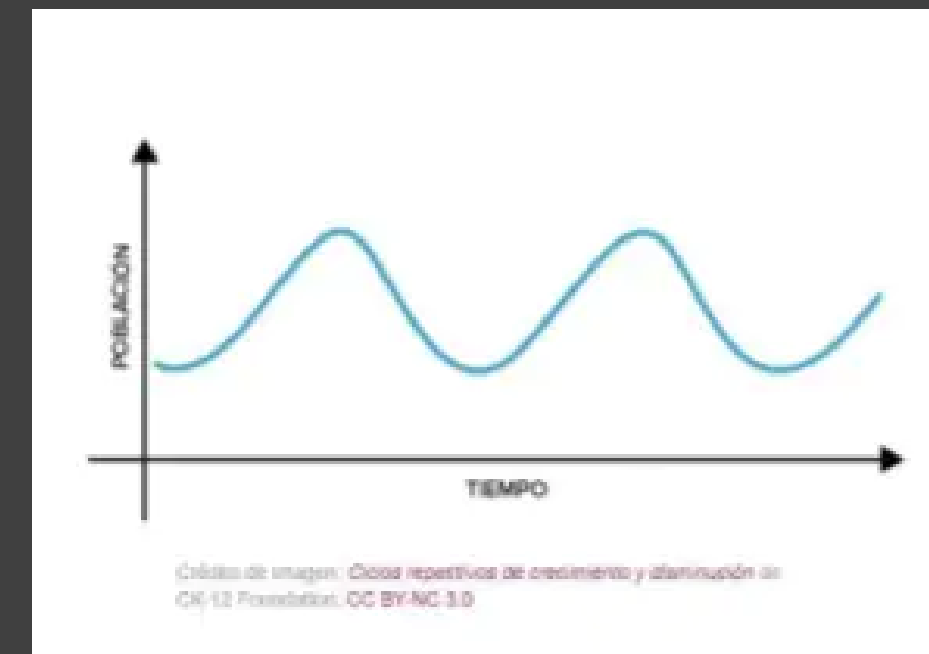
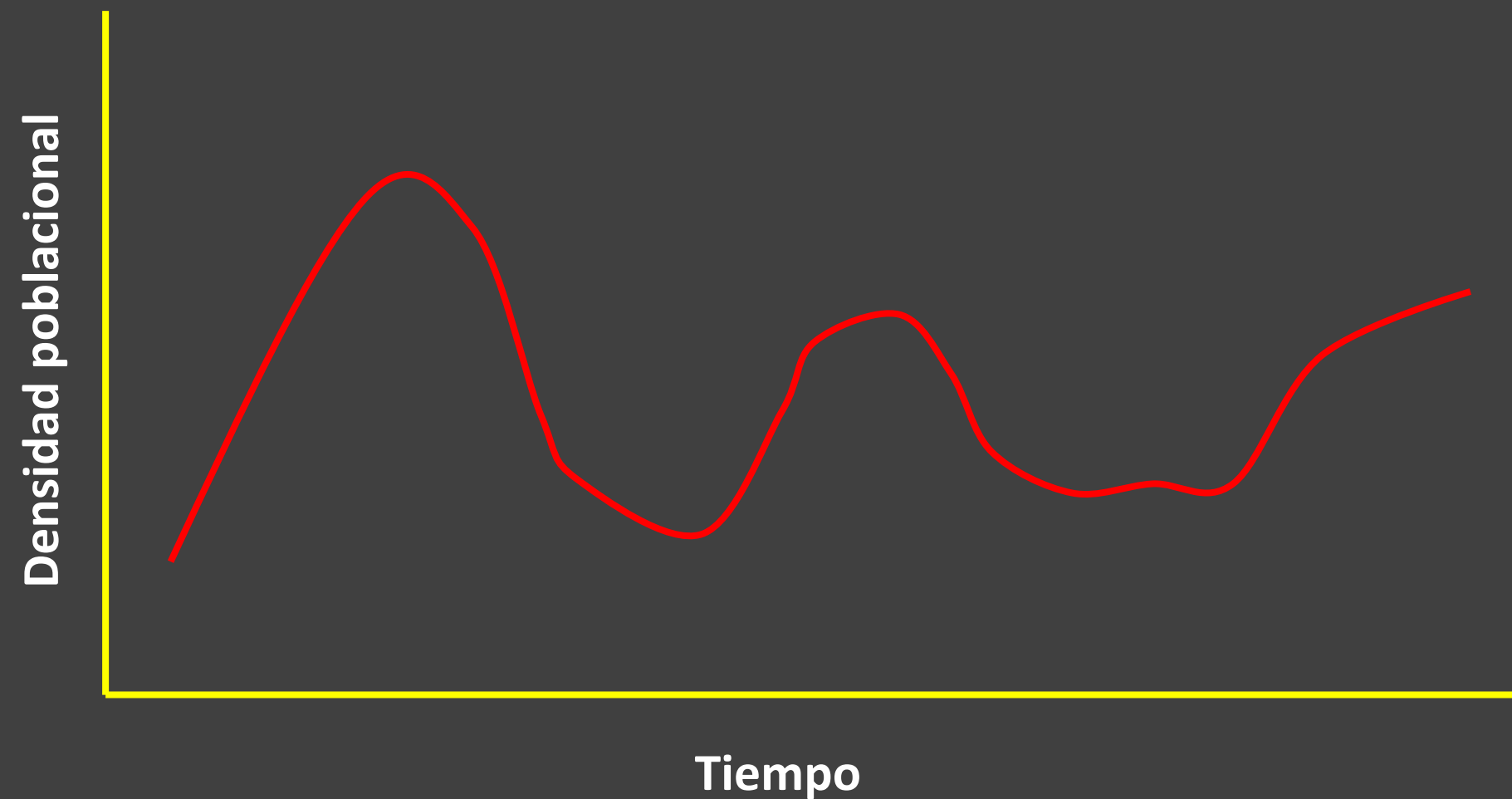




