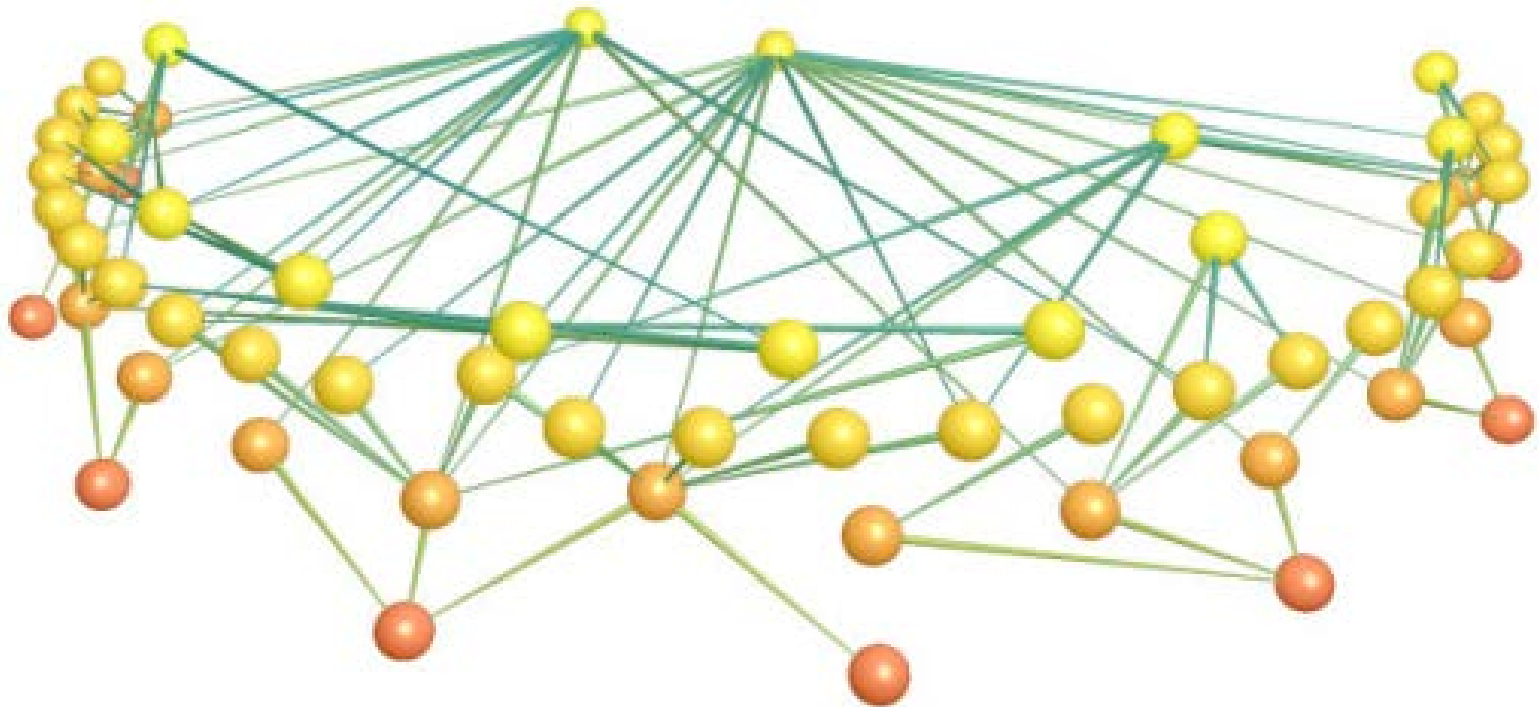


# Las interacciones de las plantas



**Dra. Ing. Agr. Alejandrina Alaria**

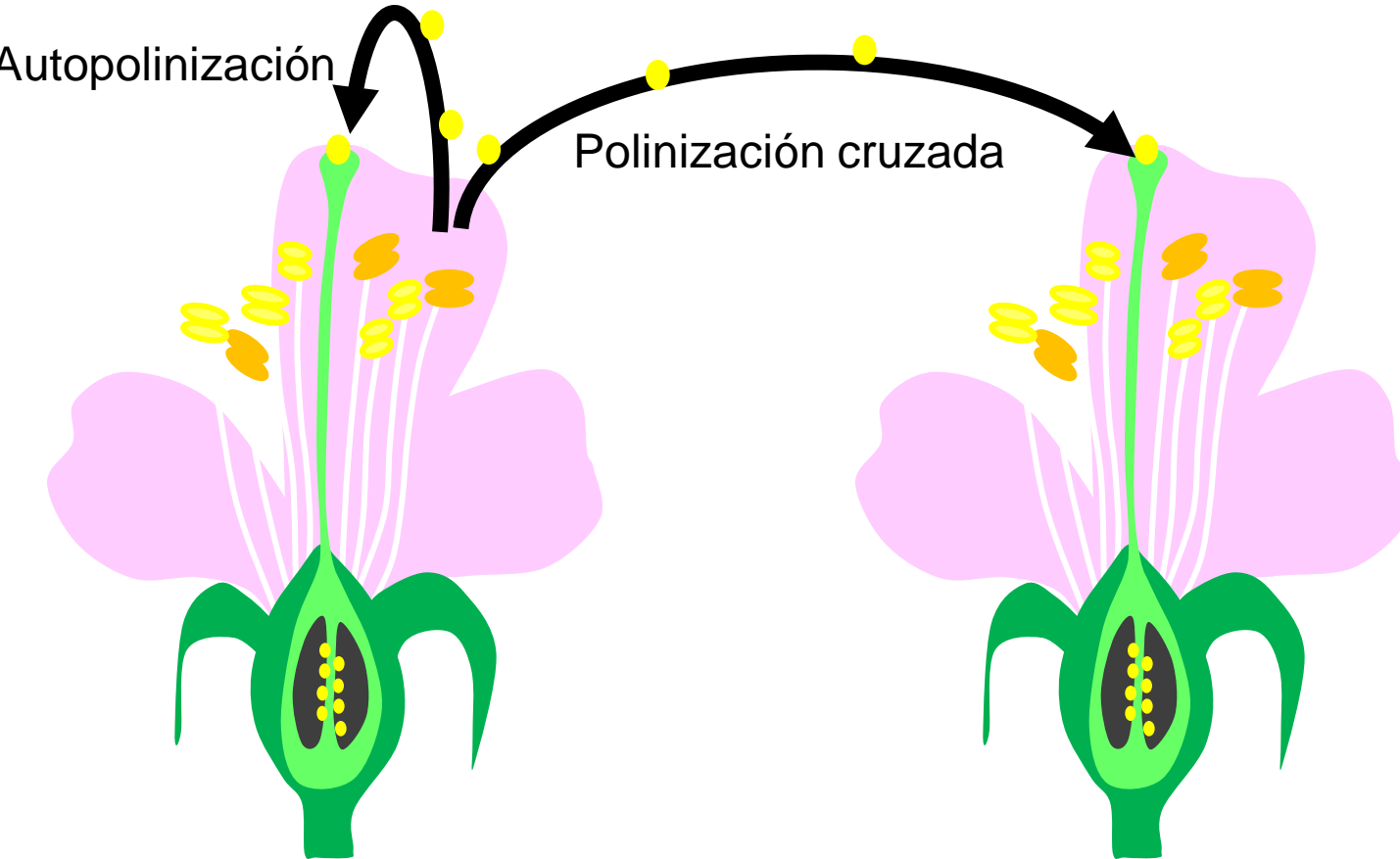
# Polinización de las Plantas



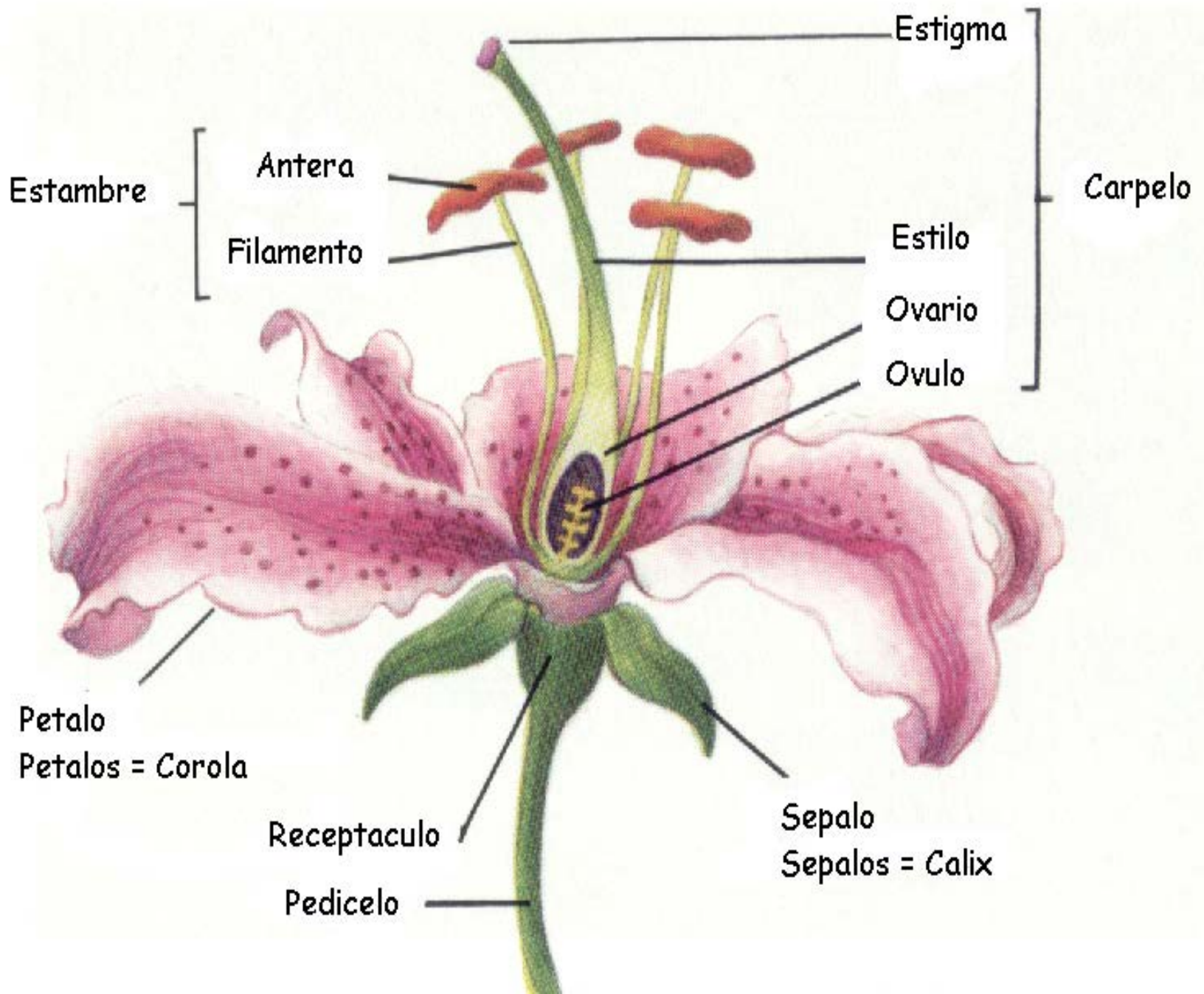
# Tipos de interacciones entre organismos

Tipo de interacción	Especie 1	Especie 2	Naturaleza de la interacción
<b>Predación</b>	+	-	En ambos, la especie 1 se beneficia a expensas de la especie 2. Diferencia sutil entre ambos mecanismos (parásitos generalmente invaden al hospedante y lo consumen por dentro; predadores actúan en forma externa)
<b>Parasitismo</b>	+	-	
<b>Competencia</b>	-	-	Ambas especies sufren (genera un costo para ambas)
<b>Amensalismo</b>	-	0	Una especie es inhibida (1) y la otra no se ve afectada
<b>Neutralismo</b>	0	0	Ninguna de las especies afecta a la otra
<b>Comensalismo</b>	+	0	Una especie se ve beneficiada (1) mientras que la otra no es afectada
<b>Mutualismo</b>	+	+	Ambas especies ganan de la interacción

# POLINIZACIÓN: es una transferencia



Sólo unas pocas plantas se auto-polinizan regularmente; La mayoría requieren polinización cruzada





