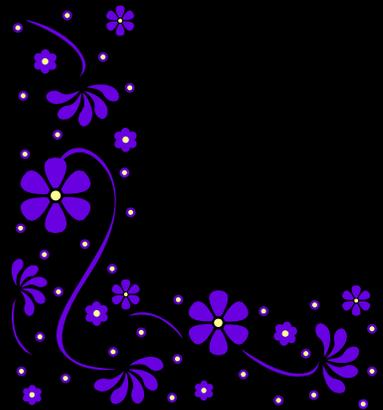
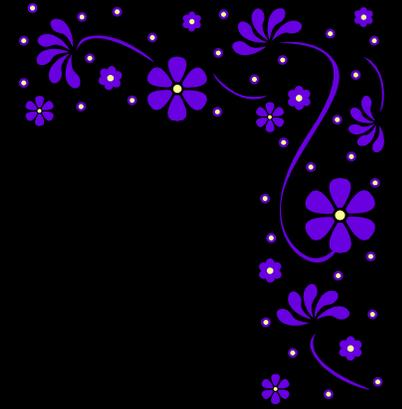


## 2. "La Polinización: patas y polen, arquitectos del destino"



Anne Damon, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Tapachula, Chiapas.  
[adamon@ecosur.mx](mailto:adamon@ecosur.mx)



Las plantas no se pueden mover,

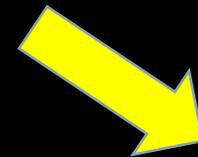
no pueden elegir su pareja,

pero como todos los seres vivos, su meta es reproducirse  
y mantener la diversidad genética de sus poblaciones,

¿cómo lo hacen?

# ESTRATÉGIAS PARA LA REPRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS

- Reproducción vegetativa.
- Reproducción sexual:  
las ventajas de recombinación.



**POLINIZACIÓN**

Uno de los grandes escenarios de la vida, la polinización,

una red en la cual la enorme diversidad de flores  
compite por las atenciones de moscas, palomillas, abejas, avispas, pájaros,  
murciélagos, y hasta ratones,  
mediante estrategias de atracción y engaño.

Estos animales llevan el destino de cada especie de planta  
en sus patas, alas, lenguas o cuerpos en la forma de granos de polen.