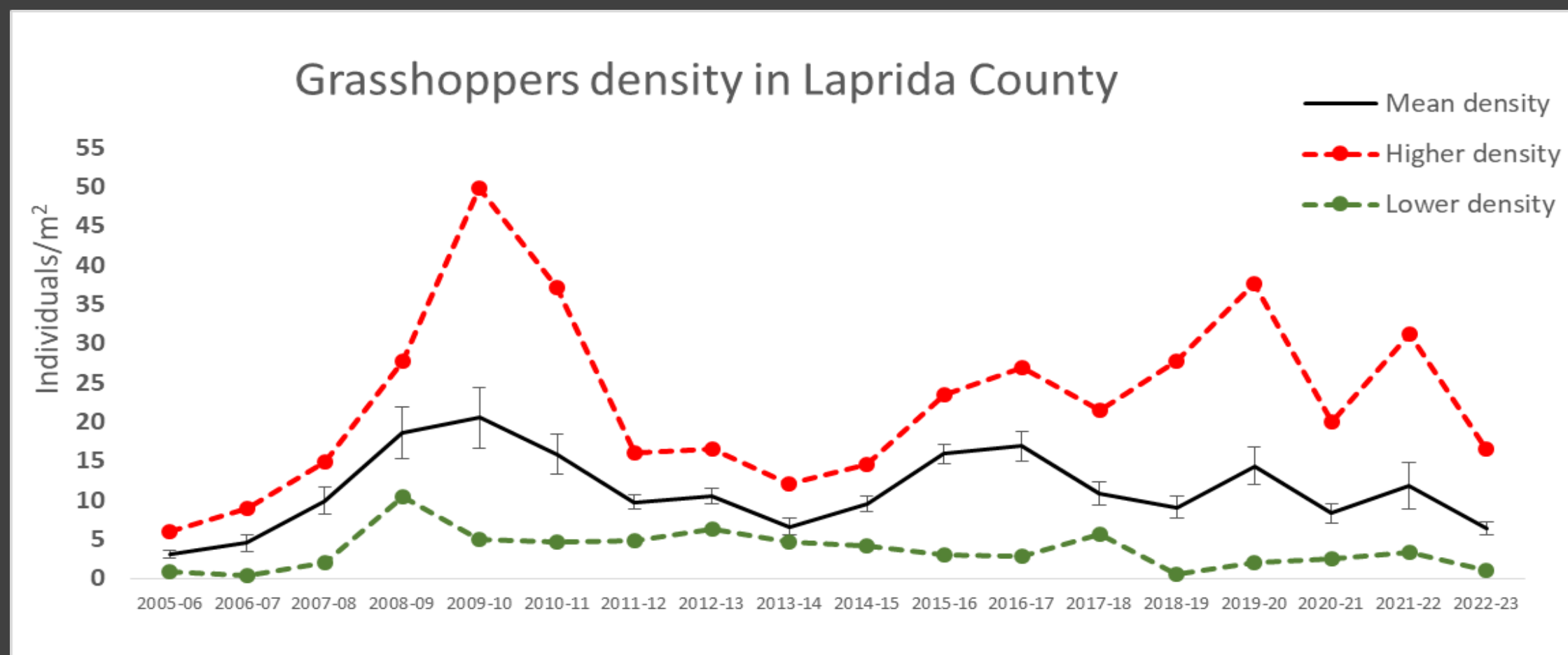
Factores abióticos

Factores bióticos

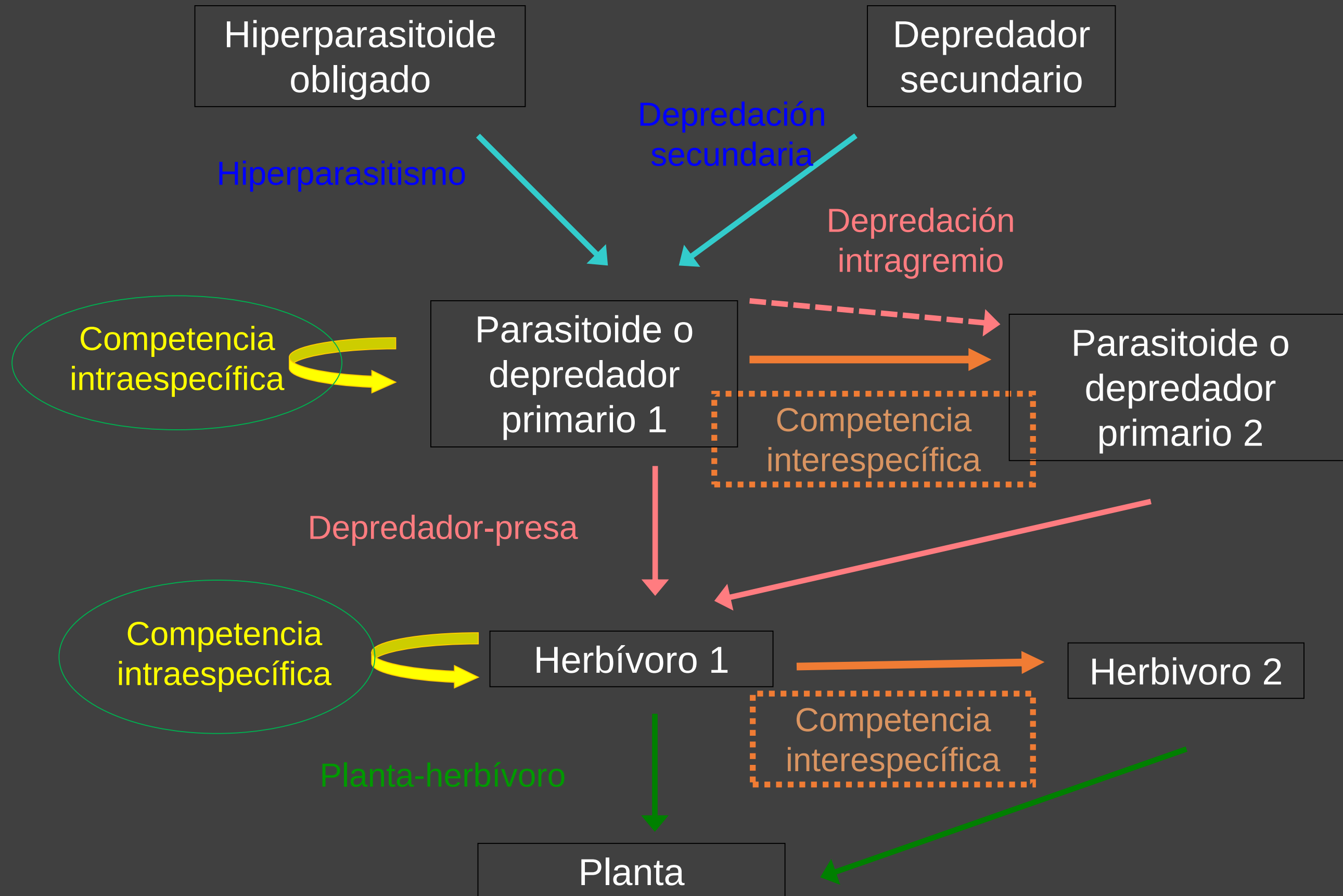
Períodos de tiempo relativamente cortos y como resultado de cambios en la **natalidad, mortalidad, inmigración y emigración**. En **condiciones ambientales favorables**, algunas especies tienen la capacidad de **aumentar el tamaño de la población** dados sus **cortos tiempos de generación y altas tasas de reproducción**

Explosión Poblacional (“outbreak”)

Gran aumento de la densidad de una especie o un conjunto de especies, que ocurre en un período de tiempo relativamente corto, afectando diversos ambientes y asumiendo el estatus de “plaga”.



Interacciones



Interacción Planta –herbívoro

Dras. Yanina Mariottini y Nadia G. Salas Gervassio

Curso de Bio-ecología de plagas II
septiembre 2023

INSTITUTO MULTIDISCIPLINARIO SOBRE
ECOSISTEMAS
Y DESARROLLO SUSTENTABLE

CEPAVE

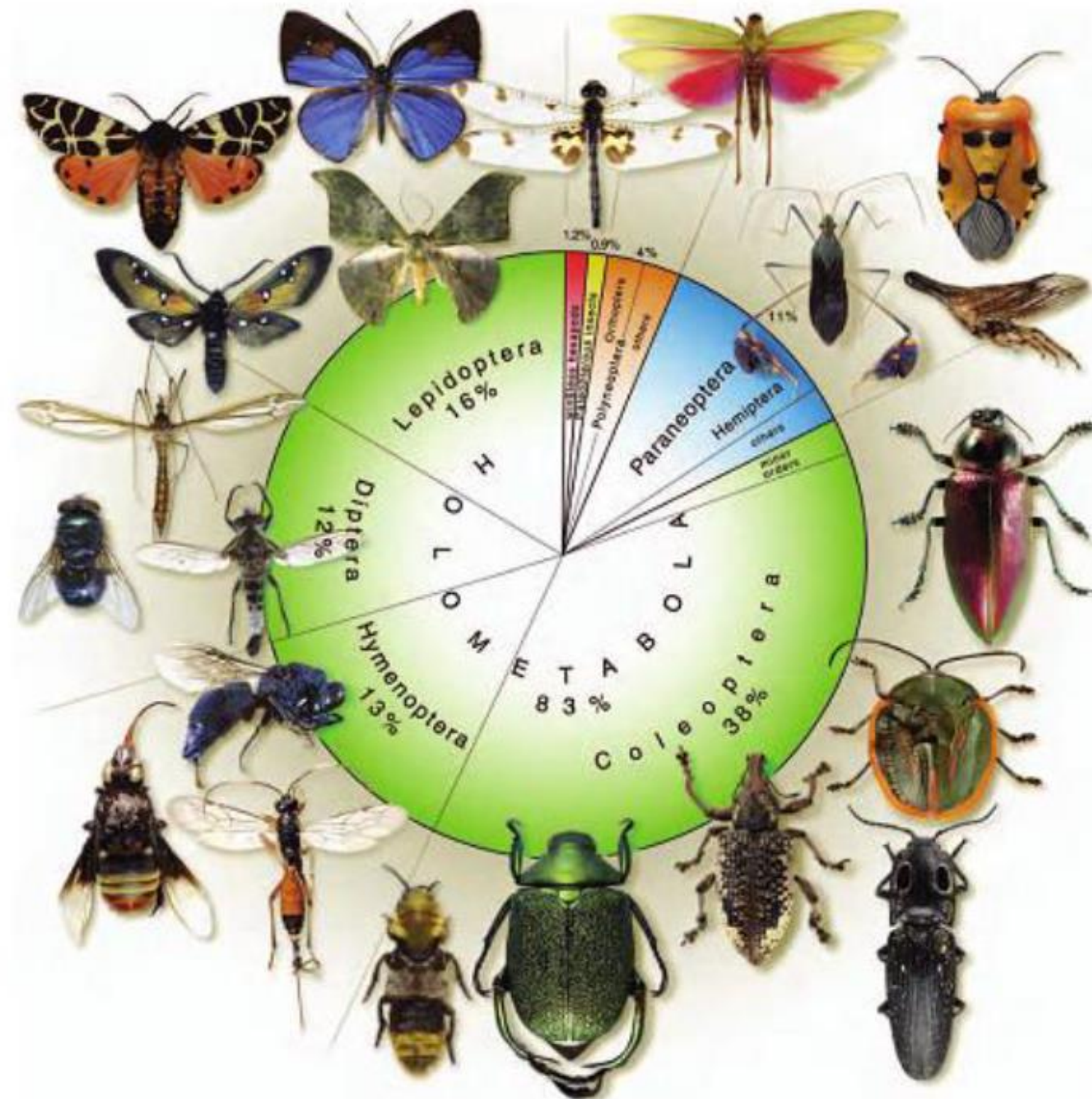
CONICET
U N L P

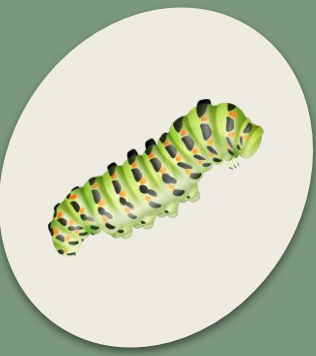
CENTRO DE
ESTUDIOS
PARASITOLÓGICOS
Y DE VECTORES

CONICET



IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS





Éxito evolutivo de los insectos



Pequeño tamaño
y estructura
corporal



Ciclo de vida
corto y alta
fecundidad



Presencia
de alas



Metamorfosis



Variabilidad
genética y alta tasa
de especiación



Variabilidad en
la dieta



Mimetismo





- Diversidad y conservación de especies



- Insectos Polinizadores



- Recursos alimenticios



- Controladores biológicos



- Vectores





• Insectos herbívoros

INTERACCIONES PLANTA- HERBIVORO



IMPORTANTES PARA COMPRENDER LA DINÁMICA DE LA COMUNIDAD.



VINCULO FUNDAMENTAL ENTRE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y LAS REDES ALIMENTARIAS.





De los 29 órdenes, 9 poseen especies que se alimentan de plantas

Orthoptera (tucuras y langostas)

Phasmatodea (bicho palo)

Lepidoptera (mariposas y polillas)

Thysanoptera (trips)

Hemiptera (chinchas, cotorritas, chicharritas, áfidos y cochinillas)

Psocoptera (piojos de la madera)

Coleoptera (Escarabajos)

Hymenoptera (Avispas sierra)

Diptera (Moscas)

INSECTOS FITÓFAGOS

Masticadores

Minadores y
barrenadores

Succionadores de
savia

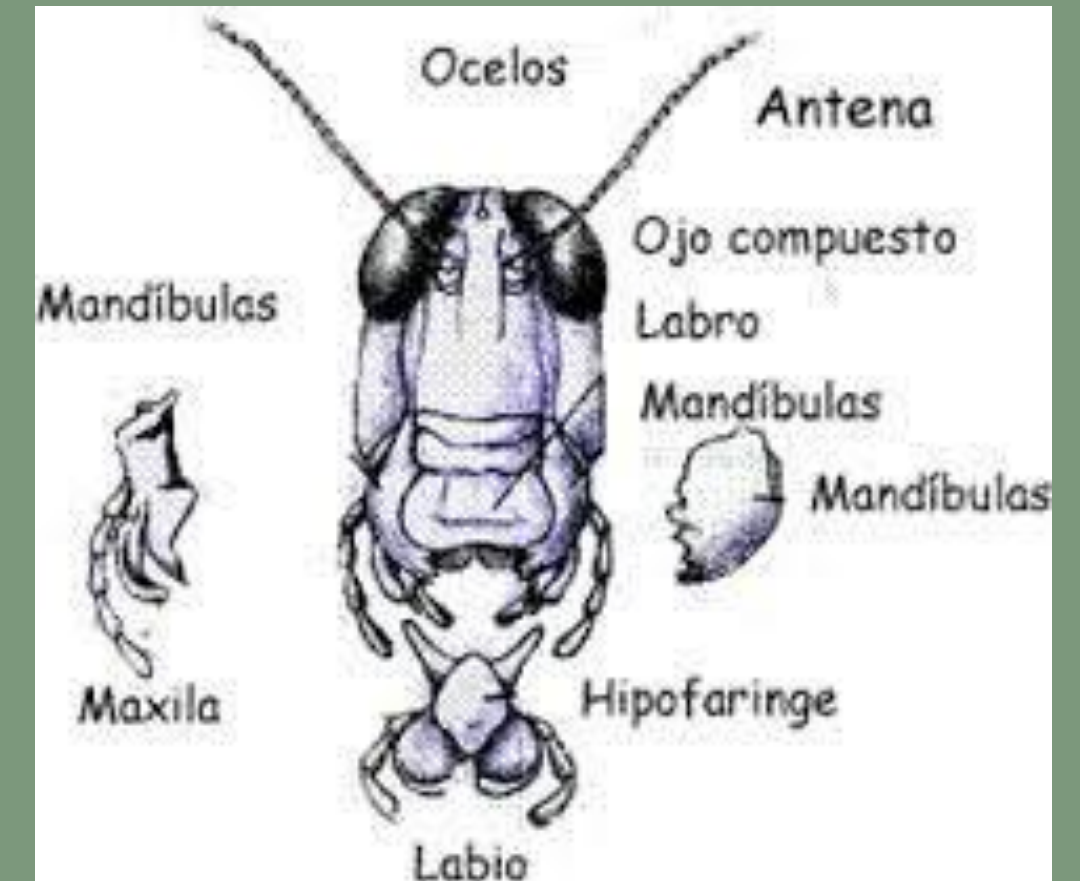
Comedores de
semillas

Formadores de
agallas



INSECTOS MASTICADORES

- Poseen mandíbulas y maxilas con las que trituran los tejidos vegetales.
- A este grupo pertenecen las larvas de algunos lepidópteros (orugas) y los adultos y larvas de coleópteros (escarabajos), los ortópteros (grillos, chapulines y langostas) y los himenópteros (hormigas)