pistilo

estigma

estilo

ovario

# TIPOS DE POLINIZACIÓN

Polinización

Agente que  
interviene

Anemófila

viento

Hidrofila

agua

Zoofila

animales

Entomófila

insectos

Ornitofila

colibries

Quiropterófila

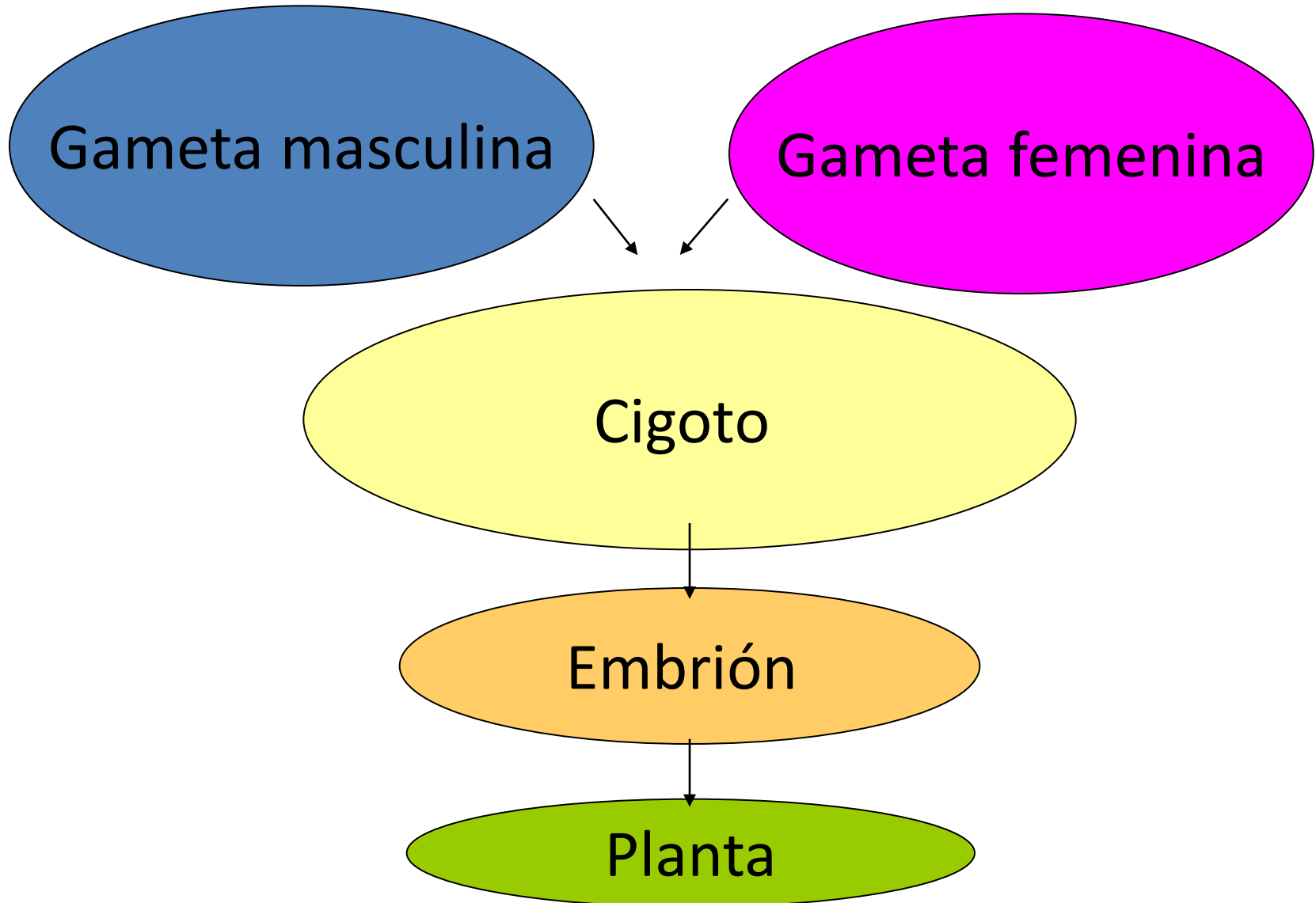
murciélagos pequeños

¿Por qué importa la polinización?





# FECUNDACIÓN



# Historia compartida

Las plantas zoófilas deben llamar la atención de sus vectores con colores, olores y recompensas.

Los diferentes polinizadores requieren diferentes tipos de atractivos, por lo que las flores zoófilas han evolucionado y se han diversificado en una gran variedad de tipos, los que agrupan en **síndromes florales**.

Las diversas y complejas estructuras florales son el resultado de su **coevolución** con insectos u otros animales polinizadores.



# Coevolución

Serie de cambios evolutivos que se dan de forma recíproca entre dos o más especies ecológicamente interrelacionadas.

# Coevolución

Se requiere de cambios en las especies implicadas. No se trata simplemente que una especie presente un cambio como resultado de la actividad o la presencia de otro organismo.

Para que haya **coevolución** es necesario que las adaptaciones que desarrolla la especie 1, sea resultado de las adaptaciones de la especie 2 y de esta manera la especie 1 pueda incrementar su éxito reproductivo, luego la especie 2 desarrollará por selección natural otra adaptación (o una mejora de las ya presentes) que le permitirán utilizar las características de la especie 1 para dejar más descendencia. Esta influencia evolutiva mutua llevará a establecer una relación de mutualismo entre las especies 1 y 2.

Ejemplo de coevolución que desembocó en mutualismo:



Note la forma del pico del Iiwi (*Versitaria coccinea*) y la forma de la corola de la lobelia. Ambas especies coevolucionaron en la isla de Hawai.

# Síndrome floral

Conjunto de caracteres de las flores destinados a atraer a un tipo particular de polinizador/es.

Forma, tamaño, color de la corola, tipo y cantidad de recompensa, composición química del néctar, horario y época de floración.

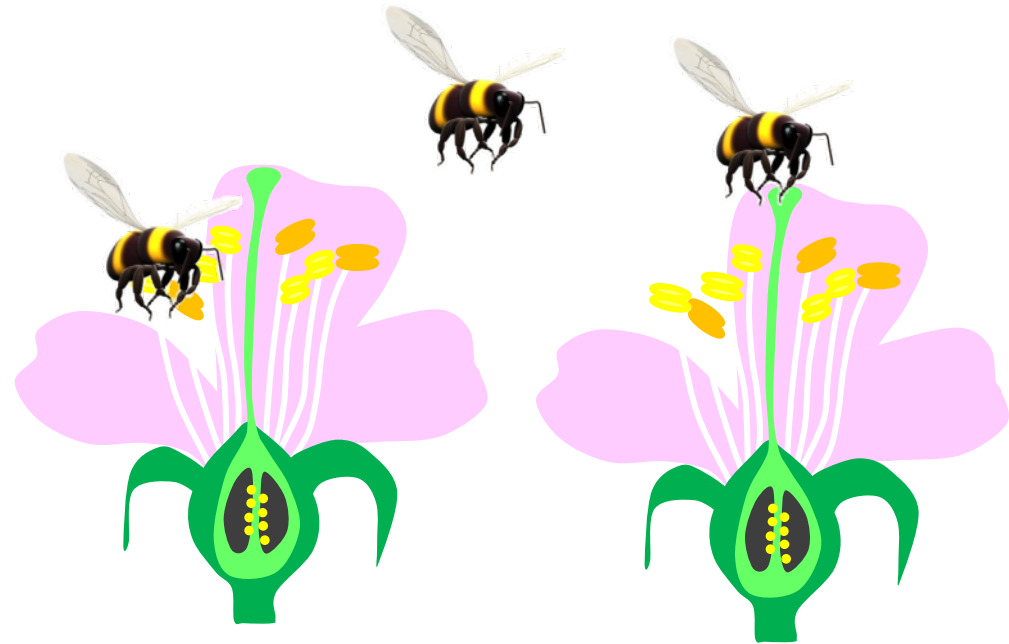
Los síndromes son el resultado de evolución convergente en respuesta a similares presiones selectivas.



# Muchas plantas distribuyen su polen gracias a los animales



# La polinización por animales es un beneficio mutuo



Aproximadamente el 84% de los cultivos comerciales dependen de polinizadores, principalmente insectos y abejas.

Los polinizadores son recompensados con nectar o granos de polen ricos en proteínas.