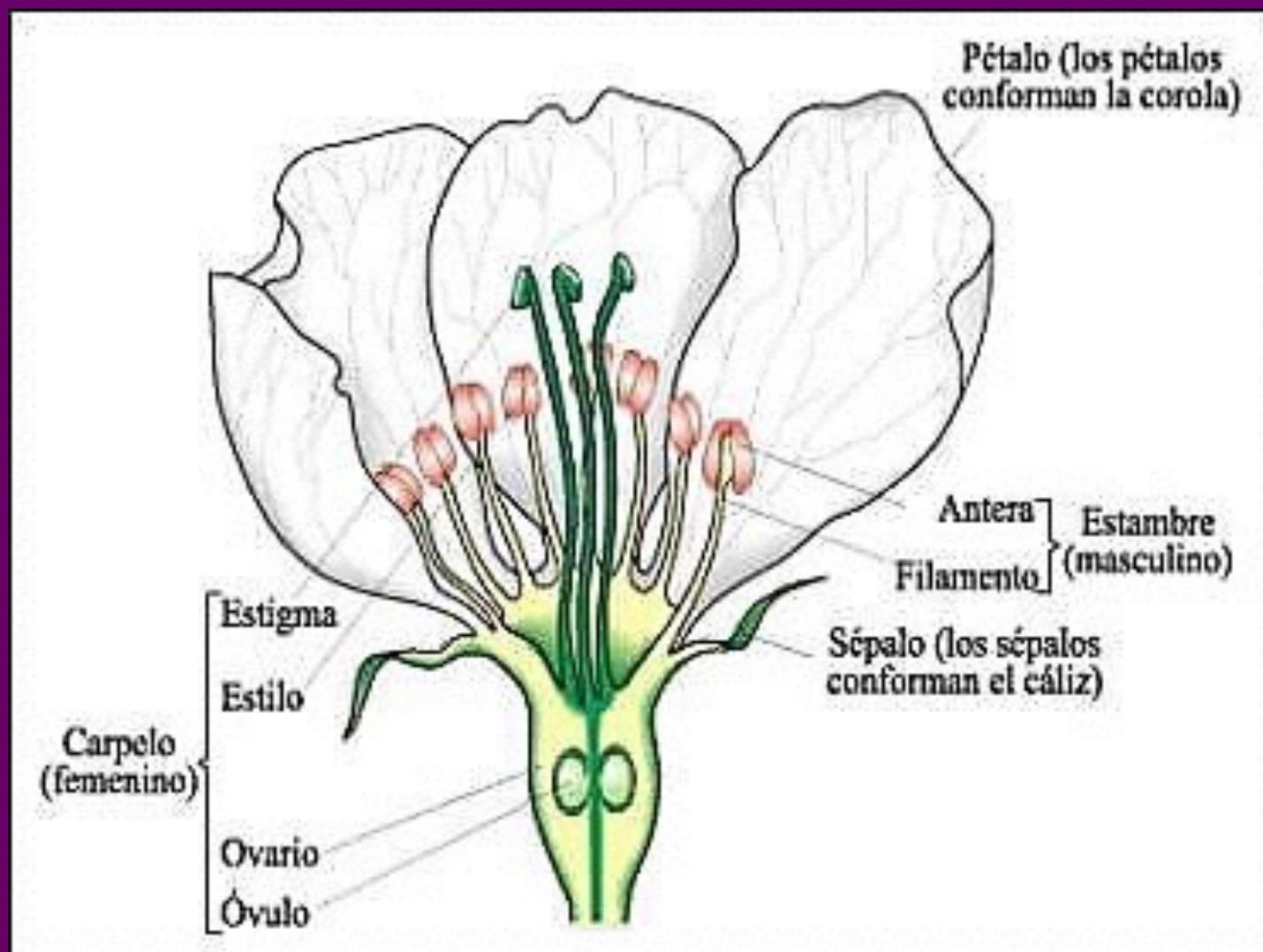


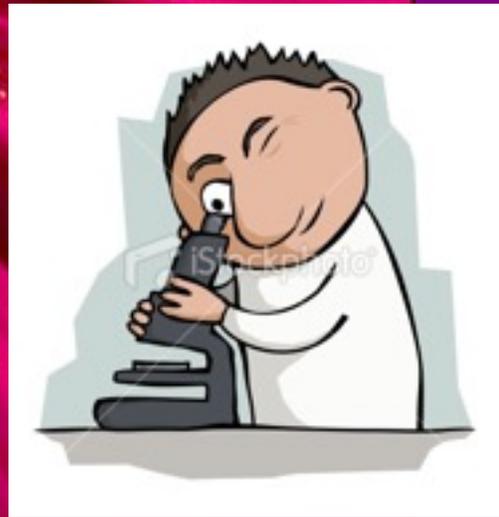
**¿QUE ES EL POLEN?**

**¿QUE ES LA POLINIZACIÓN?**

**LA IMPORTANCIA DE LA POLINIZACIÓN  
PARA LAS PLANTAS Y LOS INSECTOS**







# EL POLEN - el gameto masculino

Elemento fundamental  
en el proceso de polinización y **reproducción sexual**  
de plantas **ANGIOSPERMAS**.

**Regalo alimenticio** más importante para muchos insectos polinizadores.

**Capa exterior**, duro, **sporopollenin** (politerpeno). Huellas prehistóricas.  
**Pigmentos** atractivos (caretenoides, flavenoides, antocianinas UV).  
Colores contrastantes.

**Aromas** distintas a las de la flor.

16 - 30 % proteína  
1 - 7 % carbohidratos  
0 - 15 % azúcares  
3 - 10 % lípidos (energía concentrado)  
sales inorgánicas  
vitaminas

# ¡ MUCHA VARIACIÓN !



## Flores **bisexuales**

partes masculinas y femeninas – misma flor



## Flores **monóicas**

flores masculinas y flores femeninas – misma planta



## Flores **dióicas**

flores masculinas y flores femeninas – diferentes plantas



Flores autofértiles (autogámicas), flores fertilizadas por aire, etc.,etc.