Minadores y barrenadores



Liriomyza trifolii



Tuta absoluta

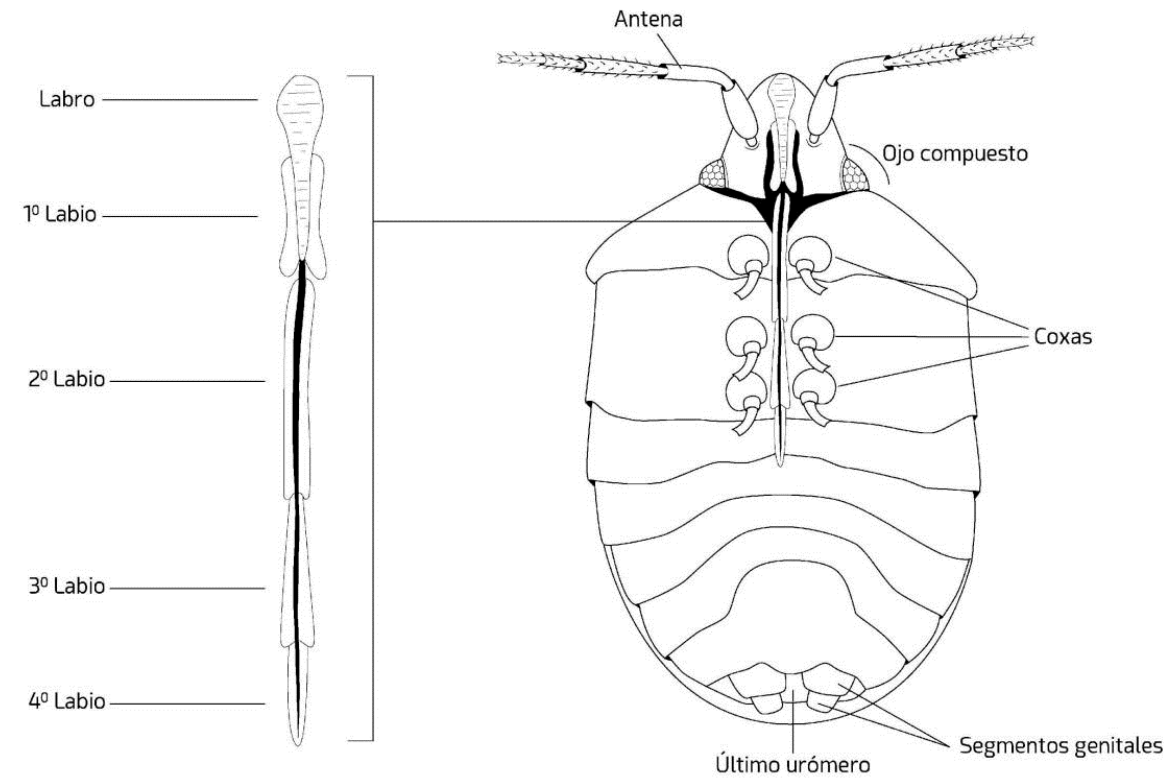


Phoracantha

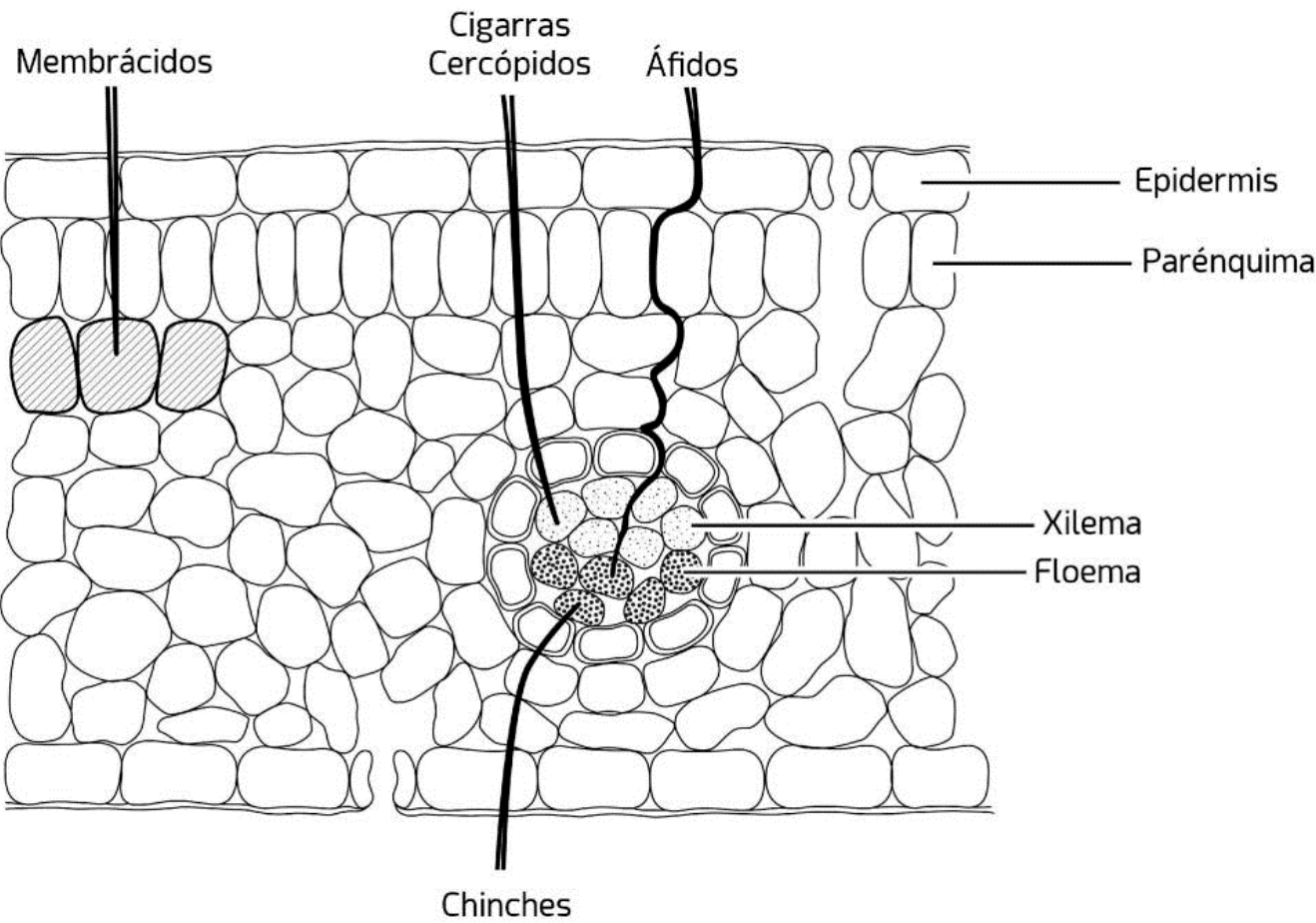
Coleoptera: Cerambycidae



Succionadores de savia



Aparato bucal de picador-suctor de cuatro estiletes

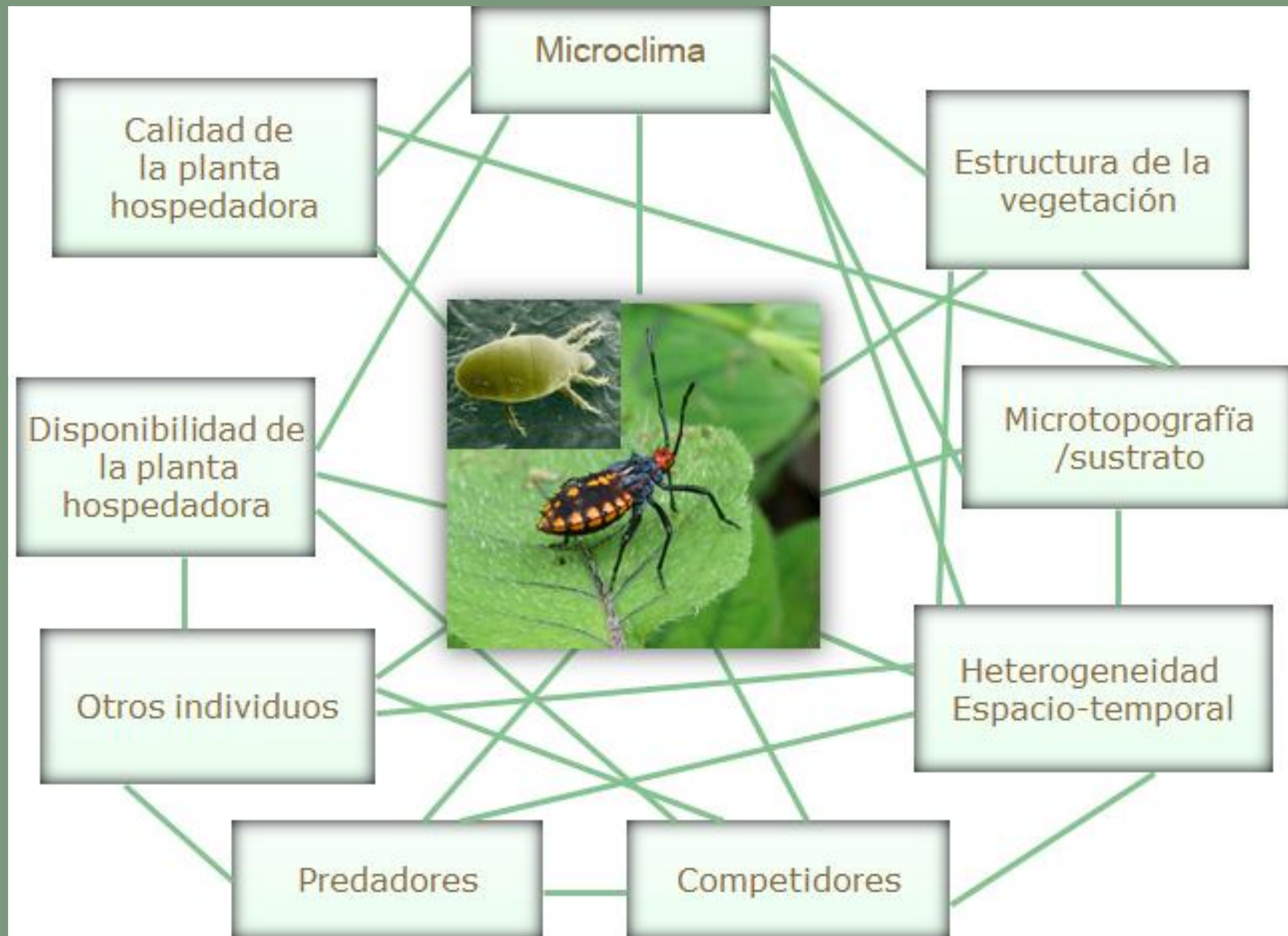


Comedores de néctar y polen



Formadores de agallas





La predicción y disponibilidad de las plantas en espacio y tiempo.

La diversidad de plantas.

El nivel nutricional de los tejidos de las distintas estructuras de las plantas.

Las defensas físicas y químicas de los tejidos vegetales.



ESTRATEGIAS DE DEFENSA DE LAS PLANTAS FRENTE A LOS HERBÍVOROS



Mecanismos morfológicos, bioquímicos y moleculares para contrarrestar / compensar los efectos del ataque de los herbívoros.

DEFENSAS

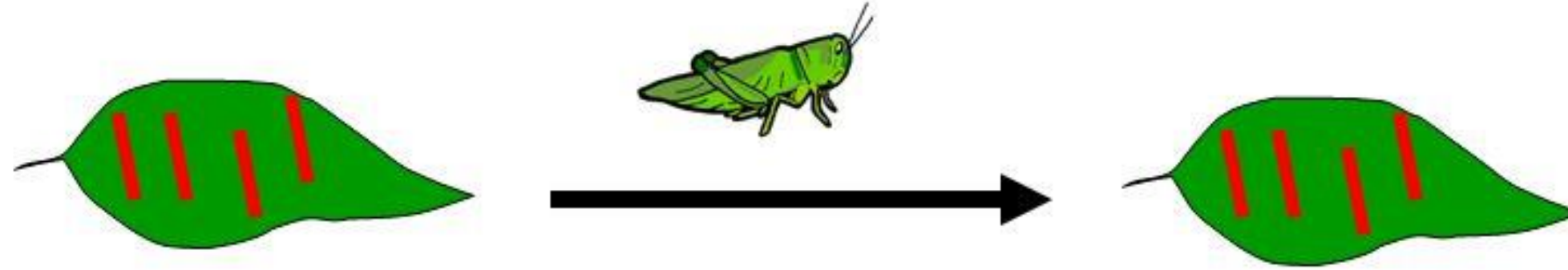
CONSTITUTIVAS O INACTIVAS

- Siempre están presentes, de alto costo metabólico.

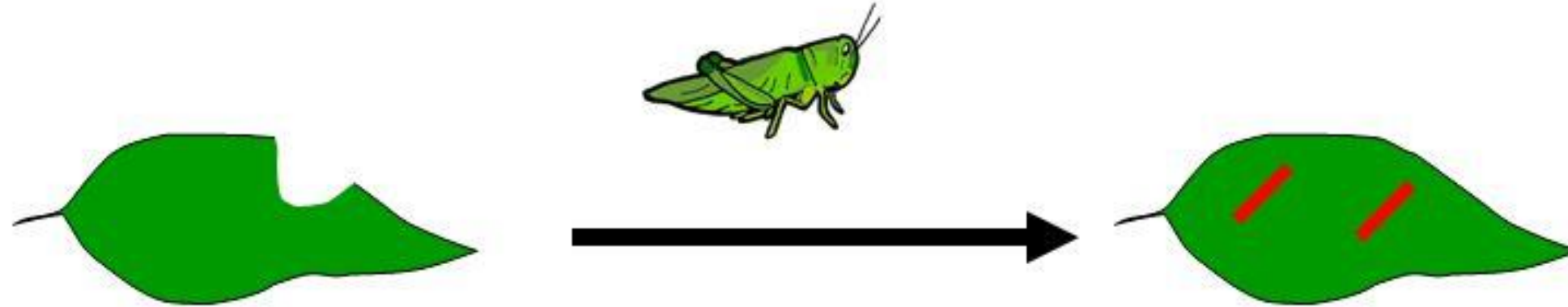
FACULTATIVAS O ACTIVAS

- Aparecen después de un daño, de menor costo metabólico.

Constitutive vs. Induced Defenses



**Constitutive defense -
always present**

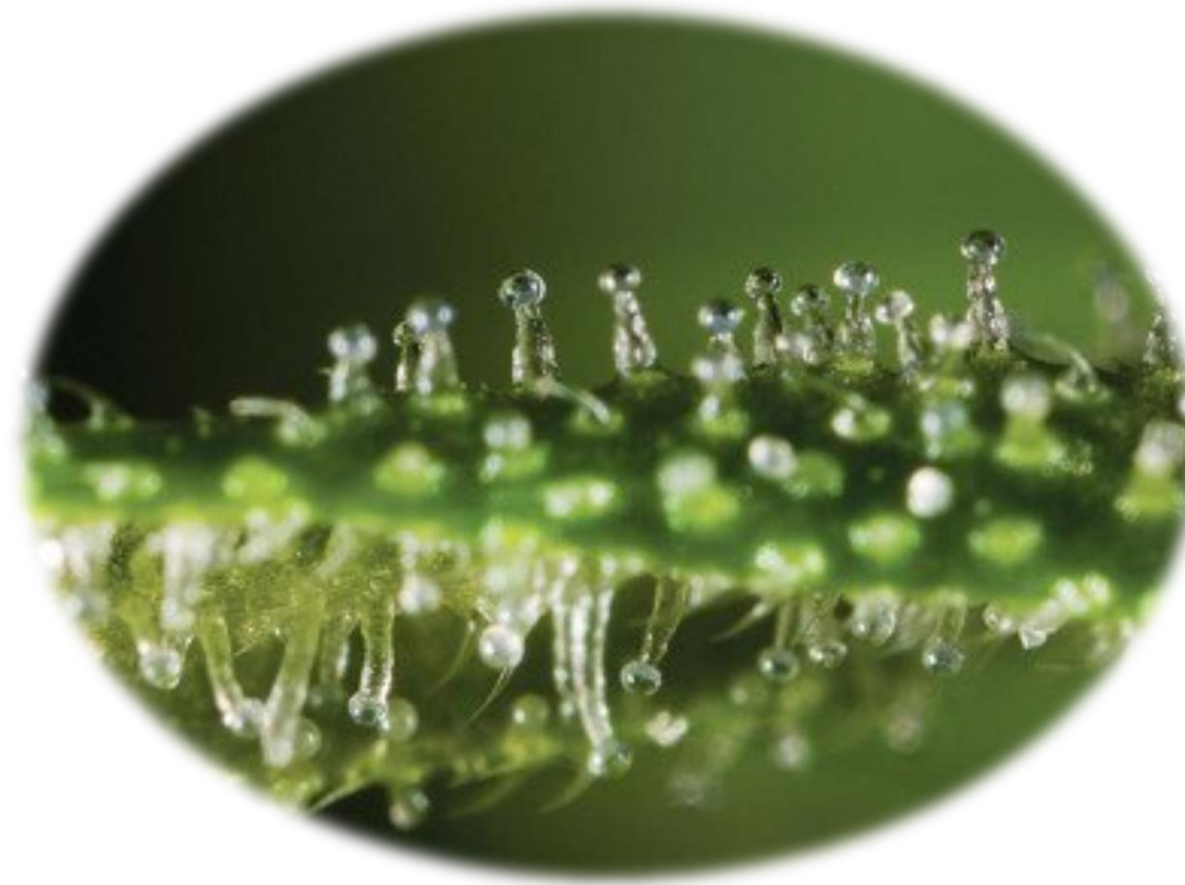


