a mentol por la mañana y a canela por las tardes. *Catasetum expansum* despide un aroma a trementina por la mañana y a “pan de centeno” por la noche. En otros casos la producción es durante las 24 h del día, con momentos pico por las noches, como

Cuadro 2. Clasificación de los aromas de las orquídeas, según Lecoufle (2007).

Extremadamente perfumadas	Muy perfumada	Perfumada	Escasamente perfumada	Puede tener o no perfume	Perfumada durante la noche	Con olor fétido
<i>Gongora galeata</i> *	<i>Stanhopea hernandezii</i> *	<i>Arundina graminifolia</i> **	<i>Notylia barkeri</i> *	<i>Spiranthes torta</i> *	<i>Brassavola nodosa</i> *	<i>Catasetum integerrimum</i> *
<i>Lycaste crinita</i> *	<i>Stanhopea oculata</i> *	<i>Acampe longifolia</i> **	<i>Vanilla pompona</i> *	<i>Caladenia carnea</i> **	<i>Epidendrum nocturnum</i> *	<i>Bulbophyllum amesianum</i> **
<i>Aerides crispum</i> **	<i>Coelia triptera</i> *	<i>Lyparis viridiflora</i> **	<i>Cattleya skineri</i> *	<i>Grammatophyllum measuresianum</i> **	<i>Rhynocolaelia digbyana</i> *	<i>Coelogyne flaccida</i> **
<i>Zygopetalum burkei</i> **	<i>Acanthephippium bicolor</i> **	<i>Orchis morio</i> **	<i>Acampe multiflora</i> **	<i>Leptotes bicolor</i> **	<i>Angraecum sesquipedale</i> **	<i>Grammangis stapeliiflora</i> **
<i>Sarcochilus australis</i> **	<i>Acinetha chrysantha</i> **	<i>Scocentrum hendersonianum</i> **	<i>Trichocentrum tidrinum</i> **	<i>Maxillaria picta</i> **	<i>Brassavola fragrans</i> **	<i>Luisia teretifolia</i> **
<i>Habenaria cornuta</i> **	<i>Bulbophyllum lobbii</i> **	<i>Diuris alba</i> **	<i>Cypripedium candidum</i> **	<i>Paphiopedilum delenatii</i> **	<i>Neofinetia falcata</i> **	<i>Masdevallia civilis</i> **

*Distribución en México. **Distribución mundial.

sucede en *Epidendrum difforme* (Teatud y Seagull, 2011). Los osmóforos de la orquídea *Restrepia antennifera* están ubicados en la porción apical claviforme del sépalo. El osmóforo es amarillo y consiste de un tejido glandular. El olor emitido recuerda el del semen (olor espermático) y su emisión comienza con la antesis y dura por 1-2 días (Figura 4).

En *Cypripedium calceolus* y *C. reginae* los aromas florales son producidos y secretados por tricomas en el ovario. Los osmóforos en *Stanhopea oculata* y *S. wardii* están situados en la región adaxial de un saco formado cerca de la parte proximal del labelo (el fondo del hipoquilo), reconocida por te-



Figura 4. Localización del osmóforo en *Restrepia antennifera*. Modificado de Referencia electrónica 5.

ner papilas (Stern *et al.*, 1987; Arditti, 1992) (Figura 5).

Diferentes aromas

Las orquídeas producen 50 o más diferentes aromas. Se originan a partir de diferentes tipos de sustancias. Existen los mono-terpenos, los cuales consisten en dos unidades de isopreno, como geraniol, mentol y alcanfor. También hay sustancias aromáticas derivadas del benceno, como los percibidos en frutos (silicua) de la vainilla (*Vanilla planifolia*), conocida como vainillina. Se presentan también compuestos nitrogenados como aminoídeos y aminas, y muchas de estas últimas son atractivas para moscas y mosquitos. Finalmente, también hay hidratos de carbono, ésteres metílicos y derivados de ácidos grasos (Van der Cingel, 1995).

El número de las sustancias que pueden ser producidas y su efectividad varían según las especies, y cada una de éstas tiene una combinación característica de terpenos y fenoles volátiles. Muchas de las esencias producidas por las orquídeas son simples componentes aromáticos, tales como alfa y beta -pinene, myrcene, alfa -phelandrene, 1,8-cineole, ocimene, p-cymene, citronellol, linalool, geraniol, methyl benzoato, beta -terpineol, benzyl acetato, perperitone, d-carvone, methyl salicylato, nerol, 2- phenylethyl acetato, 2- phenylethanol, methyl cinamato, eugenol y skatol (Arditti, 1992; Withner, 1974).