# ¡ MUCHA VARIACIÓN !



p. ejemplo

*Magnolia* sp. ( Magnoliaceae )



ORCHIDACEAE

**LAS FAMILIAS  
MÁS  
EVOLUCIONADAS**



ASTERACEAE



7 9:24 AM

# La **IMPORTANCIA** de la **POLINIZACIÓN** para las **PLANTAS**

La planta es fija y no puede aprender

El aire se mueve pero sin dirección, motivación o preferencia

El insecto es flexible, se desplaza, tiene prioridades. Puede aprender y ser fiel

**maximización de la expresión genética**

**maximización de la plasticidad y adaptabilidad de poblaciones**

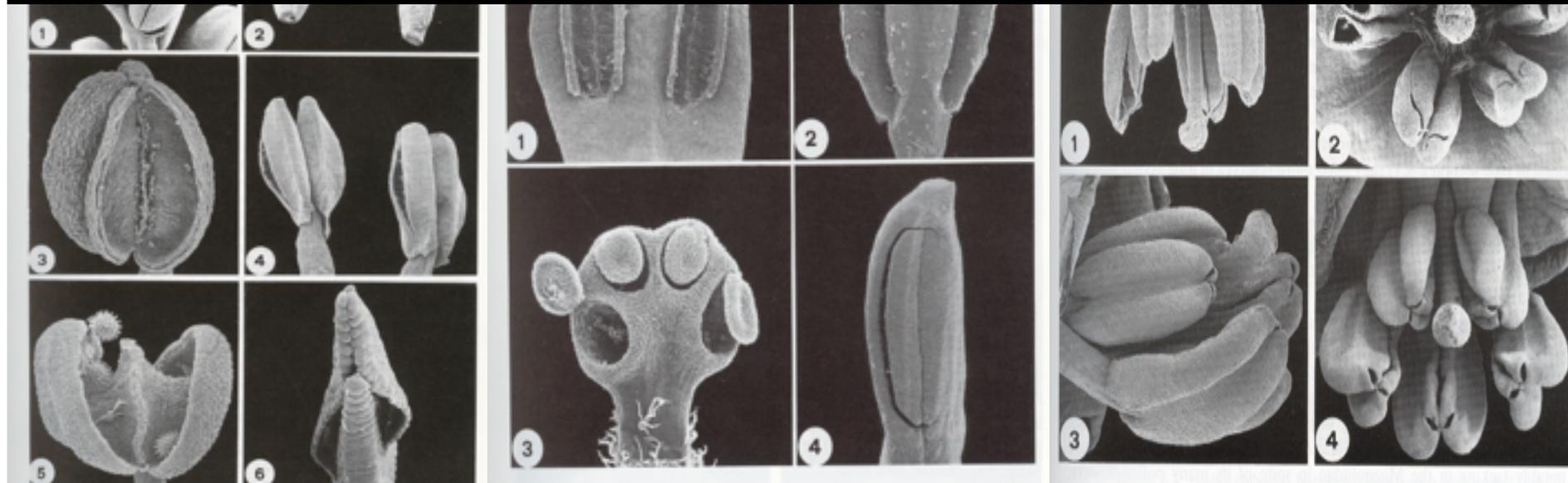
33% de la producción de alimentos para el ser humano, por ser plantas, depende del proceso de polinización por insectos

En cultivos hay que tomar en cuenta las **VARIEDADES** de las plantas:

Las diferentes variedades y híbridos pueden variar - **estrategias diferentes**

- diferentes cantidades de néctar
- requieren de diferentes agentes polinizadores
- el polen de híbridos diferentes a veces no son compatibles
- También, el manejo del cultivo puede afectar el proceso de polinización

# LIBERACIÓN DEL POLEN



LINEAS DE  
DEHISCENCIA

VÁLVULAS

LIBERACIÓN  
“BUZZ zzzzzz”

# POLINIZACIÓN “BUZZzzzzzzz”

Reducción de aperturas

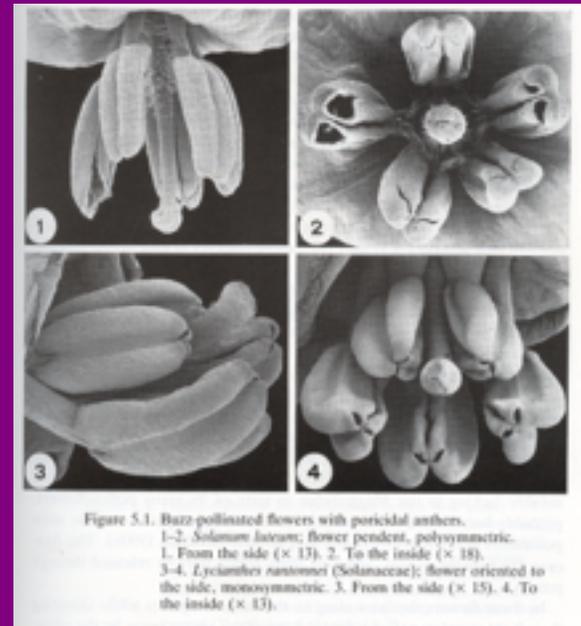
Más común en relación a Diptera y Himenóptera