**Induced defense - synthesized
in response to challenge**

CONSTITUTIVAS	INDUCIDAS
• Barreras físicas • Toxinas • Repelentes (alimentación y oviposición)	Directas • Producción de metabolitos secundarios • Proteínas de defensa Indirectas • Compuestos volátiles • Producción de néctar extrafloral

DEFENSAS FÍSICAS

- Tricomas glandulares
- Pilosidad
- Engrosamientos cerosos
- Sílice
- Espinas



DEFENSAS QUÍMICAS

- **Cualitativas:** Muy tóxicas, en pequeñas concentraciones, de bajo peso molecular, rápida translocación.
Alcaloides, glucosinolatos, compuestos cianogenéticos, entre otros.
- **Cuantitativas:** Menos tóxicas, acumulación gradual en la planta, en grandes concentraciones.
Taninos, sílice, inhibidores de proteasas.

Metabolitos secundarios



Hay 3 grupos, de acuerdo a sus orígenes biosintéticos



1

•TERPENOIDES

Angiospermas. Más de 30.000. Se encuentran en los aceites esenciales. El efecto es toxicidad, sabor amargo, pigmentación.

2

•NITROGENADOS O ALCALOIDES

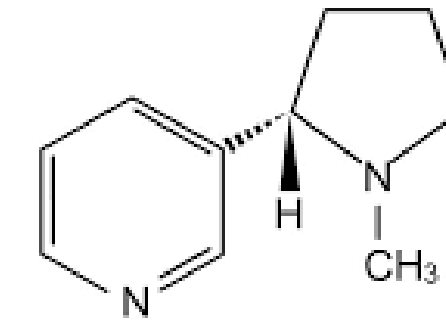
Angiospermas.
Se conocen alrededor de 12.000.
Son fisiológicamente activos en los animales. Se usan en medicina.
Ej. la cocaína, la morfina, la atropina, la colchicina, la quinina, y la estricnina.

