

Valorización del grupo de los depredadores, como agentes de control biológico de plagas en cultivos de cítricos

Dr. Juan Pedro Bouvet
Grupo de Protección Vegetal
EEA Concordia - INTA



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina



¿Por qué utilizar los servicios de los depredadores para el control de plagas?

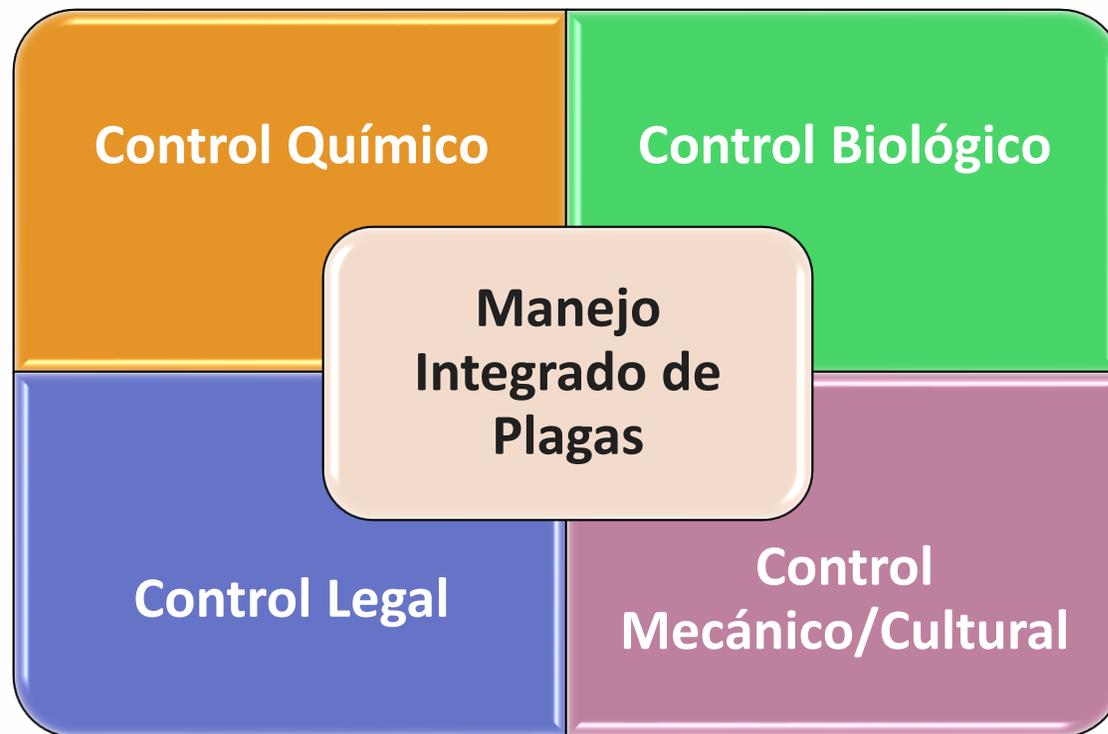
Trazabilidad de los fitosanitarios en cítricos

- Mayor conocimiento sobre la trazabilidad de los productos fitosanitarios.
- Impacto que producen sobre el medioambiente y la salud humana.
- Mercado cada vez más exigente sobre residuos de plaguicidas
- Aumento de las restricciones de uso.



Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Se desarrolló en respuesta al uso creciente de los plaguicidas que resultó, no sólo en mayor cantidad de residuos, sino también en plagas resistentes y estallidos de plagas secundarias.



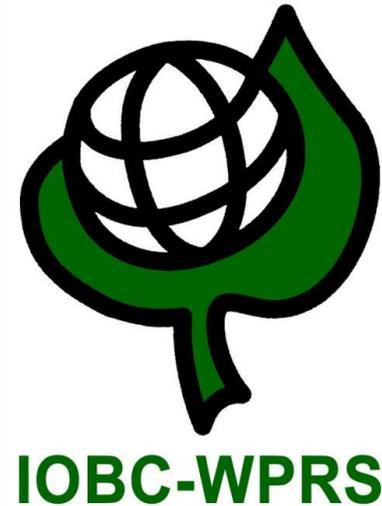
Combina estrategias y prácticas para producir cultivos sanos, minimizando la utilización de plaguicidas, mitigando los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

Control Biológico (CB)

IOBC (Organización Internacional de Control Biológico)