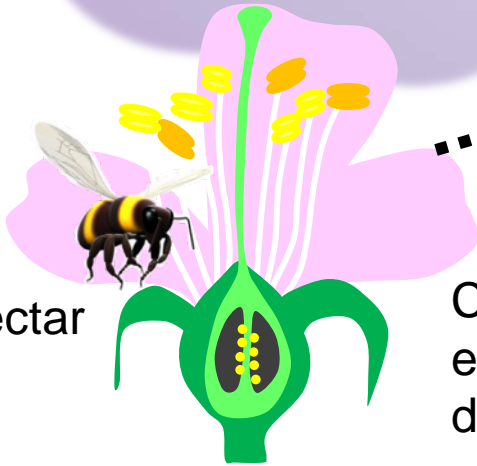
# ¿Que atrae a los polinizadores?



Señales olfativas:  
Compuestos  
volátiles



Señales  
visuales -  
color, forma,  
patrones

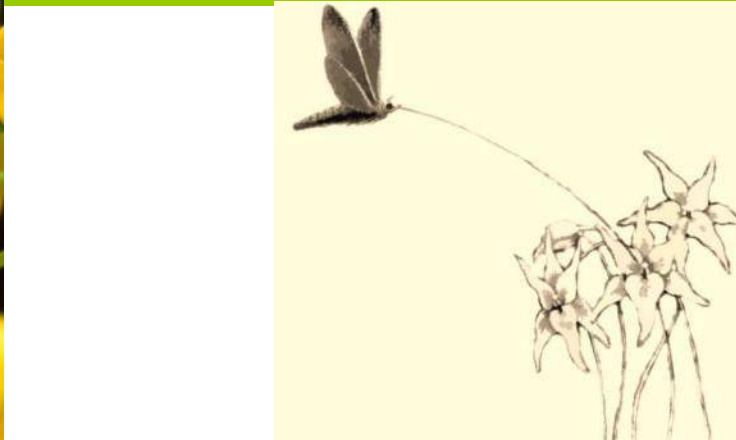


Características  
en la superficie  
de los pétalos

Nectar



# Las flores y los polinizadores tienen compatibilidades fisiológicas evolutivas

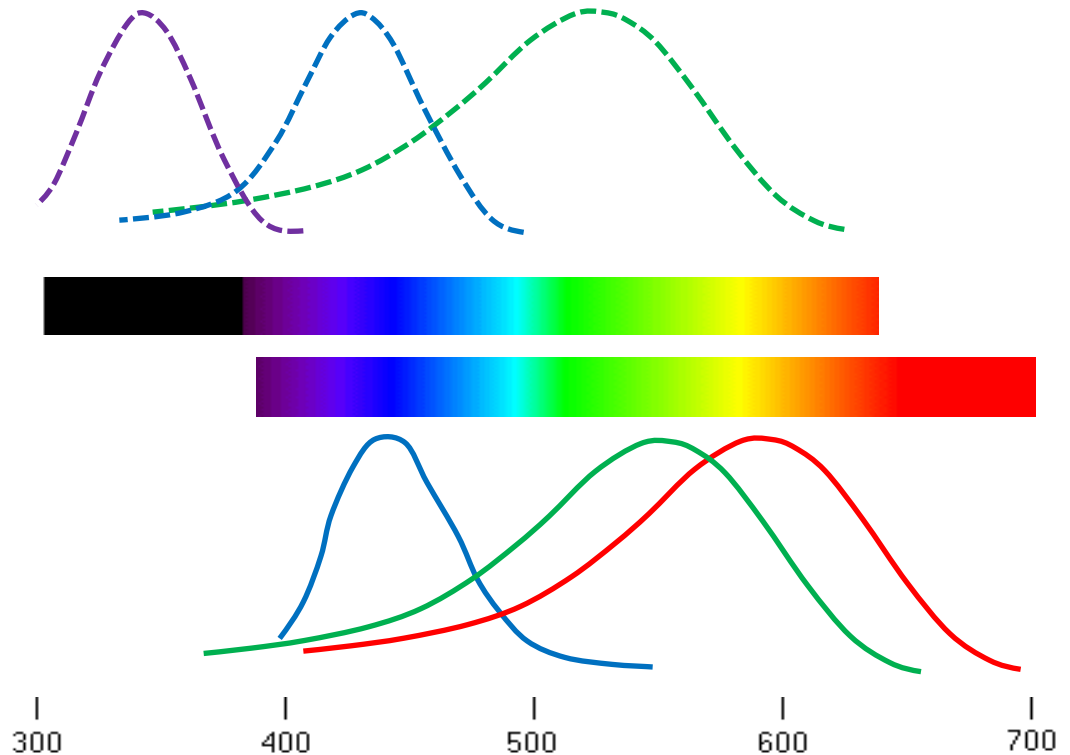
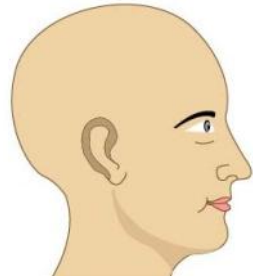


# El espectro de color de la visión de la abeja es diferente al de los humanos

Los fotorreceptores de la abeja son más sensibles a **UV**, **azul** and **verde**



Los fotorreceptores de los humanos son más sensibles a **azul**, **verde** and **rojo**

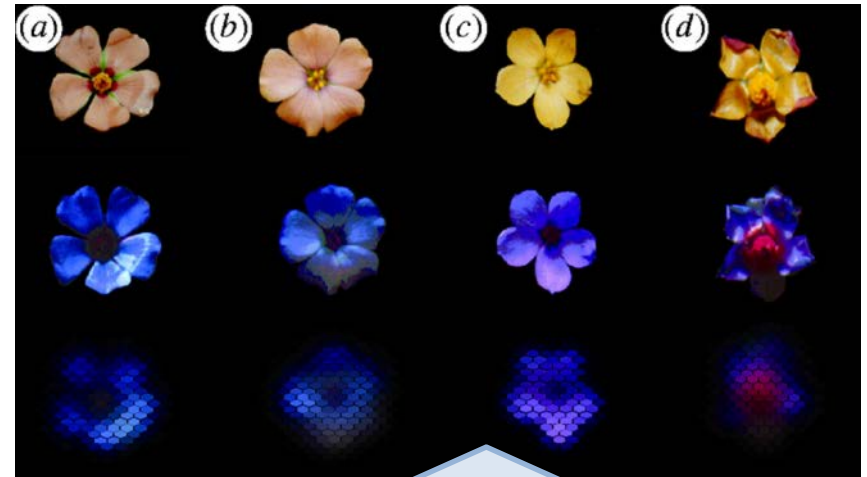


# Los pigmentos de flores también reflejan o absorben luz UV que es visible para las abejas



Luz Visible

Simulación de la  
visión de la abeja



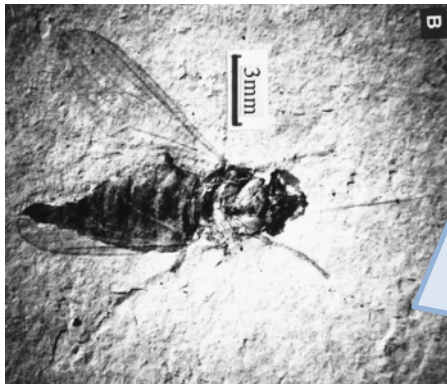
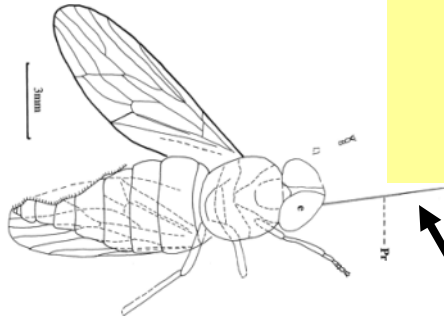
Las abejas también tienen menor resolución espacial que los seres humanos, como se representa en la tercera fila