3

•FENÓLICOS Y SUS DERIVADOS

Hay más de 8.000 compuestos conocidos.
Efecto antimicrobiano, baja palatabilidad, pigmentación.

Las **solanáceas** poseen alcaloides. La **nicotina** ha sido utilizado como insecticida.

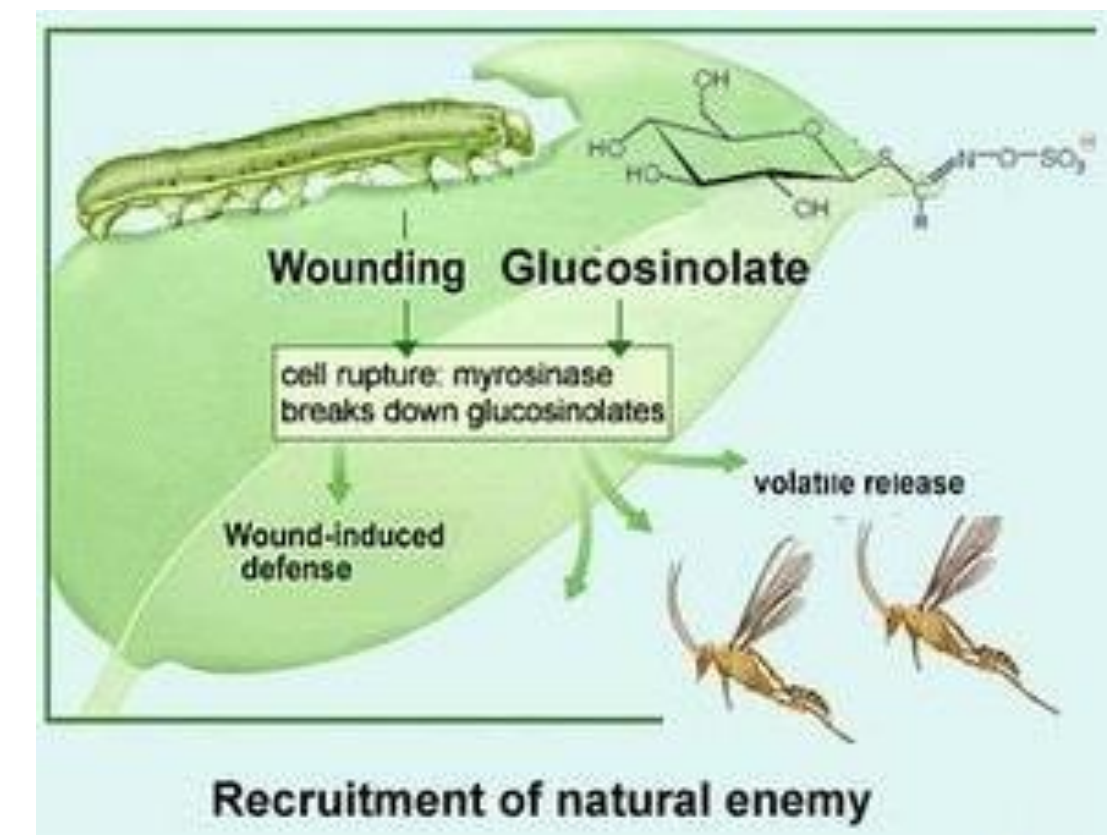
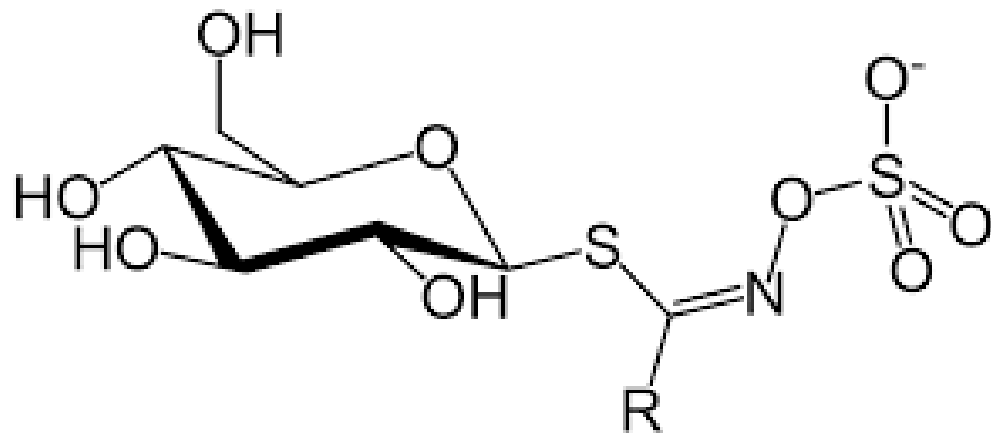


nicotina

Las **piretrinas** de las flores del crisantemo dieron lugar a los modernos piretroides.



Las **crucíferas** poseen glucosinolatos o aceites de mostaza de sabor picante.



ÁRBOL DE NIM

Componentes activos están en la corteza, las hojas y frutos, pero especialmente, en las semillas de esta especie.

Contiene 64 triterpenoides además de alcaloides.

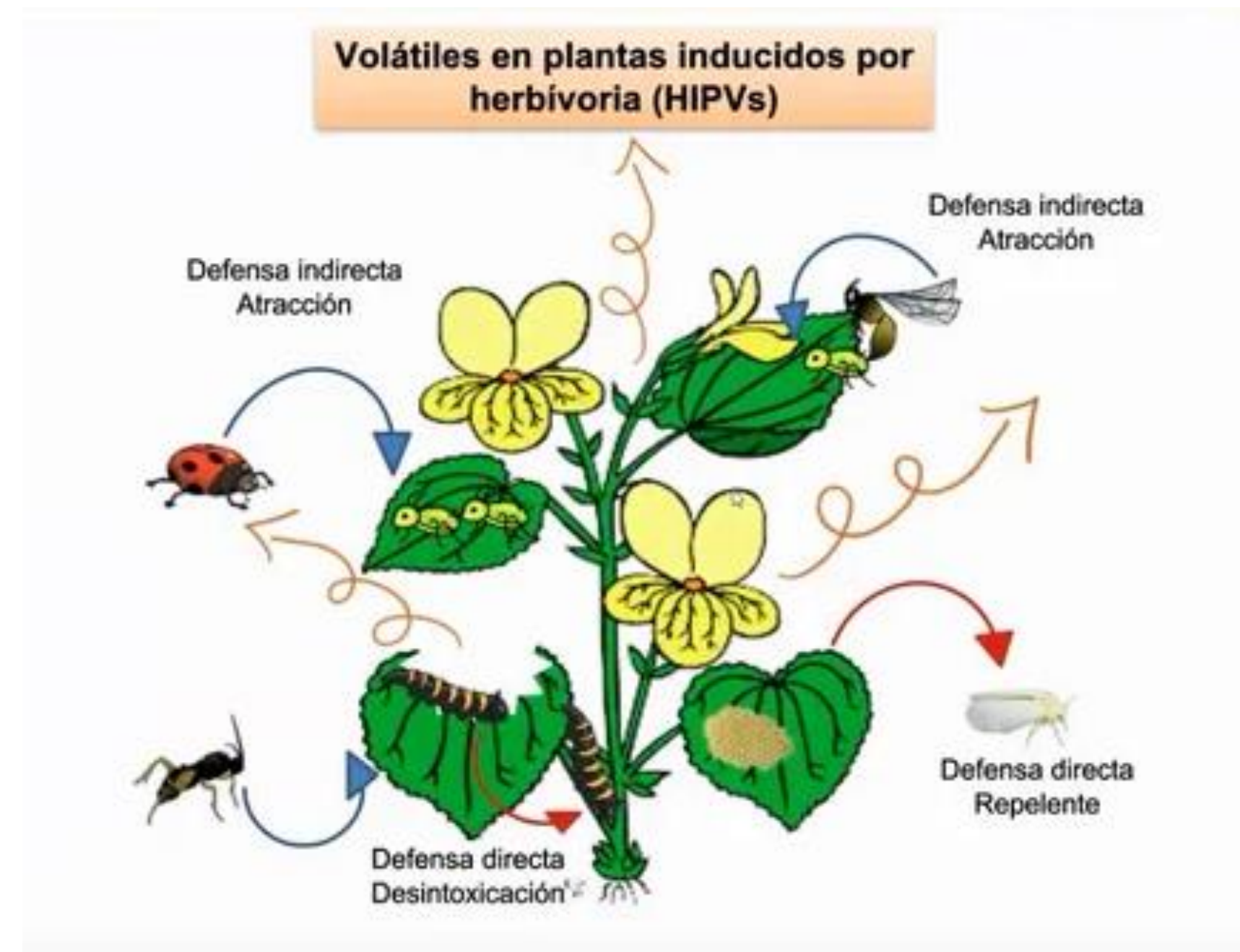
Uno de los componentes mas importantes es **azadiractina**.

- Fagodisuarores
- Regulación del crecimiento
- Inhibición de la ovoposición
- Esterilización



Las plantas producen y emiten **compuestos orgánicos volátiles**, generalmente mezclas compuestas por terpenos, derivados de ácidos grasos y compuestos aromáticos.

- Reproducción
- Atraer polinizadores o dispersores de semillas.
- Defensa para repeler insectos o detener la colonización por bacterias y hongos fitopatógenos.
- Atraer enemigos naturales de herbívoros
- Como mensajeros intraespecíficos e interespecíficos.