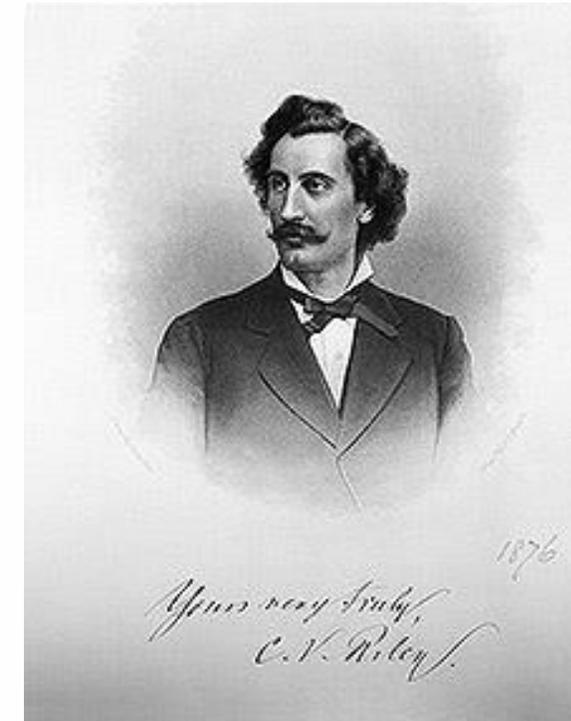
“Es el uso de organismos vivos o sus productos, para prevenir o reducir las pérdidas o daños causados por las plagas”

- El CB se aplica como tal, desde hace más de 130 años.
- Se supone que los chinos lo aplican desde el año 1500.
- Los árabes en el 1700 utilizaban hormigas depredadoras contra insectos dañinos de sus cítricos y palmeras.



Control Biológico con Enemigos Naturales

Entre 1888-1889, Charles Valentine Riley introdujo desde Australia a un coccinélido, *Novius cardinalis* (*Rodolia cardinalis*) para el control de conchuela acanalada, *Icerya purchasi* en California.



“Padre del Control Biológico”
Charles Valentine Riley

Control Biológico

Ventajas:

- Poco o ningún efecto nocivo colateral hacia otros organismos, incluso el hombre.
- La resistencia de las plagas al control biológico es muy rara.
- El control es relativamente a largo plazo, con frecuencia permanente.
- El tratamiento con insecticidas puede reducirse por completo o de manera sustancial.
- La relación costo/beneficio es favorable.
- Evita la presencia de plagas secundarias.
- Se utiliza dentro del [Manejo Integrado de Plagas](#) (MIP).

Control Biológico

Desventajas:

- Desconocimiento sobre los principios del método.
- Dificultad a la hora de evaluar y predecir el efecto de los EN.
- Efectos a largo plazo.
- Falta de personal especializado.
- No está disponible en la gran mayoría de los casos.
- Problemas con umbrales económicos bajos.
- EN más susceptibles a los plaguicidas que las plagas.
- Los EN se incrementan con retraso en comparación a las plagas que atacan, por lo cual no proveen una supresión inmediata.
- Riesgos de introducción de EN (especificidad, establecimiento, dispersión, efectos directos e indirectos sobre otros organismos).

Tipos de Control Biológico (CB)

CB Clásico

- introducción de EN desde origen de la plaga
- estabilización y control a largo plazo
- varios pasos previos
- muchos riesgos y costos

CB Aumentativo

- introducción masiva de EN
- control a corto plazo
- cría y comercialización
- principalmente en cultivos temporales

CB por Conservación

- potenciar la acción de EN nativos o naturalizados
- control a largo plazo
- manejo del agrosistema
- principalmente en cultivos perennes



