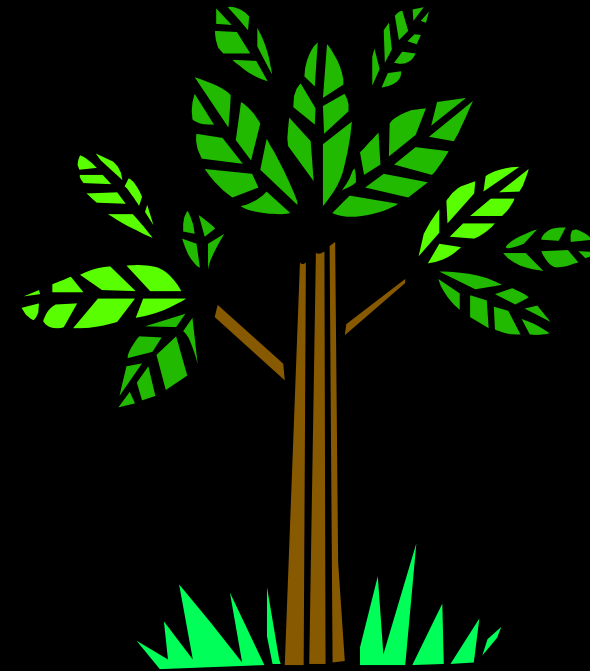


2. “La Polinización: patas y polen, arquitectos del destino”



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



Las plantas no se pueden mover,

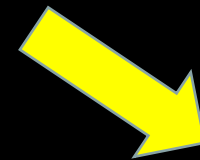
no pueden elegir su pareja,

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.

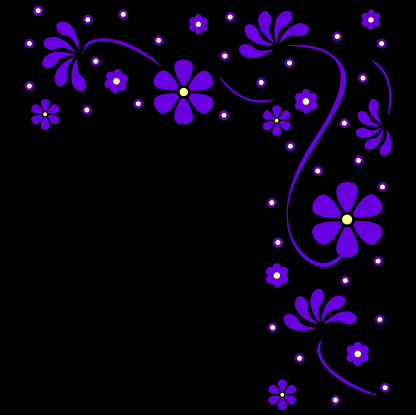


POLINIZACIÓN

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.

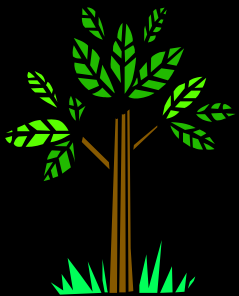
Estos animales llevan el destino de cada especie de planta
en sus patas, alas, lenguas o cuerpos en la forma de granos de polen.