SEMIOQUÍMICOS

**Sustancias químicas involucradas en las interacciones
entre organismos**
(Semio= señal) o infoquímicos

FEROMONAS

**Comunicación
intraespecífica**

- De alarma
- De atracción sexual
- Agregación
- Desarrollo
- Marcado de territorio
- De senderos o pistas

ALELOQUÍMICOS

**Comunicación
interespecífica**

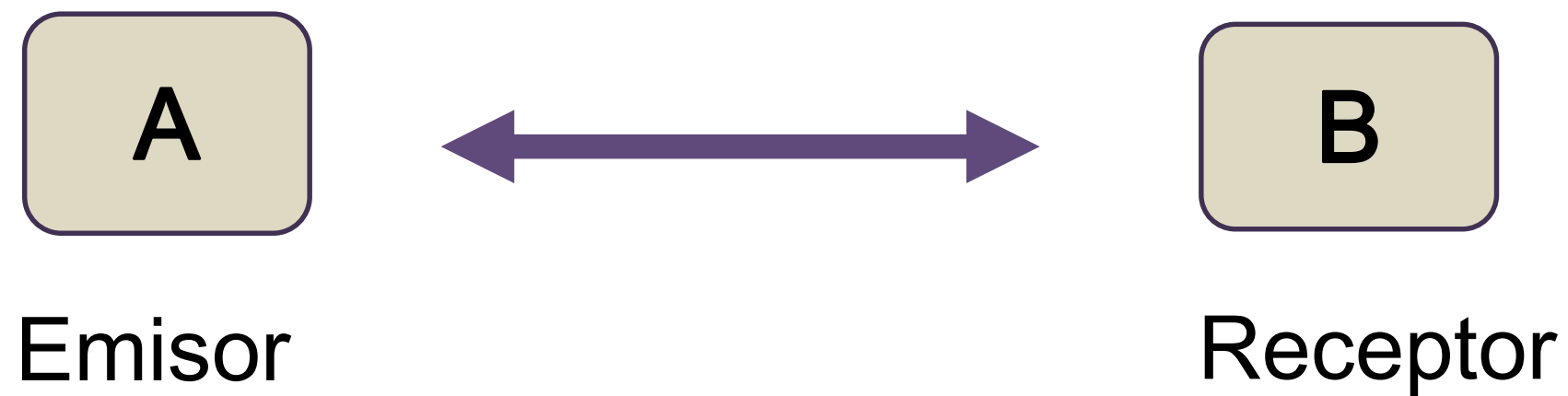
- Kairomonas
- Alomonas
- Sinomonas



Pherobase: <https://www.pherobase.com/guide/>

Aproximadamente 3.000 productos registrados. Son usualmente volátiles. Principalmente ésteres, hidrocarburos, acetonas, alcoholes, aminas.

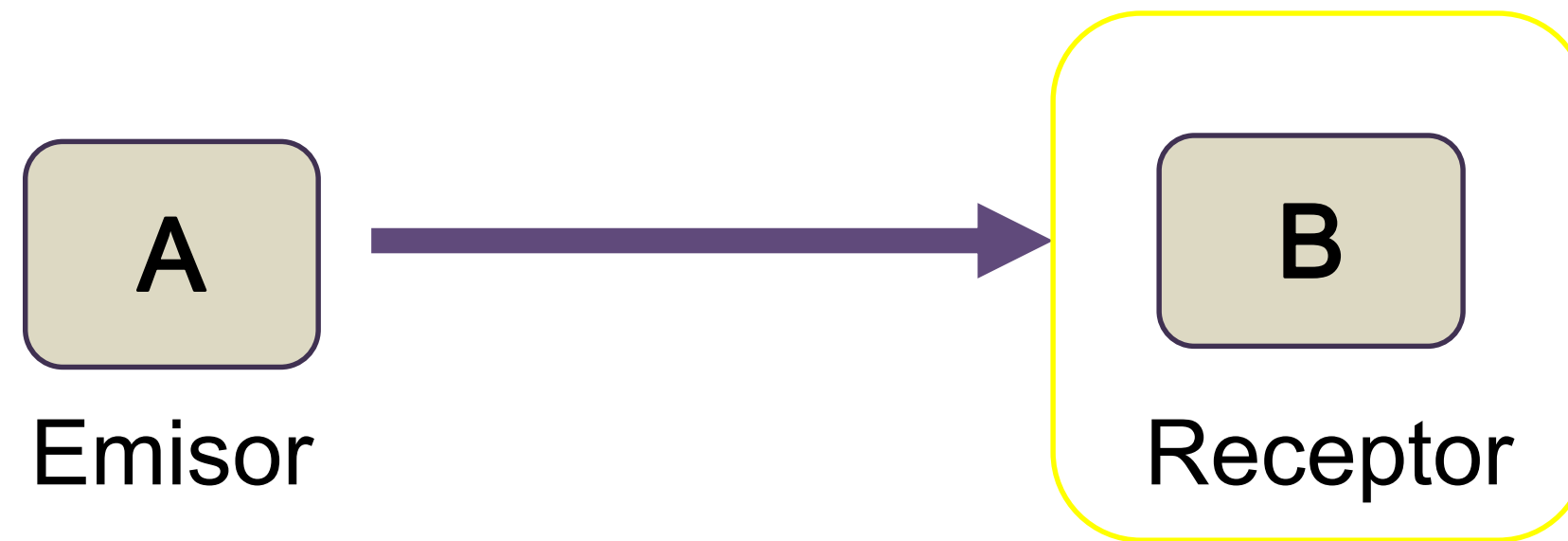
✓ **SINOMONAS:** Ambas especies se benefician.
En su mayoría son compuestos secundarios de las plantas.



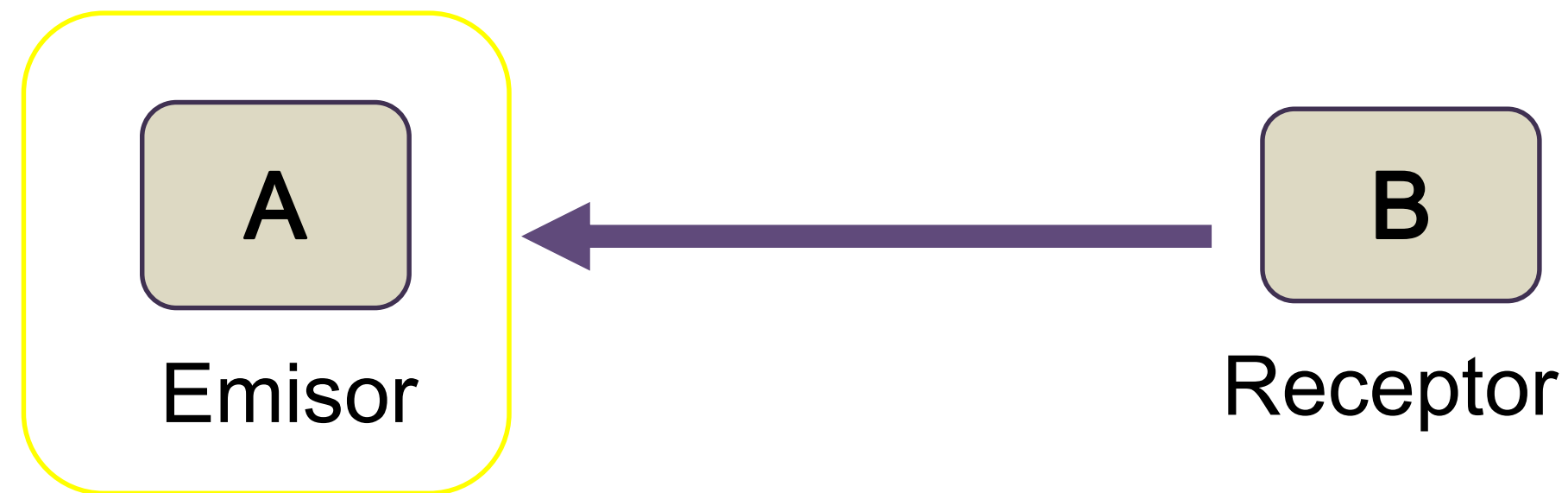
**Volátiles emitidos por las flores
para atraer polinizadores**



✓ **KAIROMONAS:** Favorecen al receptor. Son defensas constitutivas. Producen débil atracción a corto plazo, o estímulo a largo plazo para alimentación y ovoposición.



- ✓ **ALOMONAS:** Favorecen al emisor. Son defensas constitutivas o inducidas. Producen repulsión, disminución de la fecundidad y longevidad, toxicidad, mortalidad en el receptor.



Aromas emitidos por diferentes plantas como la citronela y lavanda que repelen a diferentes insectos para evitar que las ataquen



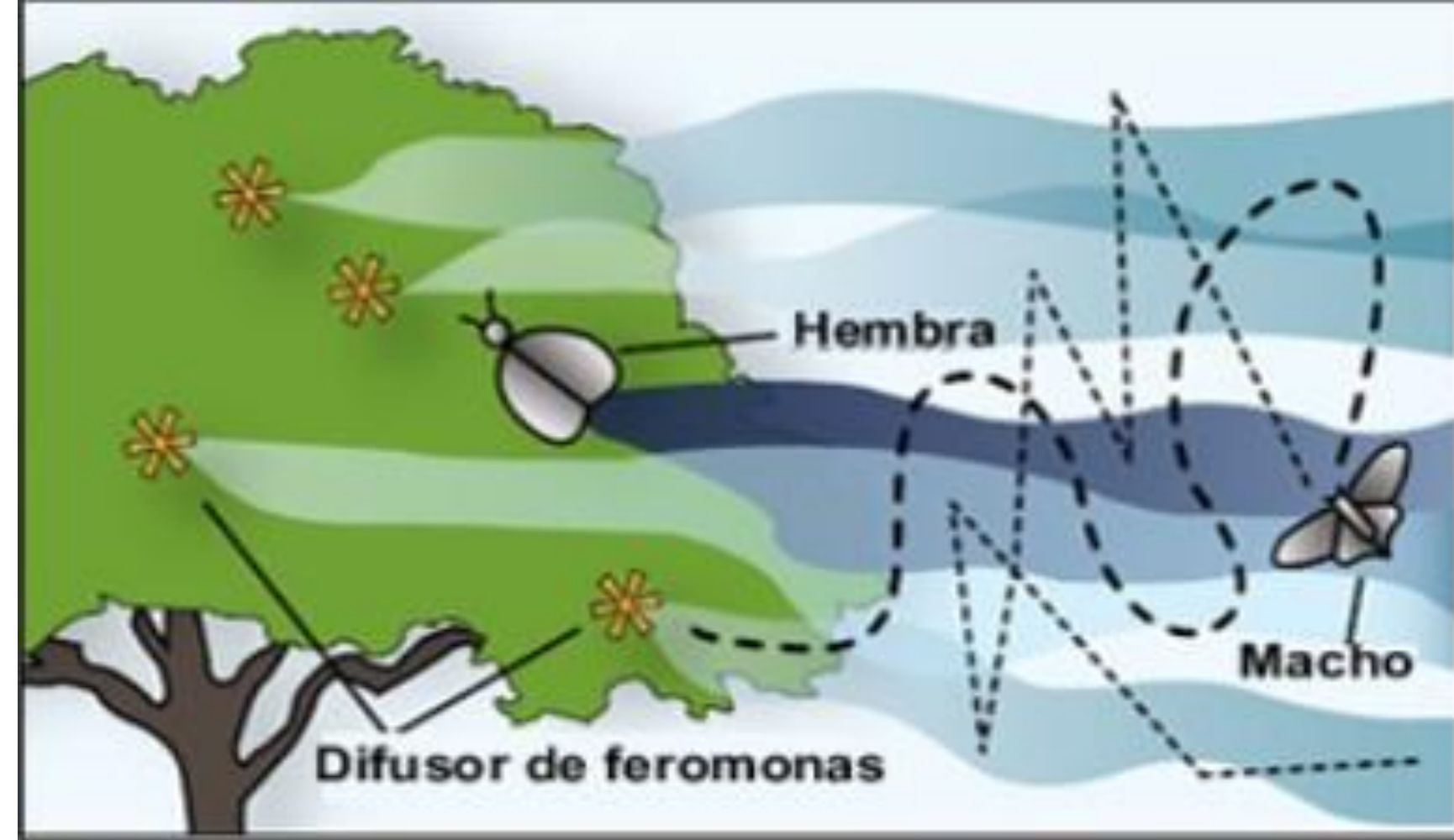
Aplicación de semioquímicos en agricultura

Trampas de feromonas de atracción sexual de especies plagas



Varios usos: para monitorear, atrapar masivamente los individuos, para confusión sexual.