Vibración con músculos de vuelo, esqueleto torácico → patas → anteras

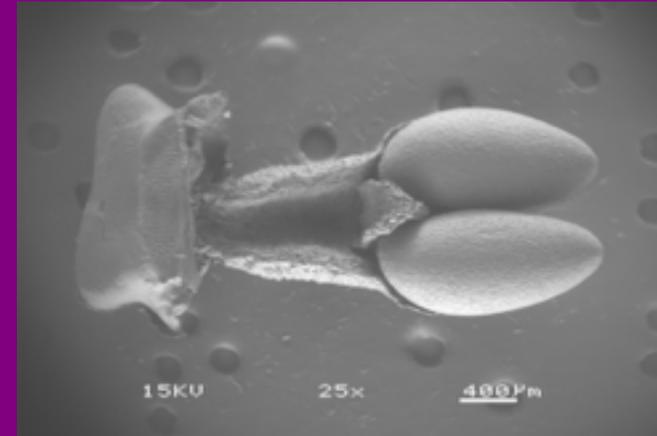
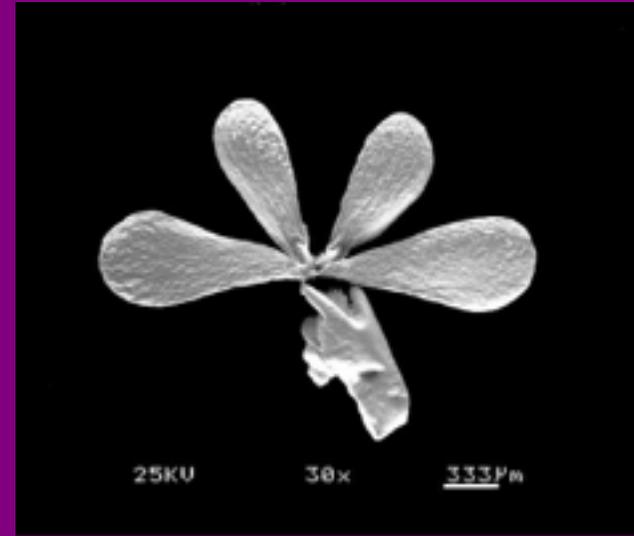
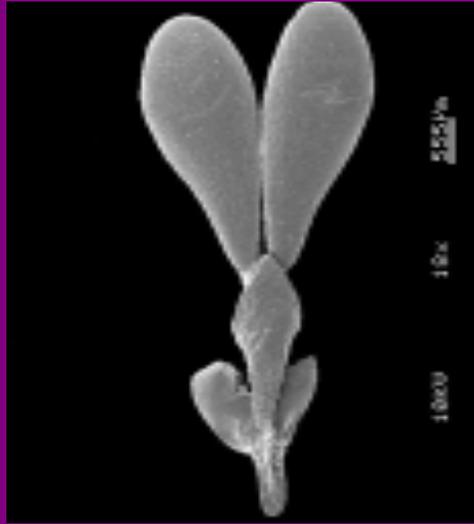
Explosión de polen y distribución general sobre el cuerpo del insecto

Fuerzas electrostáticas

Diferentes frecuencias de vibración para diferentes flores – aprendizaje



# !!! LAS ORQUÍDEAS SON ESPECIALES !!!



# La **IMPORTANCIA** de la **POLINIZACIÓN** para las **INSECTOS**



En general, la polinización es la "**razón ecológica**" para una gran diversidad de insectos.



El néctar y polen aportados por las flores son alimentos básicos para una alta proporción de insectos.

# LOS POLINIZADORES

- ☀ La mayoría de las moscas (Díptera) y las abejas y avispas (Himenóptera) prefieren **aceites** y / o **néctar** como fuente de energía.
- ☀ También los colibrís, murciélagos, mariposas, palomillas, mosquitos, escarabajos, etc. son polinizadores de ciertas plantas y buscan **néctar**.
- ☀ **Las abejas** pueden digerir el **polen**:  
Digestión facilitado por germinación en tubo digestivo.  
Pulverización por tricomas o ráfidos de oxalate, provenientes de la misma planta.  
También recolectan el **néctar**,  
y en algunos casos **aceites** y **fragancias** producidas por las plantas.
- ☀ ¡Los trips también pueden digerir el néctar!