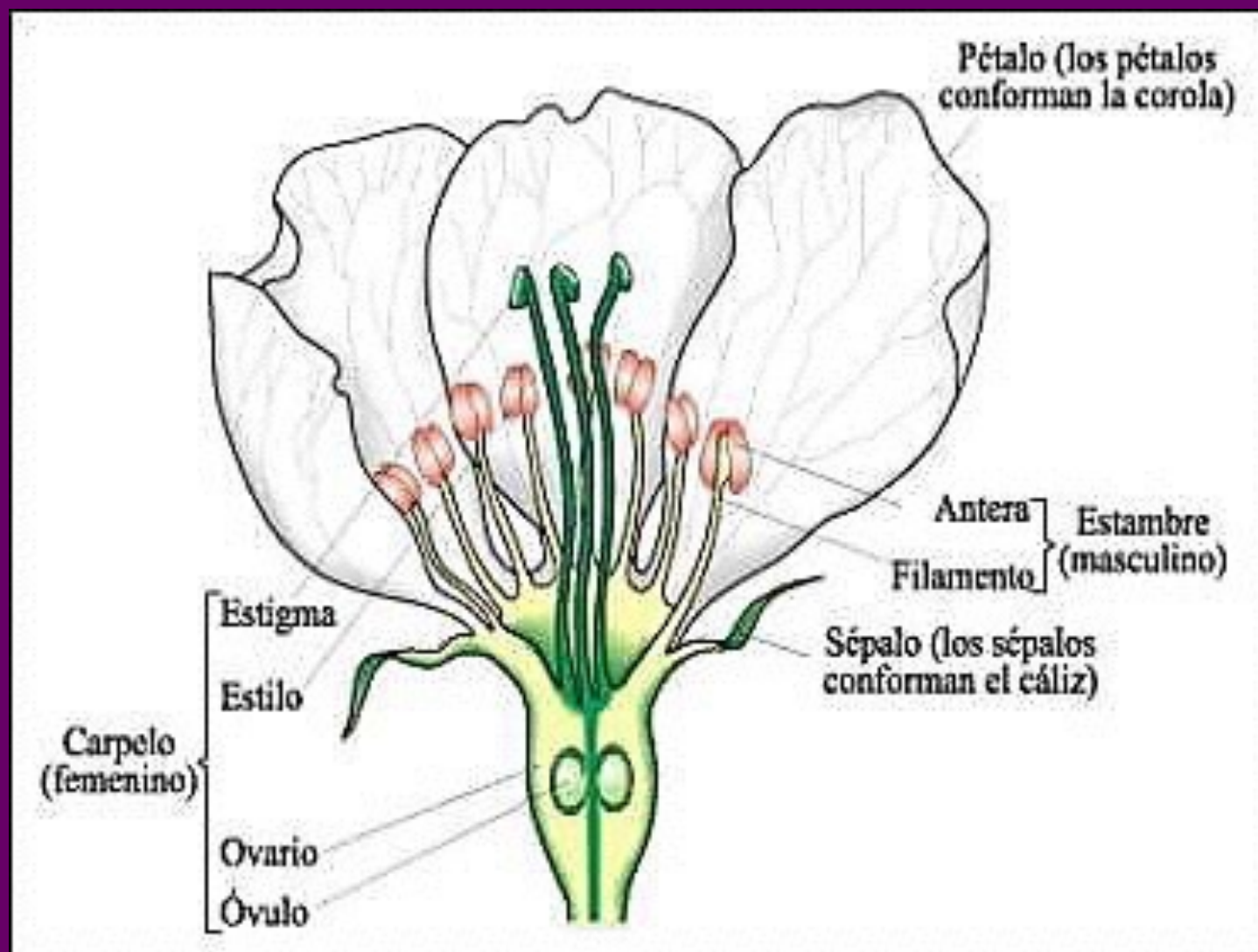


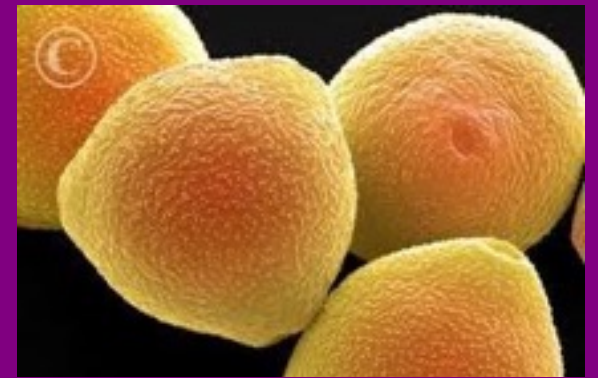
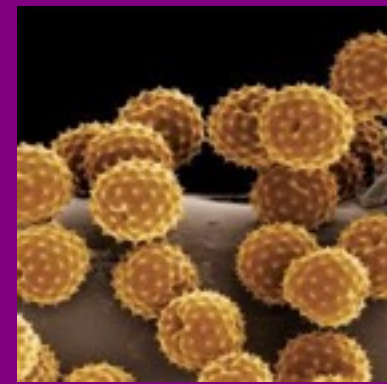
¿QUE ES EL POLEN?

¿QUE ES LA POLINIZACIÓN?