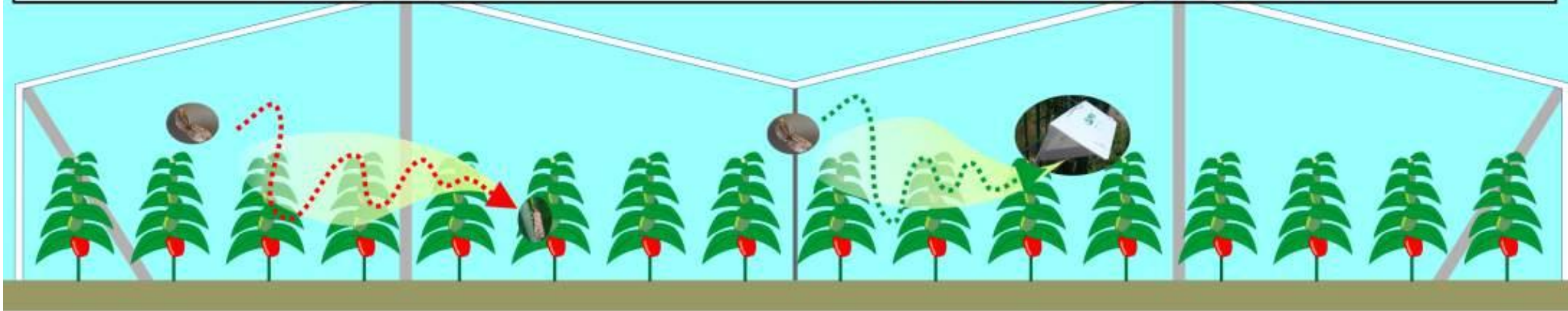




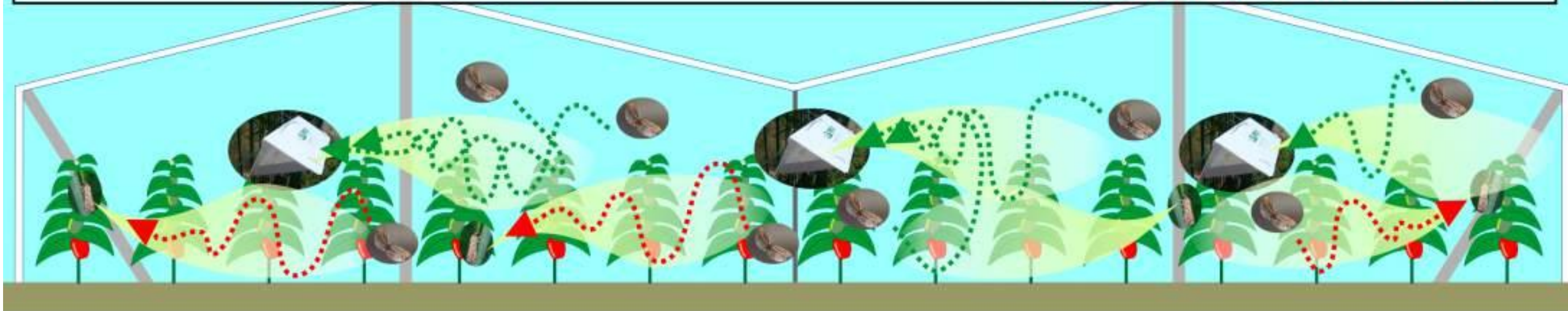
Lobesia botrana



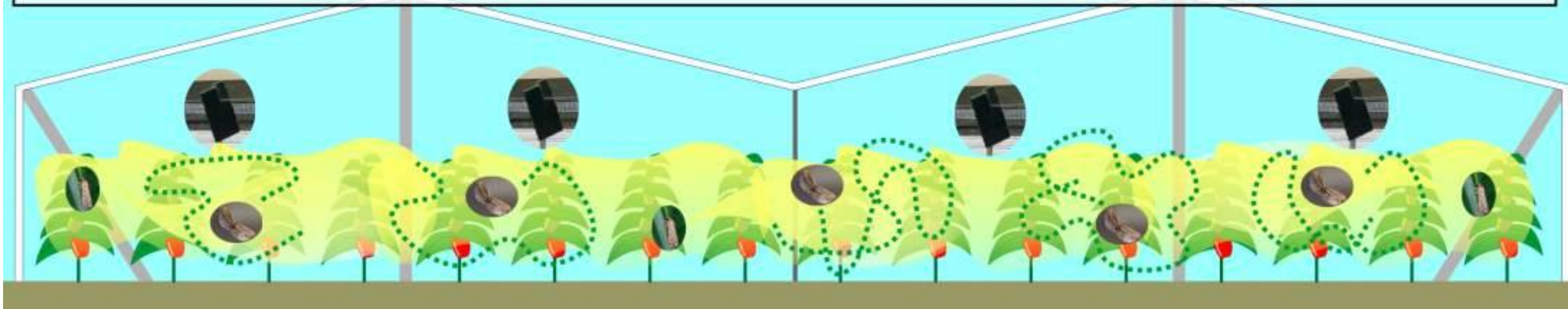
Muestreo y detección temprana: Se colocan unas pocas trampas con cápsulas de feromonas que imitan la pluma de olor de las hembras. La captura de machos nos informa de la presencia de la plaga cuando aún está en un estado muy poco avanzado, permitiendonos tomar medidas de forma precoz. **NO SE IMPIDE LA REPRODUCCIÓN.**



Captura masiva: Se colocan muchas trampas con cápsulas de feromonas que imitan la pluma de olor de las hembras, para tratar de capturar el mayor número posible de machos. Aunque se capturen muchos, algunos siempre lograran localizar a una hembra y continuaran -aunque ralentizado- el ciclo de la plaga. **NO SE IMPIDE LA REPRODUCCIÓN.**



CONFUSIÓN SEXUAL: Se colocan muchos difusores que emiten una gran cantidad de alguna(s) de las sustancias que forman la feromona sexual. La alta concentración de feromona en el aire enmascara las plumas de olor de las hembras hasta el punto de que los machos no son capaces de encontrarlas. **SE IMPIDE LA REPRODUCCIÓN.**



Atracción de EN para favorecer el CB por conservación

PredaLure (methyl salicylate MeSa), feromonas para atraer sírfidos, coccinélidos y crisopas en viñedos.

Uso de aceites esenciales de plantas (Matricaria por ej.) como kairomonas para atraer enemigos naturales de áfidos.



El desarrollo de este tipo de métodos de control presenta varias ventajas

Reducción de poblaciones de la plaga por debajo del límite de daño económico, evitando los inconvenientes de los insecticidas convencionales.

Métodos de control respetuosos con el medio ambiente y que no dejan residuos.

Tienen una elevada especificidad; los componentes feromonaes no son productos activos frente a otras especies.

Pueden usarse en programas de MIP junto a otros métodos; por ejemplo en conjunto con el CB basado en enemigos naturales.

Es poco probable la aparición de resistencias, aunque se encuentran algunos trabajos donde se estudia el potencial para la aparición de resistencias tras el uso reiterado de la confusión sexual.

Sin embargo, su desarrollo presenta las siguientes dificultades:

Requieren un conocimiento exacto de la estructura de la feromona y, en caso de mezclas feromonales, de su composición exacta.

Para los métodos basados en el trampeo, las feromonas empleadas han de ser de alta pureza; pequeñas impurezas en la mezcla pueden reducir de forma considerable la respuesta de los machos.

Muchos de los compuestos son muy inestables, descomponiéndose en pocos minutos en presencia de luz u oxígeno.

Se requiere una síntesis química económica para tener una relación costo/beneficio favorable.

Dependientes de factores fisiológicos (madurez sexual) o factores climáticos (humedad, temperatura).

Su eficacia también depende del momento, tipo y emplazamiento correcto de las trampas.

Tres mecanismos básicos por los cuales una planta puede ser clasificada como resistente a un insecto:



1

ANTIBIOSIS

Efectos adversos sobre la fisiología del herbívoro.

Muerte de insectos inmaduros.
Fallas en el proceso de empupamiento o de emergencia de adultos.
Emergencia de adultos muy pequeños o malformados.
Fecundidad y fertilidad reducidas.

2

ANTIXENOSIS

Efectos adversos sobre el comportamiento del insecto. Rechazo

Conocida como no preferencia. Es el conjunto de características de un genotipo que interfieren con la conducta del insecto afectando la cópula, la oviposición, la alimentación y la ingestión de alimentos



3

TOLERANCIA

Capacidad de la planta de resistir, reparar, o recuperarse del daño del insecto.

La tolerancia no afecta la colonización de la planta (antixenosis) ni el desarrollo o reproducción del insecto (antibiosis).
La tolerancia no afecta el insecto, simplemente, ayuda a que la planta se recupere del daño que éste le causa.

**COMPORTAMIENTO
ALIMENTARIO
PREFERENCIAS
ALIMENTARIAS Y PARA
OVIPOSICIÓN**



Rango de especies hospederas

Monófagas



Perileucoptera coffeella



Chaetosiphon fragaefolii

Oligófagas



Sirex noctilio



Borellia bruneri

Polífagas



Tetranychus urticae



Nezara viridula



Frankliniella occidentalis

HERBÍVOROS ESPECIALISTAS

- **Monófagos u oligófagos.**
- Se alimentan de pocas plantas.
- Muy adaptados a las defensas.
- Responden a ciertos compuestos secundarios que estimulan la alimentación y la ovoposición.
- Pueden secuestrarlos y utilizarlos en su propia defensa contra EN.

HERBÍVOROS GENERALISTAS

- **Polífagos.**
- Eligen por ausencia de factores antibióticos y antixenóticos.
- No están adaptados a ciertos compuestos químicos tóxicos.
- Se desintoxican de muchos compuestos menos eficientemente.
- No pueden secuestrar compuestos secundarios específicos para su defensa.

PREFERENCIA

Conjunto de recursos aceptados una vez que han sido percibidos por el insecto



- Aspectos fisiológicos de reconocimiento y orientación hacia el recurso (encuentro).