# La **IMPORTANCIA** de la **POLINIZACIÓN** las **INSECTOS**



El polen es una fuente muy importante de proteína para larvas de algunas Coleópteras y Himenópteras, y adultos de Lepidópteras (indirecto – lixiavación).



El néctar aporta energía y algo de proteínas.



Otros “regalos” ofrecidos, como son las fragancias, son fundamentales en la ecología química de algunas especies.

## Comunicación por semioquímicos

Refugio

Calor

Sitio para oviposición

Aceites y resinas para construcción de nidos

# **ADAPTACIÓN de los INSECTOS para la POLINIZACIÓN de las PLANTAS**

En el caso del insecto, los factores involucrados en el proceso de adaptación son :

**Aprendizaje**

**Morfología**

**Movilidad**

**Habilidades perceptuales: olfato, visión, tacto**

**Requerimientos nutricionales y energéticos**

**Ciclo de vida**



## ¿ Porque las hormigas no son polinizadores importantes ?

Estaban en existencia antes de las avispas y abejas y durante la radiación de las Angiospermas (tarde en el periodo Cretáceo).

Por lo general, roban néctar, sin tocar los anteras.

### **POCOS CASOS DE HORMIGAS COMO POLINIZADORES:**

Polinizan flores en suelos pobres y perturbados donde no hay suficientes nutrientes para una gran inversión en néctar etc.

Tundra, desierto caliente, suelo pobre y erosionado.

**Grupos de plantas bajas  
altura uniforme  
Néctar accesible**



# ¿ Porque las hormigas no son polinizadores importantes ?

## Características químicas

Interacción entre hormiga y polen reduce la viabilidad del polen.

Las hormigas producen un sin fin de compuestos para facilitar su vida social, y tienen muchas glándulas.

**Secreciones antibióticas** - ayudan resistir ataques por bacterias y hongos.

Las hormigas atienden directamente a sus larvas y les suministran estas sustancias directamente. (Avispas y abejas mantienen crías en células de cera o papel que contienen los antibióticos).

De las glándulas metaplurales, se han extraído:

- **Inhibidores/estimulantes del crecimiento de plantas**

- PAA - ácido fenylacetico**

- IAA - ácido indoleacetico**

Efectos variables dependiendo de la especie de planta y el estado de desarrollo, presencia de otras sustancias.

Bajas concentraciones de IAA → germinación del polen se incrementa.

Altas concentraciones de IAA → germinación se ve reducida.

**POLINIZACIÓN por INSECTOS**

**AVES**

**MURCIÉLAGOS**



**ESTRATEGIA 1 - REGALOS (Polen) Néctar**

Fragancias / Aromas

Resinas

Aceites

**ESTRATEGIA 2 - FORMA y COLOR -**

**PIGMENTOS**

**TEXTURA**

**MOVIMI**

**ESTRATEGIA 3 - TRAMPAS, ENGAÑO**

## **Néctar**

- ❖ **Contenido adaptado a las necesidades de insectos (o otros animales) polinizadores.**
- ❖ **Almacenado en estructuras simples hasta complejas. Expuesto / escondido**
- ❖ **Dilución por agua de la lluvia y neblina. Desecación por calor e insolación**
- ❖ **Fluorescente o absorbente de los rayos UV**
- ❖ **Guías (mayormente abejas)**
- ❖ **Señalización de cantidad y calidad**

**A veces contiene toxinas que afectan ladrones de néctar y no a los insectos útiles y especializados: saponinas, fenólicos, antioxidantes, alcaloides**

# ESTRATEGIA 1 - REGALOS

## Fragancias / Aromas

Sirven para atraer abejas a las flores, guiadas por gradientes de concentración

Para abejas Euglossinas, tienen otro fin, se recolectan fragancias para el cortejo

Abejas, especialmente Euglossinae pueden discriminar e



stos

## Fragancias / Aromas

Producidas por **osmóforos en estambres y pétalos**.