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







SCIENCEPHOTOLIBRARY

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



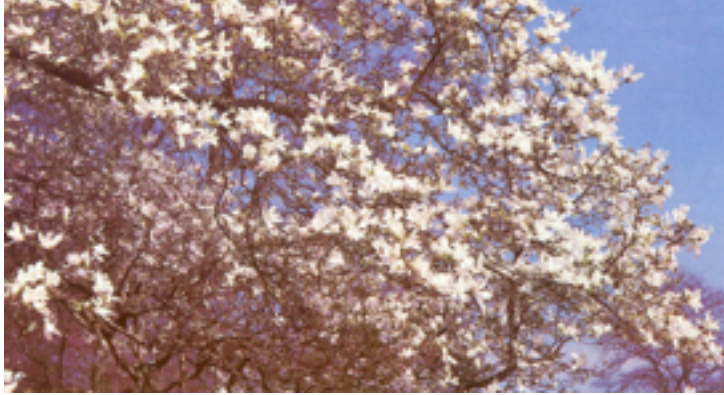
Flores **dióicas**

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



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

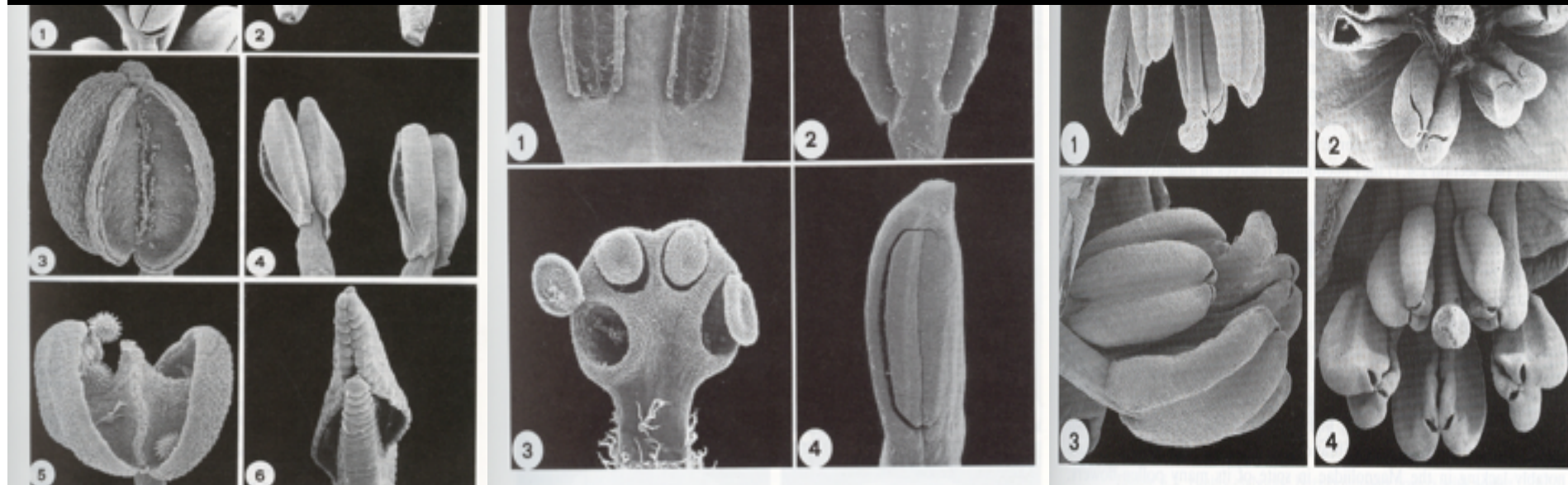
33% de la producción de alimentos para el ser humano, por ser plantas, depende del proceso de polinización por insectos

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

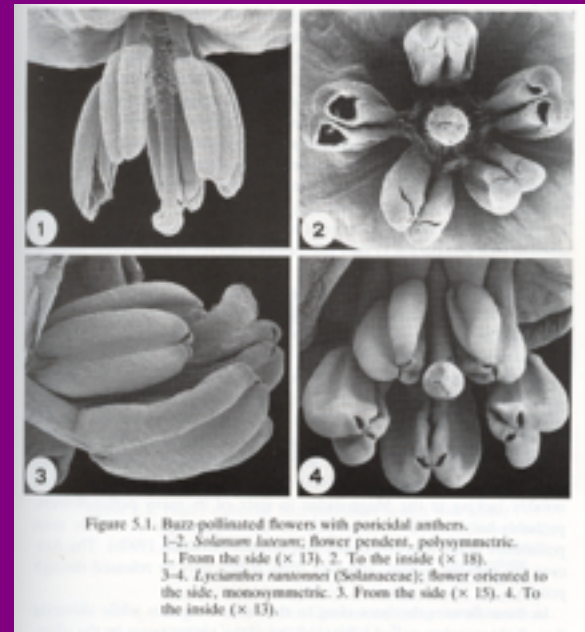
Más común en relación a Diptera y Himenóptera