Plagas en el cultivo de cítricos en Chile

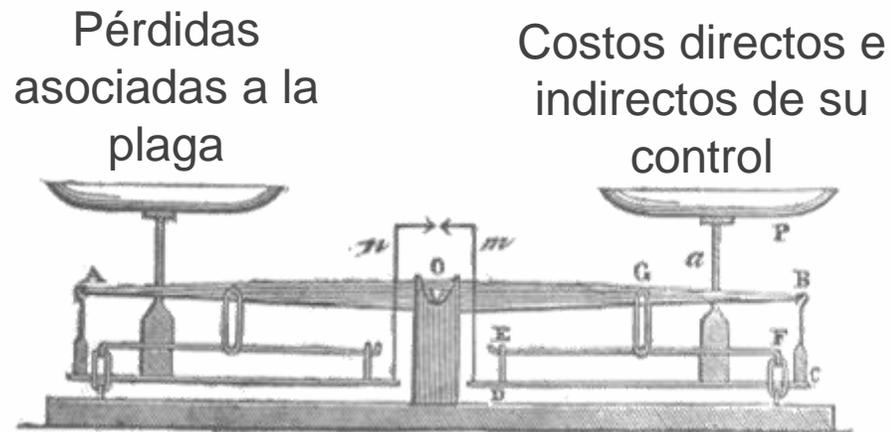
- Más de 90 especies de fitófagos.
- Sólo algunas son consideradas primarias o claves.
- Control biológico/natural insuficiente.
- Plagas claves:
 - **Pseudocóccidos o chanchitos blancos** (*Pseudococcus longispinus*, *P. calceolariae*, *P. viburni*, *P. meridionalis* y *Planococcus citri*).
 - **Falsa araña roja de la vid** (*Brevipalpus chilensis*).
 - **Enrollador de hojas** (*Proeulia* sp.).
 - **Escama roja de los cítricos** (*Aonidiella aurantii*).
 - **Burrito** (*Naupactus xantographus*) cuarentenaria



¿Por qué son plaga?

Los organismos que se alimenta de plantas, fitófago, alcanza la categoría de plaga cuando sus poblaciones superan el **umbral económico de daño (UDE)**

Umbral económico de daño: Densidad de una plaga en la que el daño asociado (perdida de producción) supera los costos de su manejo (control).



Tipos de plagas

Plagas claves: Sus niveles poblacionales suelen estar por encima del UDE por lo que requieren de un manejo continuo.

Plagas ocasionales: Suelen estar por debajo de su UDE pero bajo ciertas circunstancias lo superan y requieren manejo en esas situaciones.

Plagas secundarias: Generalmente sus poblaciones están por debajo del UDE. No requieren medidas de control.



Pseudococcus longispinus



Aonidiella aurantii



Icerya purchasi

Tipos de plagas respecto al Control Biológico

Plagas claves: la acción de los EN es ineficiente y frecuentemente superan el UDE.

Plagas ocasionales: sus EN suelen regular sus poblaciones. Pero en condiciones desfavorables de tipo abiótico (clima) u otro desequilibrio (manejo) requieren de control.

Plagas secundarias: sus EN son los que mantiene las poblaciones por debajo del UDE. Si no hay un desequilibrio no se realiza control.



Enemigos Naturales (EN)

Organismos que regulan las poblaciones de las plagas de manera natural, utilizándolas como presa o huésped

Depredadores

- larvas y/o adultos atacan, matan y se alimentan de más de un individuo (la presa).



Parasitoides

- las hembras oviponen sobre un huésped, las larvas se alimentan y matan al final del desarrollo.



Entomopatógenos

- microorganismos que viven y se alimentan de su huésped, producen enfermedad, lesionando o matando.



Depredadores

- Consume más de un individuo (presa) a lo largo de su vida.
- Muestra distintos grados de especificidad respecto a su preferencia por presas.
- Presenta reproducción sexual y la proporción de sexos equilibrada.
- Larvas y adultos son depredadores, a excepción de los Neurópteros y Dípteros.
- Muchas especies son de hábitos crepusculares o nocturnos.