Estructura parecida a la de los nectarios

Con mayor especialización, usa menos agua, menos expuesto

- ❖ **Agradables** – mono o sesquiterpenos  
Alcoholes alifáticos, ketones, esterés
- ❖ **Desagradables** – proteína podrida, cadáveres, excremento, amoníaco  
Monoaminos: metilamino, etilamino, propylamino, butylamino,  
hexylamino  
Diaminos: putrescina, cadaverina, ácido isobutirico  
  
Skatole, indole
- ❖ **Imitación de feromonas** – alcoholes simples, ácidos, esterés, algunos terpenoides

# ESTRATEGIA 1 - REGALOS

## Resinas

Ciertas abejas, p.ej. Anthophoridae

Exadapción

Heridas de tejido vegetal

Sustancias defensivas – líquido, pegajoso, lento endurecimiento

Puede reemplazar la oferta de néctar

## Aceites

Abejas

Alimento para larvas, forrado de nidos

Recolección por las piernas en estructuras que se llaman elaioforos, bultos, undulaciones, pelos, cepillos

## ESTRATEGIA 2 - FORMA y COLOR

**Pétalos, sépalos, bracteos, polen, hasta el néctar**

# Pigmentos

Flavonoides – naranja, rojo, azul, amarillo, blanco

Caretenoides – amarillo, naranja, rojo

Clorofilas – verde

Quinonas – amarillo

Cianidinas – café, rojo

Antocianinas – rojo, naranja

# Pigmentos

## Las abejas ven

UV, violeta, azul, verde, amarillo, naranja (ser humano - azul, verde y rojo),  
utilizando tres clases de receptores – UV, azul, amarillo

## Los Colores pueden cambiar según estado fenológico

*Lantana camara* (Verbenaceae) flor vieja, podrida o polinizada cambia de color  
hace resaltar las flores receptivas

En 46 familias la flor cambia de color al momento de maduración de las anteras  
(antesis)

En varias especies, se resaltan o esconden las guías hacía los nectarios después de  
polinización

¡ Los polinizadores ven las cosas de  
manera diferente !