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

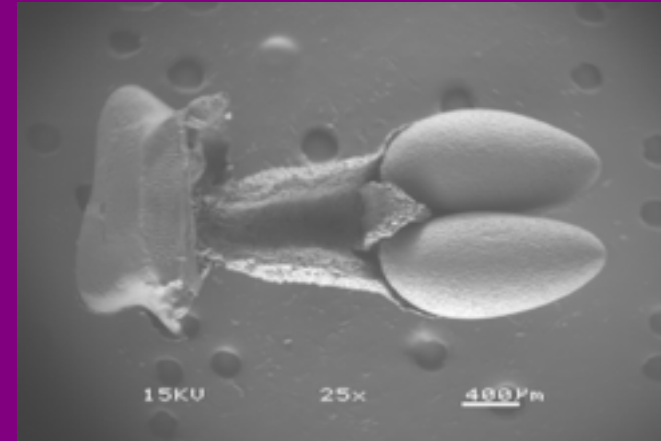
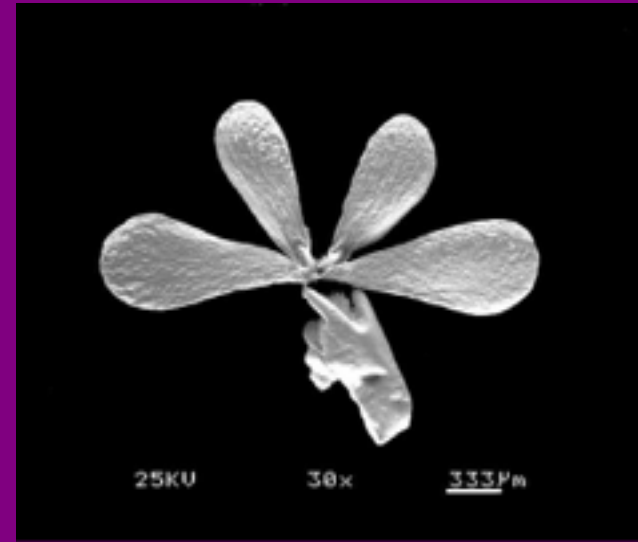
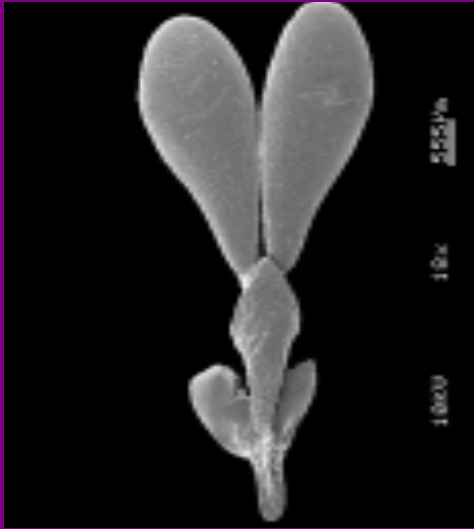
Explosión de polen y distribución general sobre el cuerpo del insecto

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

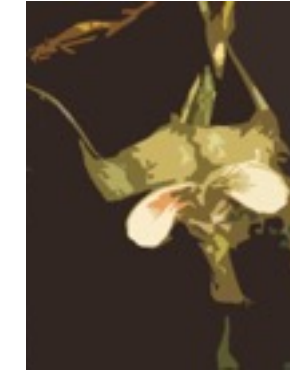
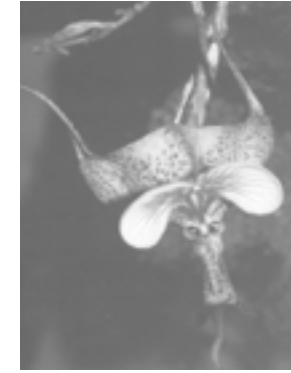
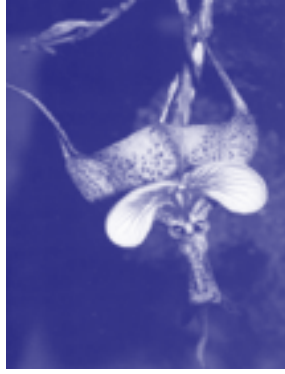
En 46 familias la flor cambia de color al momento de maduración de las anteras
(antesis)