with London (August 2008) ©Tizian Bantoni

Diversidad de Depredadores

- Dermaptera

- Mantodea

- Hemiptera

- Thysanoptera

- Coleoptera

- Neuróptera

- Hymenoptera

- Diptera

- Araneae



Tipos de Depredadores

Generalistas



Crhysoperla carnea



Aonidiella aurantii



Aphis spiraecola



Aleurothrixus floccosus



Tetranychus urticae



Planoccocus citri

Especialistas



Rodolia cardinalis



Icerya purchasi

Generalistas estenófagos



Aphis spiraecola



Toxoptera aurantii



Propilea quatuordecimpunctata



Aphis gossypii



Aphidoletes aphidimyza



Myzus persicae

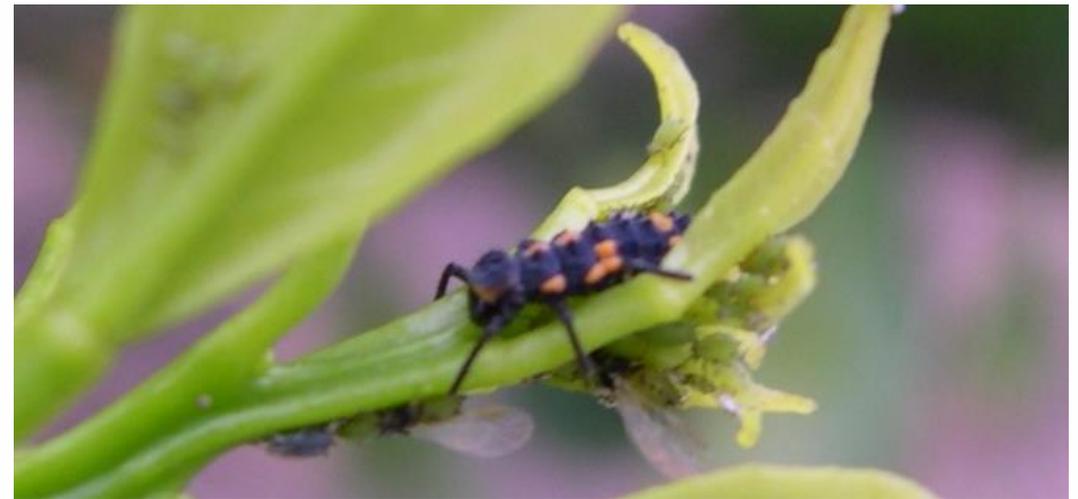
Formas de evaluar los EN

Evaluar Parasitoides



Formas de evaluar los EN

Evaluar Depredadores



Formas de evaluación de la depredación

Métodos directos

Observaciones visuales

Sistemas de video



Diseño temporal

Diseño espacial

Diseño de exclusión con barreras químicas (insecticidas)

Diseño de exclusión con barreras físicas (jaulas)

Análisis del contenido del tracto digestivo

- Identificación directa (disección)
- **Identificación indirecta (métodos moleculares)**

Métodos indirectos



Estudio de caso: Escama roja de los cítricos (*Aonidiella aurantii*)

Escama roja de los cítricos



Aonidiella aurantii (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae)

Es plaga ocasional en la mayoría de los países productores de cítricos y plaga primaria en algunos como España y Chile.

Daño

Hojas: clorosis y caída prematura y en ataques intensos, muerte de ramas

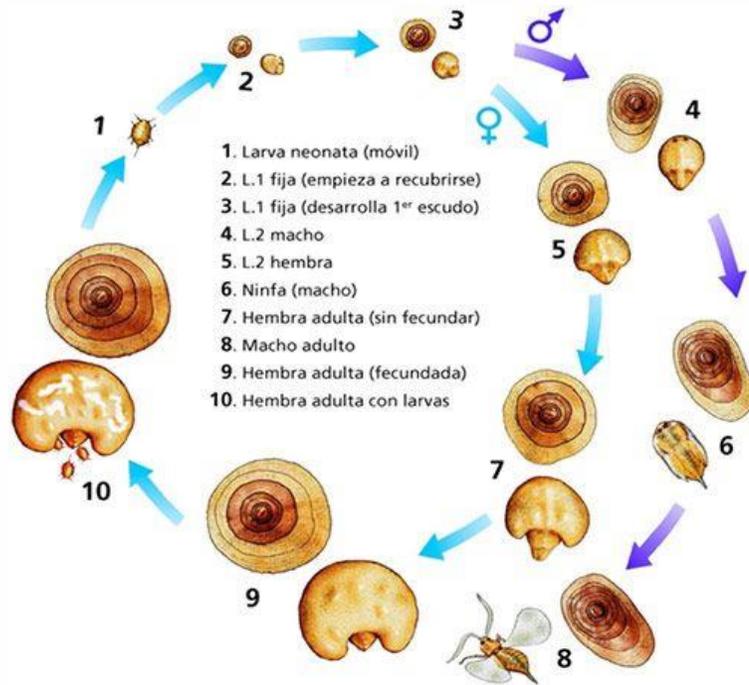
Frutos: pérdida de calidad y deformaciones en el fruto

Árbol: pérdida de vigor, disminuyendo su crecimiento y la producción de frutos



Escama roja de los cítricos

Ciclo de vida



Enemigos naturales especialistas

Parasitoides

Hymenoptera: Aphelinidae (*Aphytis melinus*,
A. lingnanensis)



Depredadores

Coleoptera: Coccinellidae



(*Coccidophilus citricola* - *Rhyzobius lophanthae* - *Chilocorus bipustulatus*)