**Afecta densidad y brillo del color**

**Liso – reflecta**

**Pelos o papillas – profundizan el color, mucho superficie. Absorben la luz**

**Color denso, sin brillo**

**Gotas o puntos brillantes**

**Labios frondosos, sensaciones táctiles**

**Puntos y rayos elevados, setas, orillas frondosas**

**Movimie**

**Pelos temblantes, movimiento de las flores**

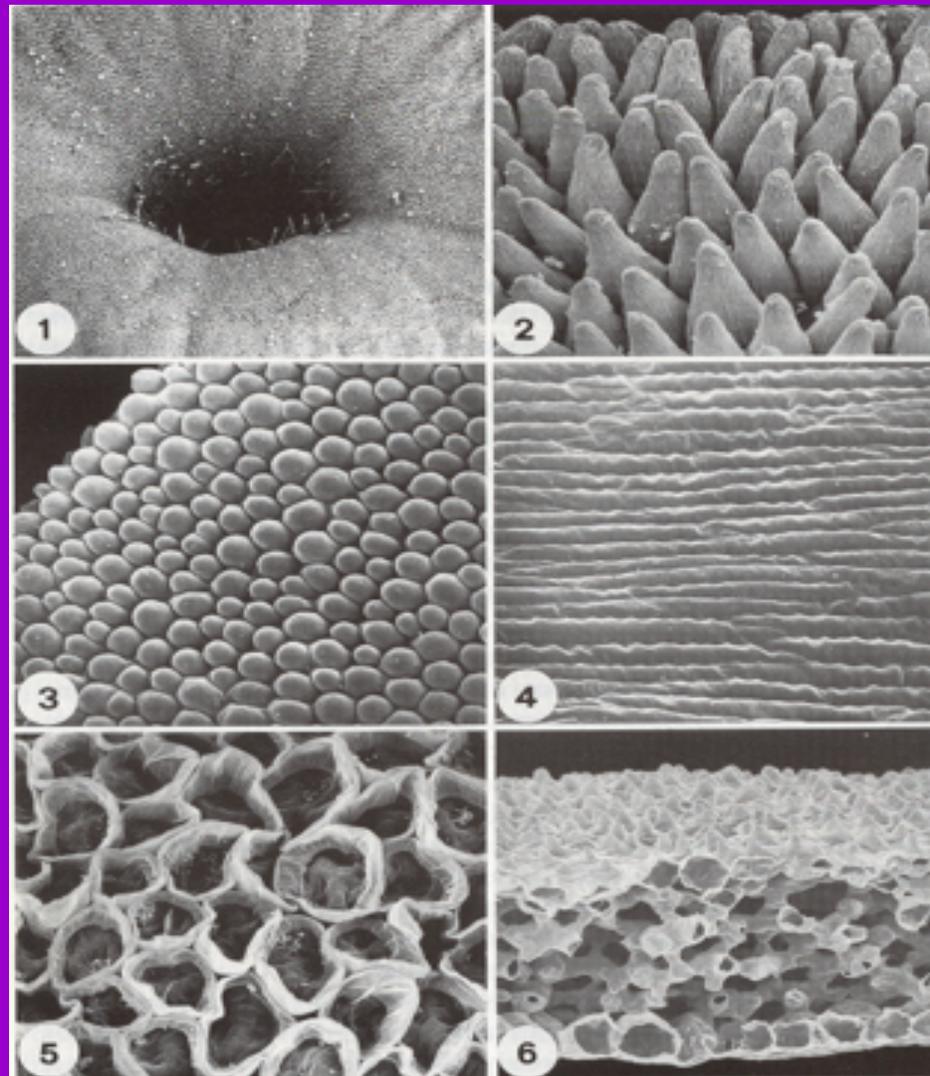


Figure 5.10. Epidermis differentiations of floral organs with different optical effects. 1-2. *Lantana camara* (Verbenaceae); long, conical papillae on petals. 1. Centre of expanded, papillate part of corolla ( $\times 18$ ). 2. Papillae ( $\times 450$ ). 3. *Saintpaulia ionantha* (Gesneriaceae); rounded papillae on petals ( $\times 100$ ). 4. *Schlumbergera bridgesii* (Cactaceae); elongate parallel ridges on petals ( $\times 100$ ). 5. *Saintpaulia ionantha* (Gesneriaceae); grooved surface on anthers ( $\times 200$ ). 6. *Tibouchina semidecandra* (Melastomataceae); transverse section of petal showing papillate surface and spongy parenchyma ( $\times 200$ ).

EFEKTOS ÓPTICOS

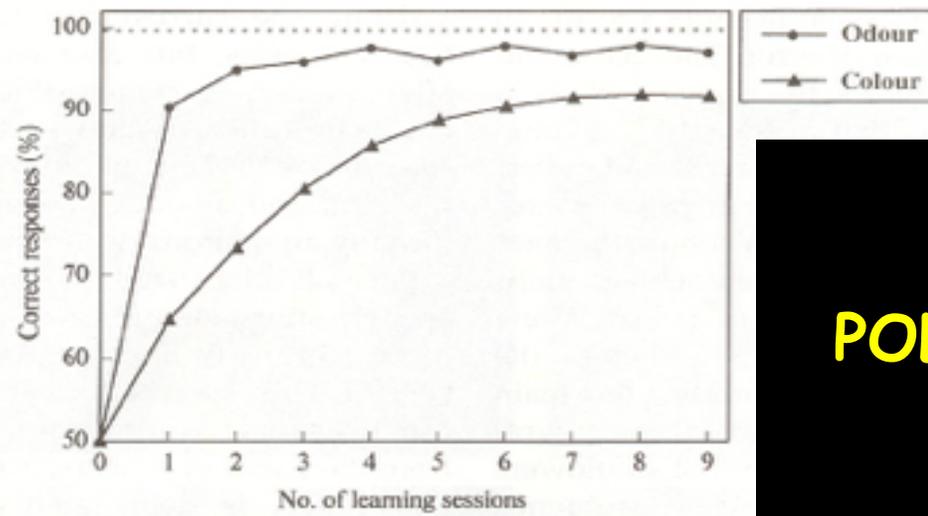
## ESTRATEGIA 3 - TRAMPAS, ENGAÑO Especializaciones estrechas

### Mimetismo, Engaño y Decepción

Polen, gotas de néctar falso, hembras que no son.....etc.

El insecto pierde y tiene que aprender distinguir entre las promesas verdaderas y falsas

Insectos tiernos, ingenuos



# LOS POLINIZADORES APRENDEN

Figure 11.5 Learning curves for odour and colour in honeybees show that they rapidly learned than an average colour and that the accuracy of odour memory is higher. (Source: redrawn from Gould, 1993.)