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

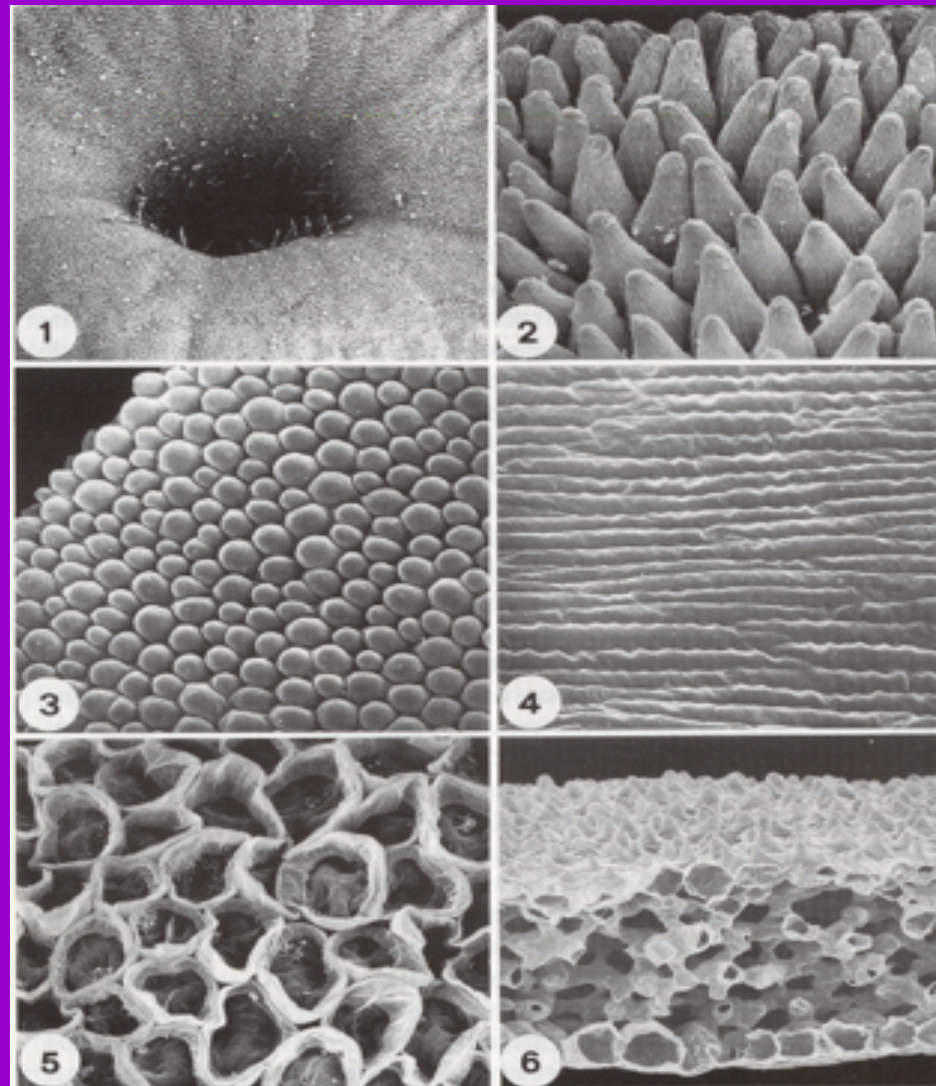


Figure 5.10. Epidermis differentiations of floral organs with different optical effects. 1-2. *Lantana camara* (Verbenaceae); long, conical papillae on petals. 1. Centre of expanded, papillate part of corolla ($\times 18$). 2. Papillae ($\times 450$). 3. *Saintpaulia ionantha* (Gesneriaceae); rounded 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