La orquídea *Brassavola nodosa* produce cineole, que tiene un ligero olor a medicina y *B. digbyana* forma citronello (como las rosas) y linalool. Otros géneros, como *Stanhopea* spp., *Cycnoches* spp. y *Catacetum* spp., forman acetato de benzyl (olor a jazmín), pero en *Catacetum* spp. muchos com-

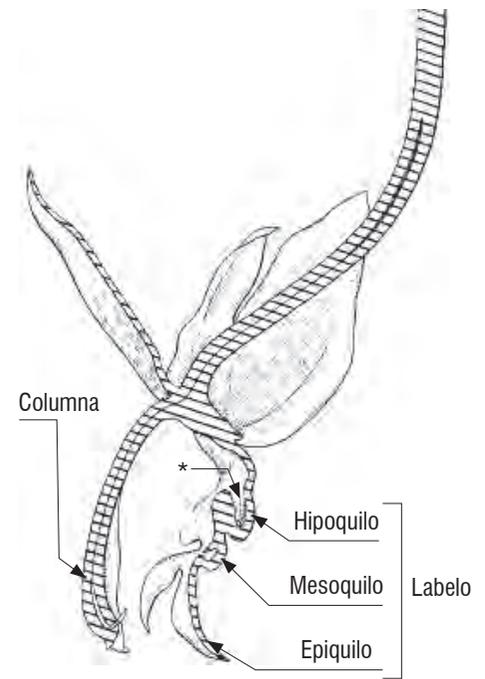


Figura 5. Ubicación del osmóforo (*) en el hipoquilo del labelo en una flor de *Stanhopea*. Modificado de Stern *et al.*, 1987.

puestos adicionales están también presentes. La fragancia a “pan de centeno” de *C. roseum* viene del methyl cinnamate, la cual también está presente en las fragancias de *Stanhopea* spp., y *Gongora* spp., mientras que el compuesto eucalyptol (1-8-cineole) es responsable del olor a medicina de *Stanhopea cirrhata* (Withner, 1974) (Cuadro 3).

Ciertos olores como el skatol son desagradables y atraen a vectores que usualmente son sensibles a materia en descomposición. Tal el caso de *Batemannia lindenii*, de Venezuela; *Bulbophyllum*, de Bogor; y *Brassia verrucosa* y *Prosthechea radiata*, de México (Figura 6).

Muchas de las esencias producidas por las orquídeas también son agradables para los humanos, por ejemplo, algunas *Cattleyas* spp., y *Stanhopeas* spp.

Cuadro 3. Compuestos de las fragancias en algunas orquídeas.

Orquídea	α -pinene	β -pinene	1,8-cineole	linalool	Metil benzoato	Benzil acetato	Carvone	Citronelol	Metil salicilato	Metil cinnamate
<i>Brassavola acaulis</i> Lindl. & Pax.	★			★						
<i>B. digbyana</i> Lindl.				★				★		
<i>B. nodosa</i> (L.) Lindl.			★							
<i>Catasetum expansum</i> Rchb. f.	★	★	★		★	★	★			
<i>C. fimbriatum</i> Lindl.	★	★		★						
<i>C. integerrimum</i> Hook	★	★	★		★	★	★			
<i>C. roseum</i> Rchb. f.	★	★	★		★					★
<i>Gongora armeniaca</i> Rchb. f.	★	★	★						★	
<i>G. galeata</i> (Lindl.) Rchb. f.						★				
<i>Houlettia tigrina</i> Lindl.					★				★	
<i>Stanhopea oculata</i> (Lodd.) Lindl.	★	★	★							
<i>S. saccata</i> Batem.	★	★	★		★					★
<i>S. tigrina</i> Batem. ex Lindl.						★				

Tomado de Arditti, 1992.

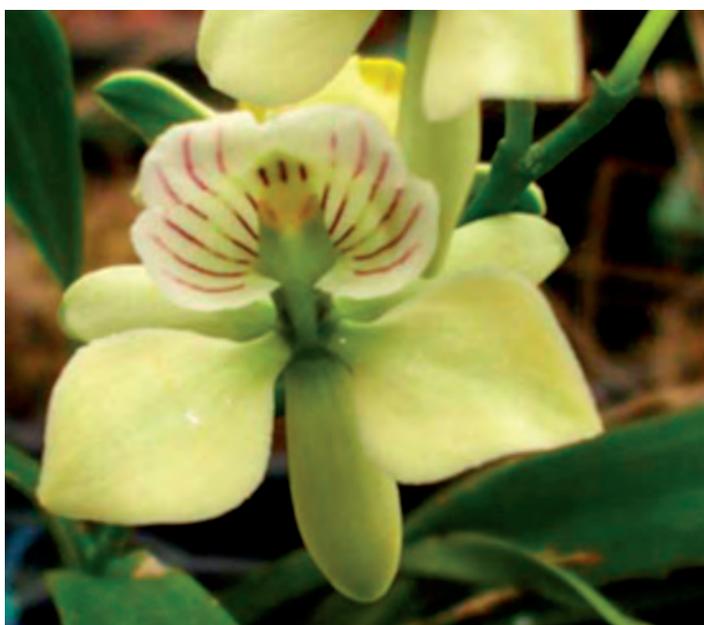


Figura 6. *Prosthechea radiata*.