INVOLUCRA



- La elección del mejor hospedador disponible y el tiempo necesario para explotarlo eficientemente (aceptación).

Espectro hospedador (Host Range): Conjunto de plantas que son aceptadas por un insecto para su alimentación, oviposición y/o desarrollo. Es sinónimo de la amplitud de la dieta.

Calidad de la planta hospedadora: Describe los componentes de la planta como Nitrógeno, Carbono, elementos traza y componentes defensivos, que afectan positiva o negativamente el desempeño (performance) del herbívoro.

Especificidad: Se refiere a cuan fuerte es la preferencia de un insecto por un recurso, y es una combinación entre preferencia y desempeño.

HÁBITOS ALIMENTARIOS

Conjunto de plantas que forman la dieta de un insecto (puede cambiar en los diferentes estados de desarrollo del insecto).

Graminívoros (comen gramíneas)

Forbívoros (comen dicotiledóneas)

Polífagos (comen ambas)

METODOLOGÍA

➤ **Microanálisis De Heces**

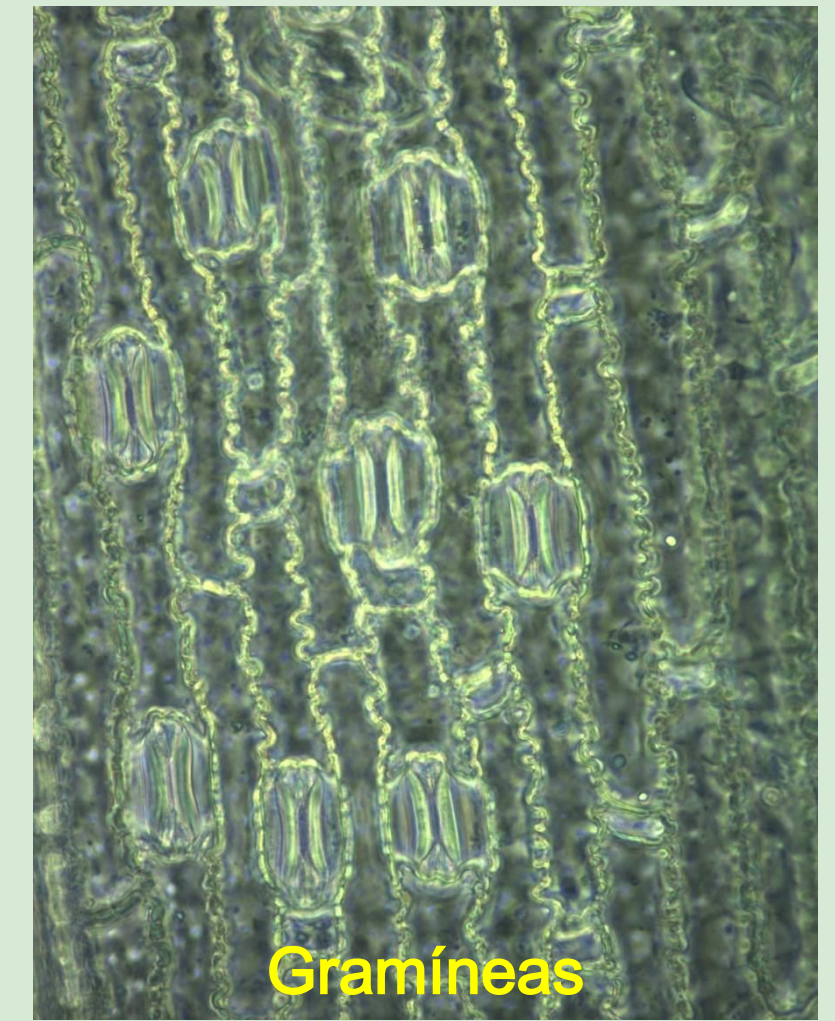
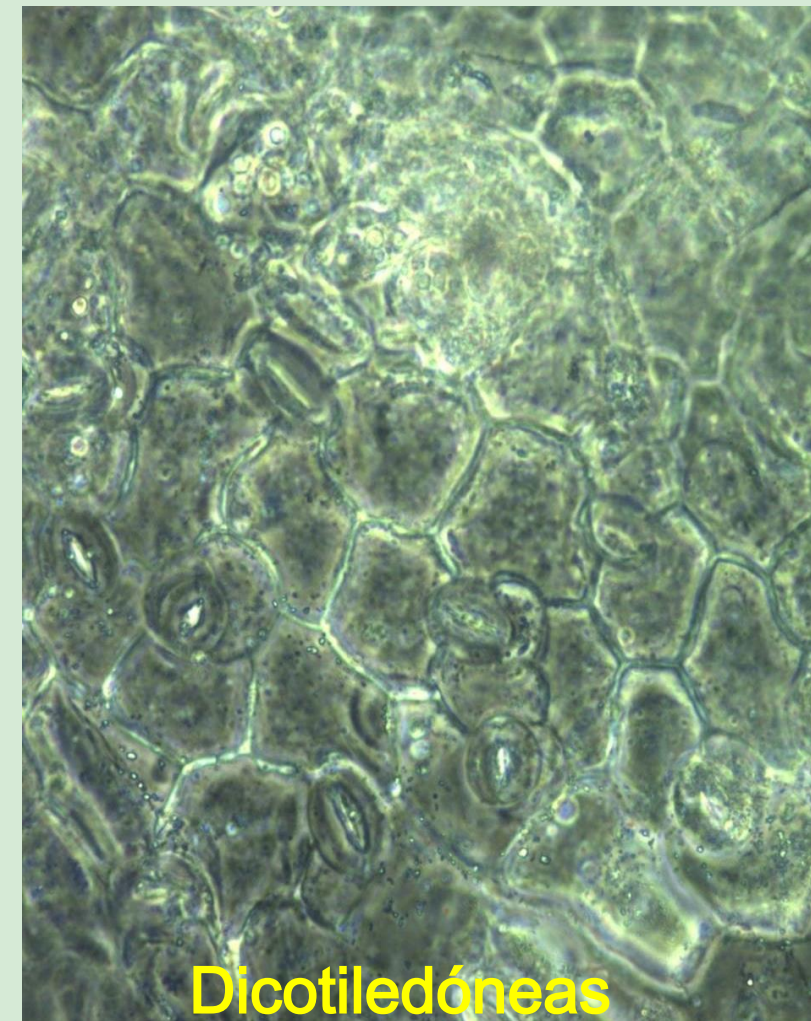
➤ **ADN BARCORDING**

MICROANÁLISIS DE HECES

Se cotejan los caracteres histofoliare de los restos vegetales contenidos en las heces, con las descripciones anatómico foliares de las especies vegetales que habitan en el área de estudio.

ADN BARCODING

Determinación de la dieta de los insectos y las interacciones tróficas con la técnica de “DNA barcoding”.



Se usan códigos de barras de ADN para analizar el contenido intestinal de los insectos (alimento ingerido) y se comparan con una biblioteca de códigos de barras de ADN de referencia, principalmente a nivel de familias de plantas.

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Se utiliza una planta y se evalúa si el insecto completa su ciclo de desarrollo.

PRUEBAS DE PREFERENCIA

Pruebas de elección con opciones múltiples: Se ofrece al insecto varias plantas, durante un período determinado de tiempo, y se evalúa la preferencia a partir del mayor consumo realizado por el insecto.





PRINCIPALES HIPÓTESIS SOBRE HERBIVORÍA

HIPÓTESIS DE LA APARIENCIA

(FEENY, 1976)

- El grado de apariencia de una planta o tejido para un herbívoro, es el resultado de presiones de selección generadas por la heterogeneidad espacial y temporal en un ambiente físico, asociado con las interacciones competitivas planta-planta.

Recursos APARENTES

- Son aquellos predecibles en espacio y tiempo (plantas perennes, hojas maduras de los bosques)

Recursos NO APARENTES

- Son aquellos que muestran un menor grado de predicción en espacio y tiempo (hojas jóvenes, flores, plantas de desierto).

PLANTAS APARENTES

Sucesionalmente tardías

- **Plantas grandes (árboles) y de ciclo de vida largo.**
- **Fáciles de encontrar.**
- **Gran inversión en defensas.**
- **Defensas efectivas contra generalistas y especialistas.**

PLANTAS NO APARENTES

Sucesionalmente tempranas

- **Plantas pequeñas y de ciclo de vida corto.**
- **Difíciles de encontrar.**
- **Poca inversión en defensas.**
- **Defensas efectivas contra generalistas.**

HIPÓTESIS DE PLANTAS CON ESTRES HÍDRICO (WHITE, 1969)

- La variación en la disponibilidad del agua, nutrientes y la herbivoría, pueden causar estrés en las plantas, que alteran su metabolismo, con consecuencias en el crecimiento.

Variación

- Altera la alocaación de recursos y la química foliar, cambiando la palatabilidad y disminuyendo la resistencia de la planta a la herbivoría.
- Las explosiones demográficas de algunos insectos estarían relacionados con cambios fisiológicos en las plantas, principalmente con la disponibilidad de Nitrógeno.

Hipótesis de del VIGOR DE LAS PLANTAS (Price, 1991

- Algunos herbívoros atacan partes de las plantas más jóvenes y vigorosas (ramas nuevas) o plantas individuales de una población. Las plantas más viejas son más resistentes a la herbivoría.

Hipótesis de la PREFERENCIA-PERFORMANCE

- Esta hipótesis predice que las hembras elegirán para oviponer, aquellas plantas que maximicen el desarrollo de la progenie.

La Teoría del Marco Geométrico (Simpson y Raubenheimer, 1991)

Modela como un animal resuelve el problema de equilibrar las múltiples necesidades nutricionales en un entorno multidimensional y variable. Se utilizan dietas artificiales.

Trata a un animal como si viviera dentro de un espacio de nutrientes multidimensional donde existen tantos ejes como nutrientes, que afectan la performance del individuo.

Propone la combinación de proteínas y carbohidratos que necesita ingerir el herbívoro para optimizar el crecimiento (“objetivo de ingesta”). Varía a lo largo del ciclo de vida.

Capello et al. 2012. Feeding Habits and Trophic Niche Overlap of Aquatic Orthoptera Associated with Macrophytes

Roy & Barik. 2013. Influence of four host-plants on feeding, growth and reproduction of *Diacrisia casignetum* (Lepidoptera: Arctiidae)

Franske & Reinhold. 2011. Stressing food plants by altering water availability affects grasshopper performance.

Mariottini et al., 2019. Efficiency of food utilization by *Dichroplus maculipennis* (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae) on four crop plants under controlled conditions.

Bellec et al., 2022. Food preferences in a generalist pollen feeder: A nutritional strategy mainly driven by plant carbohydrates. *Front. Ecol. Evol.*