Las flores varían en su aroma, y la producción de aroma es regulada en el desarrollo



# El néctar floral es un atractivo y dulce recompensa por los polinizadores

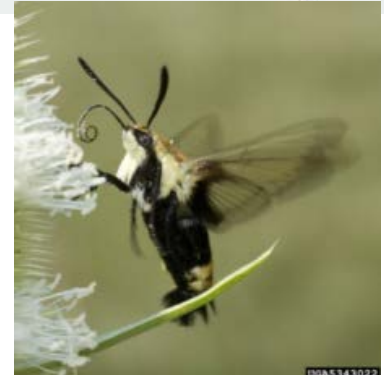
Nectar fue una innovación temprana de las flores y es un contribuyente importante para el éxito de las angiospermas



150 millones de años atrás los insectos ya tenían un aparato bucal para alimentarse de néctar

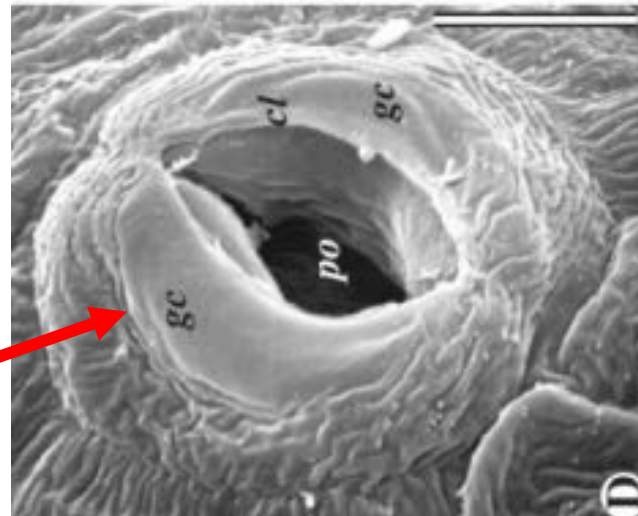
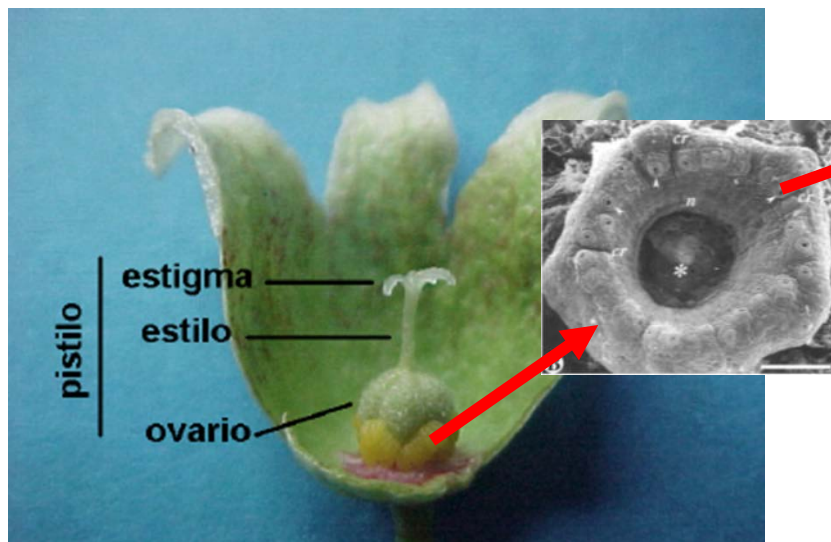


Muchos polinizadores tienen lenguas u otras piezas bucales especializadas para beber néctar



# La estructura y posición de los nectarios es muy diversa

Los nectarios se pueden encontrar en la base del ovario, del filamento o del pétalo, a menudo como un anillo de tejido fino. El néctar puede ser secretado a través de tricomas, células epidérmicas o células protectoras que no funcionan



# *Antirrhinum y abejorro*

Sus recursos genéticos hacen de *Antirrhinum* un excelente organismo experimental para estudios de coevolución planta - polinizador

Estos estudios indican que la forma, el color, el patrón, el olor y la disposición de las flores en la inflorescencia están optimizados para la polinización por abejorros pesados de lengua corta



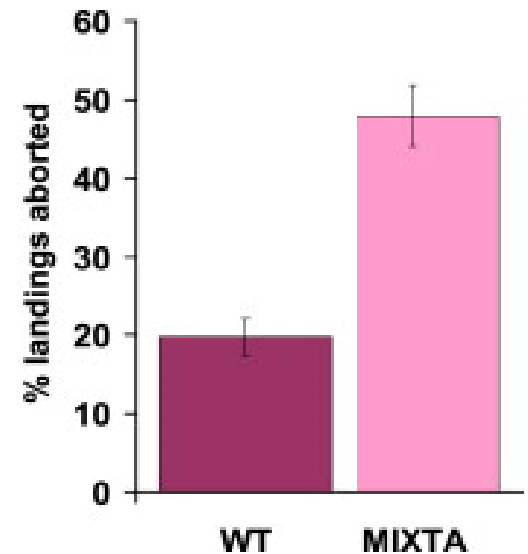
# Pétalos rugosos ayudan a las abejas a agarrarse

Las abejas necesitan una superficie áspera para agarrarse. Células lisas del mutante mixta causan un aumento de abortos porque las abejas se deslizan

Wild-type células cónicas



*mixta* células lisas





# ¿Qué señales florales son más importantes?



*Petunia axillaris*



*Petunia integrifolia*



*Petunia exserta*

Tres petunias estrechamente relacionadas son polinizadas por polillas, abejas y colibríes

Hoballah, M.E., Gübitz, T., Stuurman, J., Broger, L., Barone, M., Mandel, T., Dell'Olivo, A., Arnold, M., and Kuhlemeier, C. (2007). Single gene-mediated shift in pollinator attraction in petunia. *Plant Cell* 19: [779-790](#); Reprinted from Klahre et al., (2011) Pollinator choice in petunia depends on two major genetic loci for floral scent production, *Curr. Biol.* 21: [730-739](#) with permission from Elsevier.