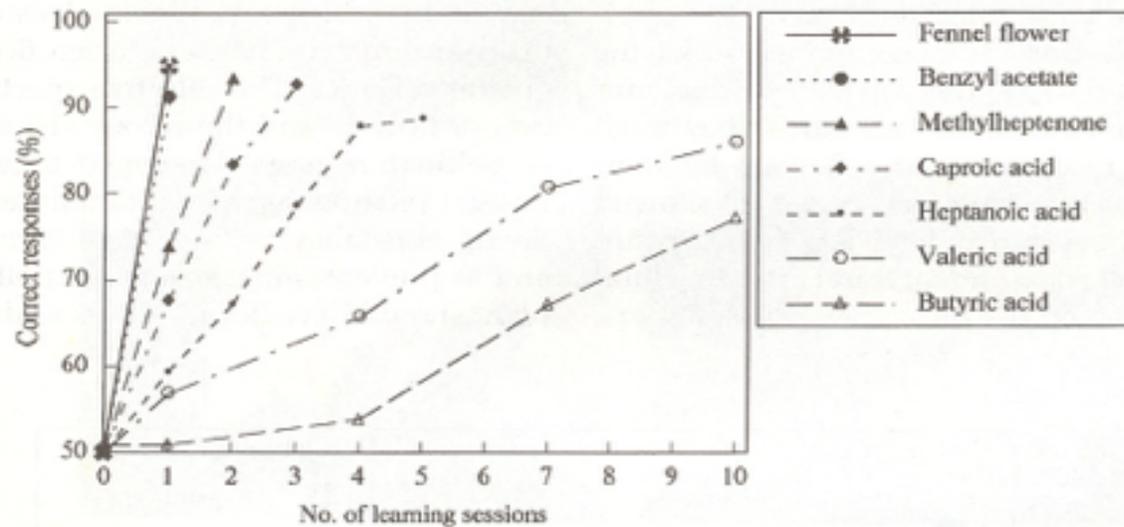


Figure 11.6 Odour learning curves in honeybees for a flower fragrance (fennel) and various pure chemicals. (Source: redrawn from Kriston, 1971.)

# Biology of stingless bees. Velthuis

¡ Y SORPRENDEN !



*Friesomelitta silvestri*

sonido

→ búsqueda al azar



*Scaptotrigona*

sendero aromático

sonido

+ baile simple

feromona

→ búsqueda guiada



*Melipona*

baile simple  
feromona

→ búsqueda guiada



*Apis mellifera*

marcaje <sup>atractivo</sup> <sub>repelente</sub>  
baile complejo  
orientación detallado

→ búsqueda pre-informada

# Conservación de Polinizadores

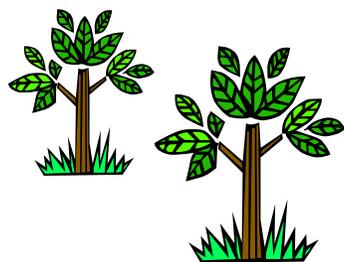
INVESTIGAR CADA CASO :

ECOLOGÍA del POLINIZADOR

INTERACCIÓN con CULTIVOS y/o  
PLANTAS SILVESTRES

Las CONDICIONES AMBIENTALES

INTERACCIÓN **DISEÑO de AGROECOSISTEMAS**



☀ Hábitat ¿fragmentación?  
¿cambios estacionales?

☀ Condiciones climatológicas

☀ Contaminación

☀ Condiciones climatológicas

☀ Alimento - larva y adulto

☀ Pareja

☀ Sitio para anidarse

☀ Refugio

☀ Competencia (p. ej. *Apis mellifera*)



Hay guerras y derrotas, extinciones y proliferaciones, y la historia de las asociaciones con diferentes polinizadores tras la evolución se traza en las formas, colores y aromas de cada flor que apreciamos en la actualidad.

Cada ecosistema con sus animales, plantas, condiciones ambientales y ubicación geográfica es un mundo con un complejo de ventajas y desventajas.

Los agroecosistemas desarrolladas por el ser humano presentan retos muy particulares para la producción de los alimentos que depende del proceso de polinización y se estima que aproximadamente un 30% de los 1,500 especies de plantas cultivadas en el mundo dependen de la polinización por abejas y otros insectos.

Como producto de la polinización se producen semillas, frutas y nuevas generaciones de plantas que forman la base de las cadenas alimenticias que sustentan la vida en el planeta.

Los polinizadores influyen en cuales plantas se reproducen y cuales no, y donde, así afectando la sobrevivencia y composición de todo tipo de ecosistemas.

**Texto recomendado:**

## **Pollination of cultivated plants in the tropics**

David W. Roubik (Ed.)  
Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama.

1995. FAO Agricultural Services Bulletin 118.