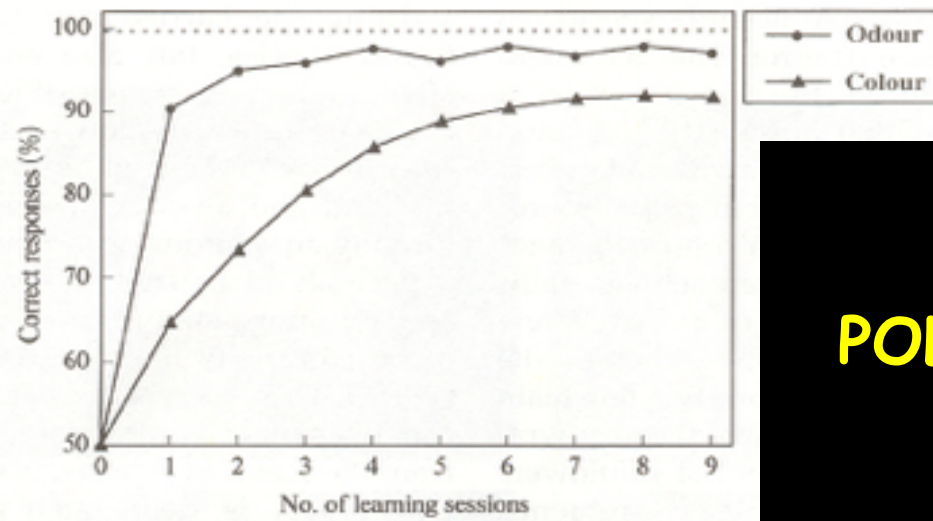
ESTRATEGIA 3 - TRAMPAS, ENGAÑO Especializaciones estrechas

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.)

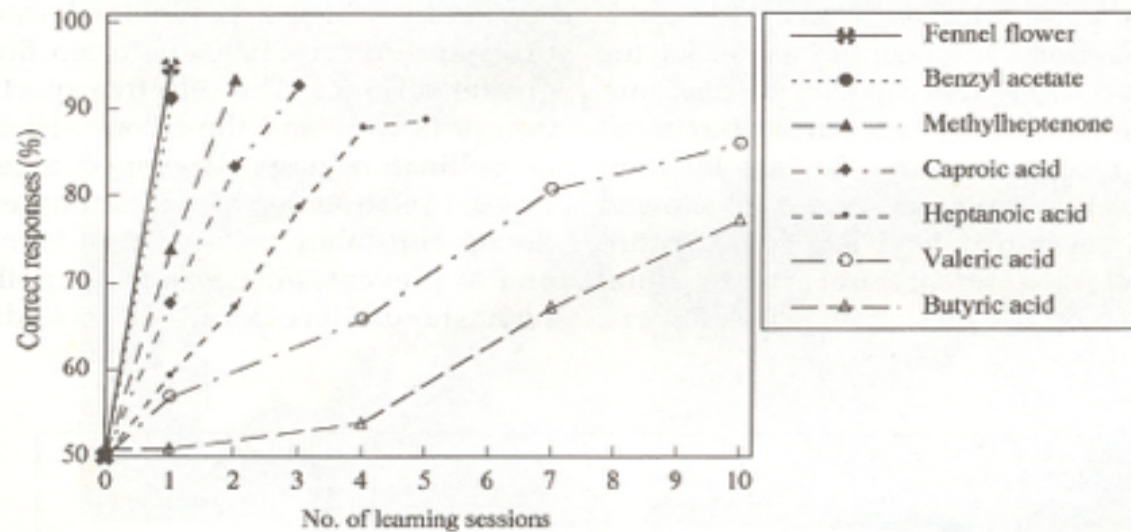


Figure 11.6 Odour learning curves in honeybees for a flower fragrance (fennel) and various pure chemicals. (Source: redrawn from Kriston, 1971.)

Biology of stingless bees. Velthuis

¡ Y SORPRENDEN !



Friesekomelitta silvestri

sonido

→ búsqueda al azar



Scaptotrigona

sendero aromático

sonido

+ baile simple

feromona

→ búsqueda guiada



Melipona

baile simple
feromona

→ búsqueda guiada



Apis mellifera

marcaje ^{atractivo} _{repelente}
baile complejo
orientación detallado

→ búsqueda pre-informada

Conservación de Polinizadores

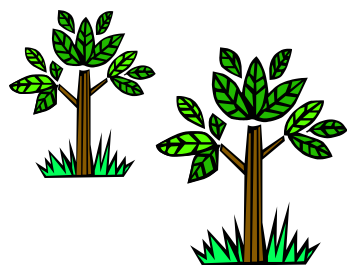
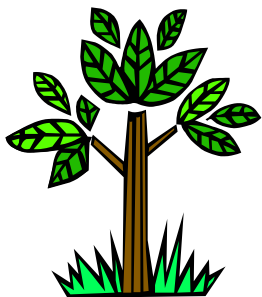
INVESTIGAR CADA CASO :

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.