# Señales florales específicas



*Petunia axillaris*



*Petunia integrifolia*



*Petunia exserta*

**Polilla**

Pétalos blancos

Fuerte fragancia

Nectar abundante

Tubo largo

**Abeja**

Pétalos violetas

Suave fragancia

Poco nectar

Tubo corto

**colibri**

Pétalos rojos

Suave fragancia

Abundante nectar

Órganos sexuales  
excertos

# Mezclar y combinar rasgos en Petunia



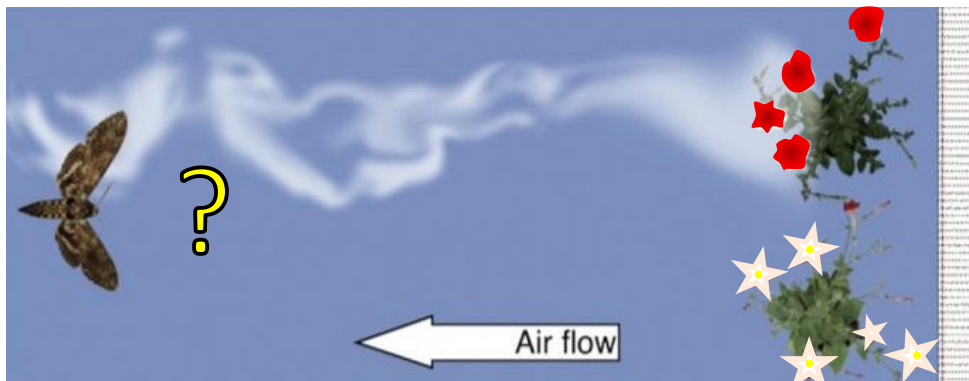
*Petunia axillaris*



*Petunia integrifolia*

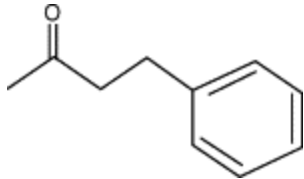


*Petunia exserta*



Cuando se presentan con señales mixtas (rojo perfumado vs blanco no perfumado), las polillas se confunden y seleccionar al azar.

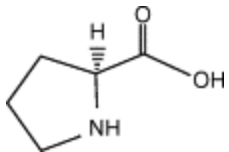
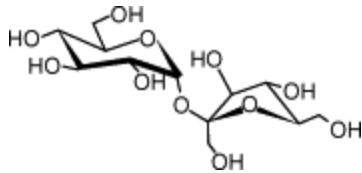
# Algunos componentes florales son atractivos para otros individuos



Benzyl acetone



Polinizadores



Nutrients – sugars  
and amino acids

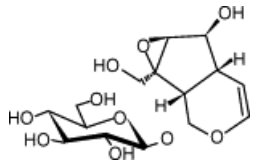


Polinizadores



Predadores, parasitos

# Algunos componentes florales del nectar son repelentes



Catalpol



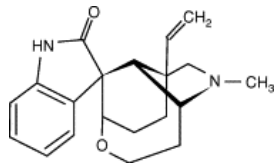
Ladrones de nectar



Nectarins



Microorganisms



Gelsemine

Nicotine

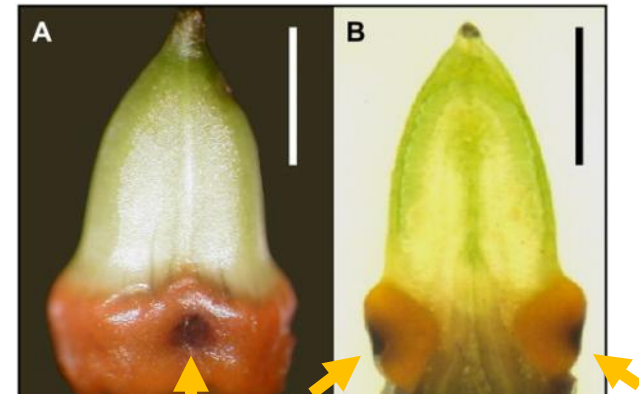


Ladrones de nectar



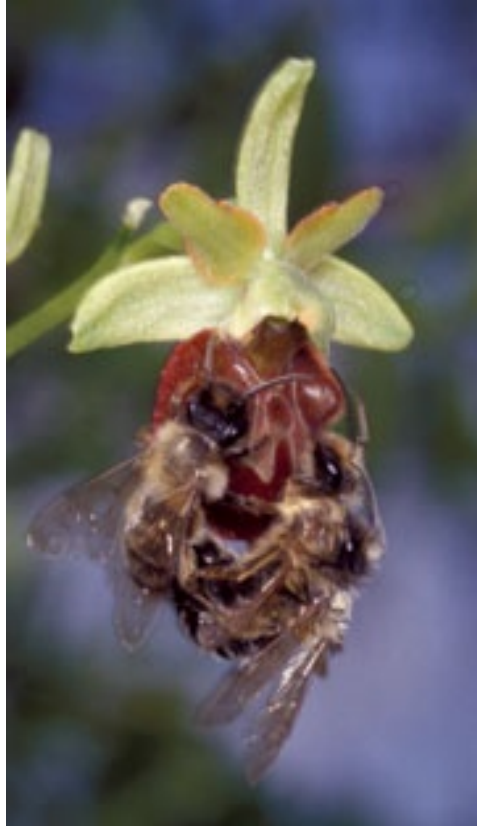
Polinizadores

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> previene crecimiento microbianos en los nectarios



Acumulación de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en un nectar abierto

# Las fragancias pueden ser también engañosas



Muchas orquídeas producen feromonas femeninas y son fertilizadas por engaño sexual

# Polinización por moscas (Miofilia y Saprofília)

Las flores tienen olor y color a carne podrida y atraen a moscas carroñeras que intentan depositar sus huevos en ellas. Efectúan la polinización sin recibir ningún beneficio. (*Stapelia*, *Leontopodium*)



Las flores de los géneros *Huernia* (arriba) y *Rafflesia* (derecha) han coevolucionado con las moscas para su polinización.

# Polinización por escarabajos (Cantarofilia)

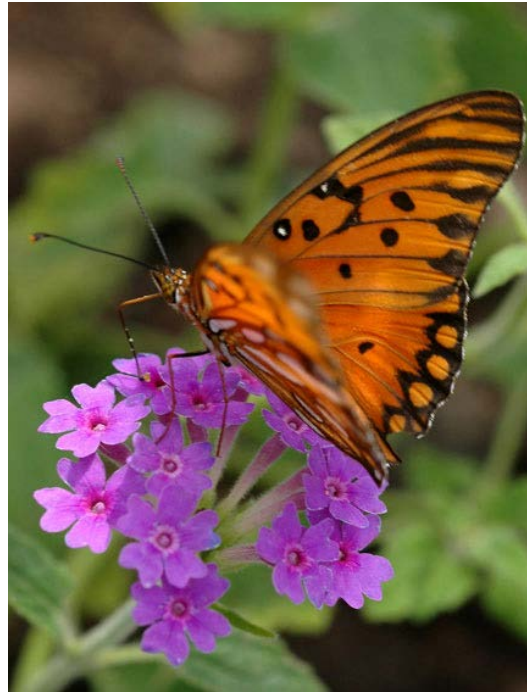
Los escarabajos no están muy especializados para la polinización. Sus piezas bucales son masticatorias y suelen hacer más daño que beneficio en muchos casos, sin embargo algunas flores de los taxones más primitivos de angiospermas son polinizadas por escarabajos. por ejemplo las magnolias y los nenúfares.