Ejemplos de la relación orquídea-polinizador

Las abejas solitarias del género *Andrena* spp. son atraídas por el aroma de la orquídea *Ophrys* sp. y actúan como polinizadores de ésta. Su forma y color semejan a las de la hembra de esta abeja y por esta razón el macho aterriza sobre la flor para realizar lo que se ha llamado una pseudo cópula, durante la cual se lleva a cabo la polinización de la orquídea. Su forma actúa como señuelo visual, asociada con el aroma, y constituye una mimica extraordinaria de la abeja hembra. Además, esta flor no produce néctar y por esta razón no es visitada por las hembras de esta especie de abeja. Otras abejas (*Colletes* spp.) también realizan pseudo cópulas con este género de orquídeas; los olores de éstas y los de las hembras de las abejas se derivan de constituyentes semejantes: com-

puestos alifáticos de cadena corta, monoterpenos y sesquiterpenos bicíclicos (γ -cadineno); (Anaya, 2003).

CONCLUSIONES

La familia Orchidaceae ha desarrollado de una manera extraordinaria los aromas en sus especies, como parte de una serie de mecanismos para atraer a sus polinizadores, con la finalidad de asegurar la perpetuación de dichas especies. Las orquídeas han logrado la especialización en un solo tipo de polinizador para asegurar una transferencia más eficiente de polinias, para lo cual han desarrollado una especialización morfológica en las flores y poder garantizar así la atracción de una sola especie de insecto. Por su parte, los insectos son sensibles a los compuestos volátiles, por lo que son capaces de detectar los aromas de las flores.

LITERATURA CITADA

- Allikas G., Nash N. 2004. A pocket guide to orchids. Chartwell book. Malaysia. 256 p.
- Anaya-Lang A.L. 2003. Ecología Química. Plaza Valdes. México, D. F. p. 205-218.
- Arditti J. 1992. Phytochemistry *In*: Arditti J. Fundamentals of Orchid Biology. John Wiley & Sons. New York. 243- 278.
- Dressler R.L. 1993. Field guide to the Orchids of Costa Rica and Panama. Cornell University. Ithaca, USA. 374 p.
- Jersáková J., Johnson S.D., Kindlmann P. 2006. Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biological Review* 81: 219-235.
- Lecoufle M. 2007. Atlas ilustrado de las Orquídeas. Sunsaeta. Madrid, España. 280p.
- Pridgeon A. 1992 (Ed.). The Illustrated Encyclopedia Orchids. Timber Press. Portland Oregon. 304 p.
- Rivera C.G. 2007. Orquídeas. Editorial Fundación UNA. Heredia, Costa Rica. 266 p.

- Rollke L. 2007. Orquídeas. Albatros, Buenos Aires. 64 p.
- Stern W.L., Curry K.J., Pridgeon A.M. 1987. Osmophores of Stanhopea (Orchidaceae). *Amer. J. Bot.* 74(9): 1323-1331.
- Téllez V. M.A.A., Flores L.V. 2007. Orquídeas Terrestres del Pedregal de San Ángel. UNAM. México, D.F. 74 p.
- Torreta J.P., Gómez N.E., Aliscioni S.S., Bello M.E. 2011. Biología reproductiva de *Gomesa bifolia* (Orchidaceae, Cynbidiaceae, Oncidiinae). *Darwiniana* 49 (1): 16-24.
- Teytud L.M., Seagull K. 2011. «Cinco sentidos, una perspectiva de la reproducción de las orquídeas». [<http://orquideas-katia.com/orquideas-expovirtual/ESP/SALAS/CONFERENCIAS/REPRODUCCION.htm>] Fecha de consulta: 14 de Febrero.
- Tremblay R.L., Ackerman J.D., Zimmerman J.K., Calvo R.N. 2005. Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification. *Biological Journal of Linnean Society* 84: 1-54.
- Van der Cingel N.A. 1995. An atlas of Orchid pollination. European orchids. A.A. Balkema Publishers. Rotterdam. Netherlands. 175 p.
- Van der P., Dodson C.H. 1969. Orchid flowers. Their pollination and evolution. University of Miami Press Coral Gables, Florida, USA. 214 p.
- Withner L.C. 1974. Development in orchid physiology. *In*: Withner L., C. (edit.). The orchids. Scientific studies. John Wiley & Sons. New York. p. 129-168.
- Withner L.C., Nelson P.K., Wejksnora P.J. 1974. The anatomy of orchids. *In*: Withner L., C. (edit.). The orchids. Scientific studies. John Wiley & Sons. New York. p. 267-347.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. José María Romero. Orquídeas, una cuestión de sexo... [<http://aquatika.bitacorras.com/archivos/2010/10/03/orquideas-una-cuestion-de-sexo2>] Fecha de consulta: 9 Febrero 2013
2. La polinización de las Orquídeas: [<http://blog.alnatural.com.mx/darwin-y-la-polinizacion-de-las-orquideas>] Fecha consulta: 29 Enero 2013
3. Orquídea-insecto: Un parecido razonable [<http://machanguito.blogspot.com/2009/10/orquidea-insecto-un-parecido-razonable.html>]; Fecha consulta: 25 Enero 2013
4. La increíble belleza (y variedad) de las Orquídeas [<http://adictamente.blogspot.com/2012/07/la-increible-beleza-y-variedad-de-las.html>] Fecha consulta: 2 Febrero 2013
5. Welcome to the First Rays LLC Website [www.firstrays.com/] Fecha de consulta: 9 Febrero de 2013