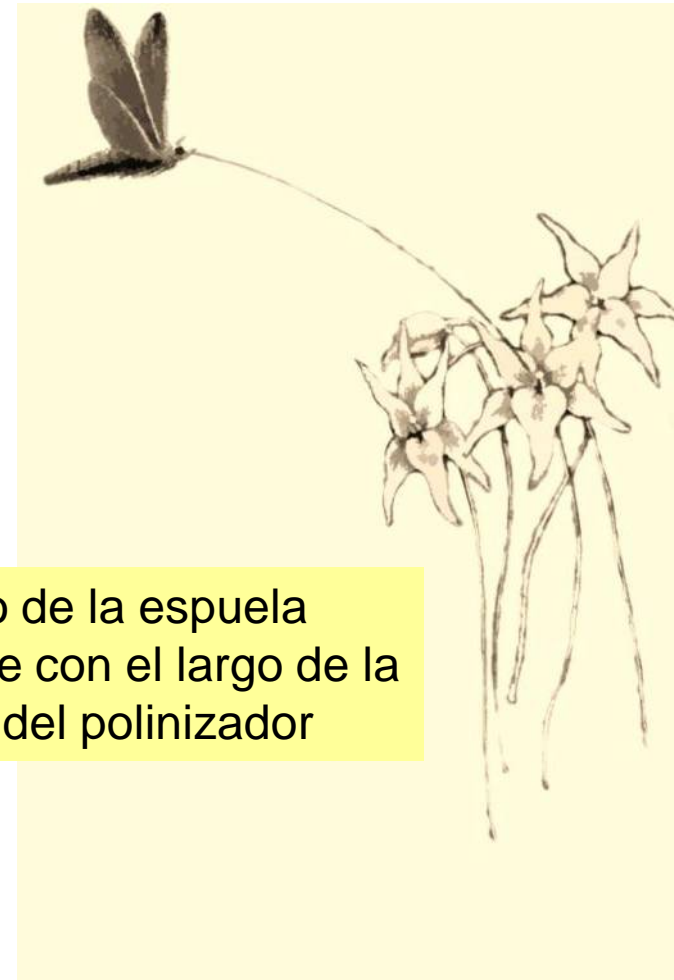
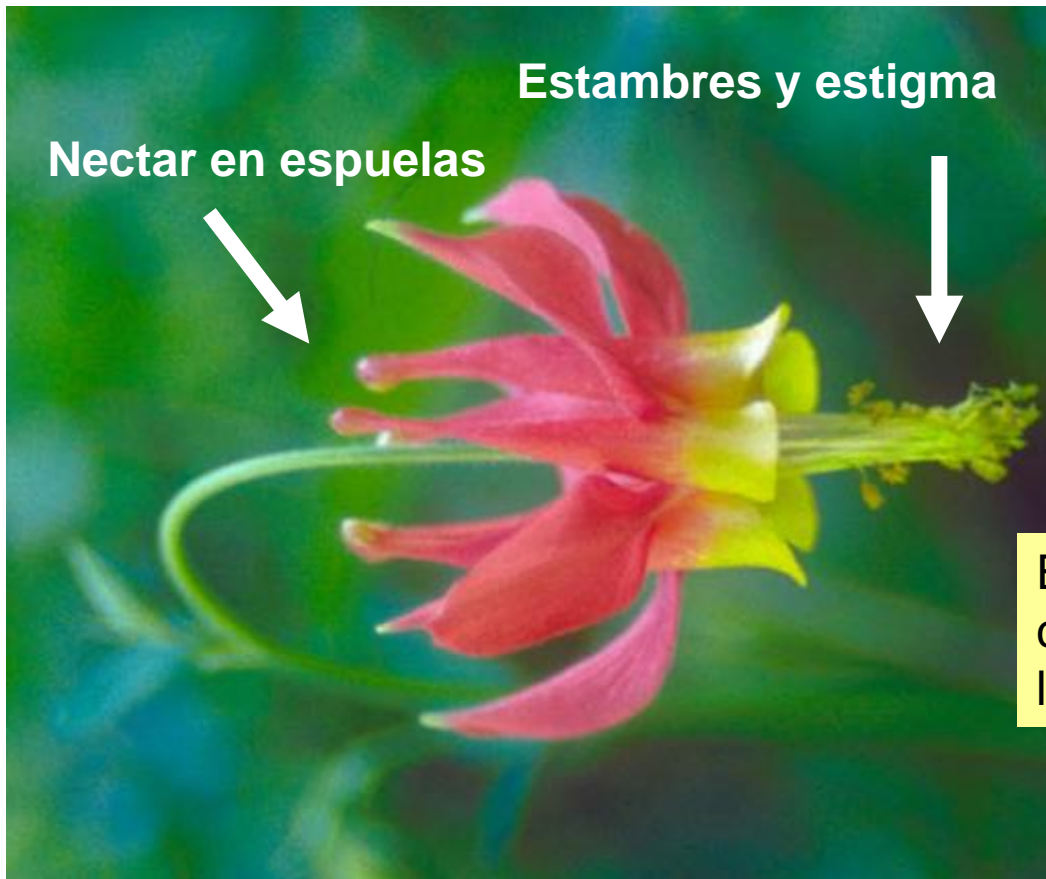


# Polinización por mariposas y polillas (Psicofilia y Falenofilia)

Las flores polinizadas por mariposas y polillas, lepidópteros, suelen ser tubulares, adaptadas a la larga lengua de estos. Las flores nocturnas son polinizadas por mariposas nocturnas o polillas así que suelen abrirse y producir néctar y perfume durante la noche o al amanecer y anochecer.



# La localización del néctar obliga al polinizador a interactuar con los tejidos reproductivos

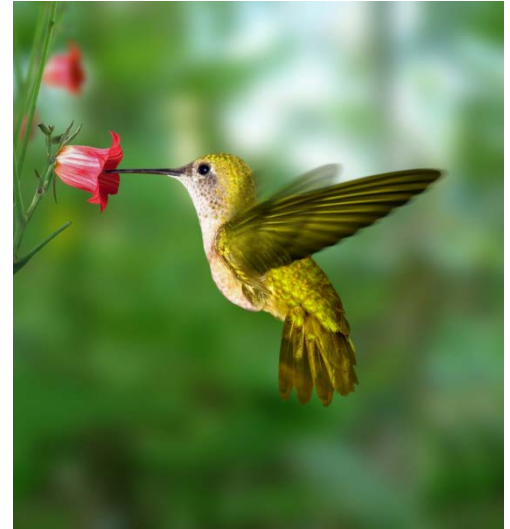


# Polinización por aves (Ornitofilia)

Las flores suelen ser grandes, rojas, tener forma tubular y néctar abundante. Especies comunes y más abundantes en los bosques tropicales húmedos.

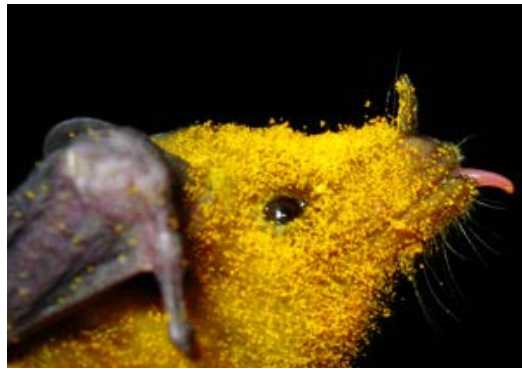
A diferencia de muchas de las flores polinizadas por insectos las flores ornitófilas no tienen guías de néctar en la gama del ultravioleta lo que las hace casi invisibles a los insectos que tienen ese tipo de visión (evitan la competencia)

El néctar tiene baja concentración de azúcares (alrededor de 25% en peso) con predominancia de la sacarosa sobre la fructosa y glucosa. En cambio las flores polinizadas por insectos suelen tener concentraciones más altas de azúcar, especialmente de fructosa y glucosa.



# Polinización por los murciélagos (Quiropterofilia)

Las flores polinizadas por murciélagos suelen ser flores nocturnas de color blanco o crema, grandes, con néctar abundante. Muchos cactus son polinizados por murciélagos.



## En conclusión

Los síndromes florales reflejan una evolución convergente que limita los tipos de polinizadores y aumentan la especialización de la planta con respecto a la polinización. Son la respuesta a las presiones selectivas ejercidas por polinizadores compartidos.

Por ejemplo: dos plantas no relacionadas son polinizadas por polillas nocturnas van a desarrollar caracteres semejantes, aquellos rasgos que son más atractivos para tales polinizadores.



# Ventajas de la especialización

## **Eficiencia de la polinización.**

Máximo de polinización con un mínimo de inversión. El néctar es barato, pero el polen es caro. Algunos polinizadores son más eficientes que otros.

## **Constancia de los polinizadores.**

Es esencial que el polinizador retorne repetidamente a la misma clase de flor, de lo contrario el polen termina desperdiciándose en flores de otras especies

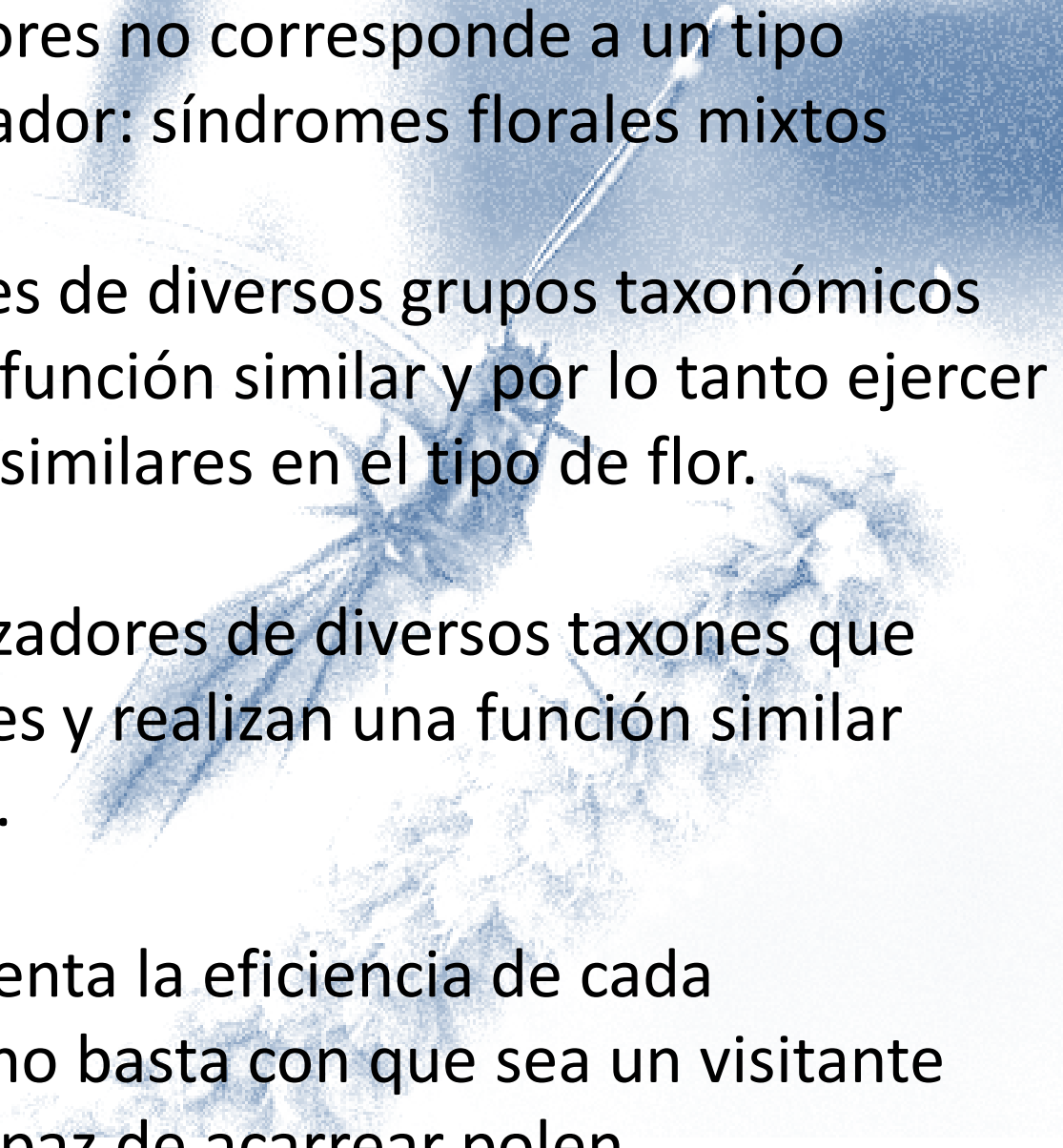


## Ventajas de la generalización

Los polinizadores fluctúan en su abundancia independientemente de la de las flores. Una planta necesita otros tipos de polinizadores si el que es habitual está ausente.



## Generalidades

- La mayoría de las flores no corresponde a un tipo particular de polinizador: síndromes florales mixtos
  - Muchos polinizadores de diversos grupos taxonómicos pueden realizar una función similar y por lo tanto ejercer presiones selectivas similares en el tipo de flor.
  - Los grupos de polinizadores de diversos taxones que visitan flores similares y realizan una función similar constituyen gremios.
  - Hay que tener en cuenta la eficiencia de cada polinizador, porque no basta con que sea un visitante frecuente si no es capaz de acarrear polen.
- 



**MUCHAS  
GRACIAS  
!!**