- En general se dan 3 generaciones al año
- El tiempo depende de la temperatura

Enemigos naturales generalistas

Neuroptera: Chrysopidae

Crisopas

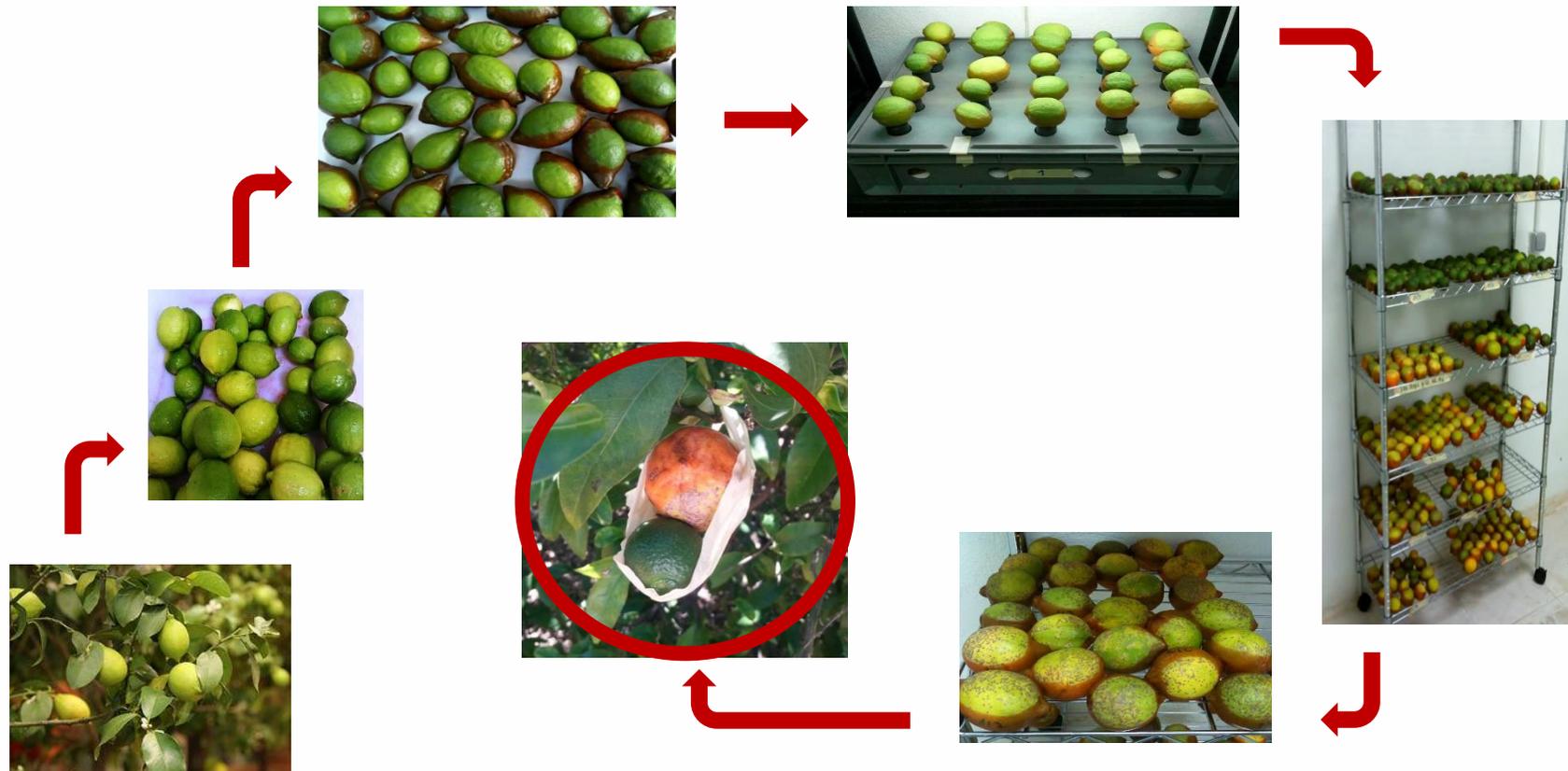


Objetivo

Estudiar las relaciones tróficas vinculadas a la Escama roja de los cítricos (*Aonidiella aurantii*) y sus depredadores, determinando el efecto sobre la mortalidad de la plaga y las especies involucradas a través de métodos indirectos.

Metodología de estudio

- Cría de Escama roja de los cítricos



Metodología: 1) Efecto en la mortalidad

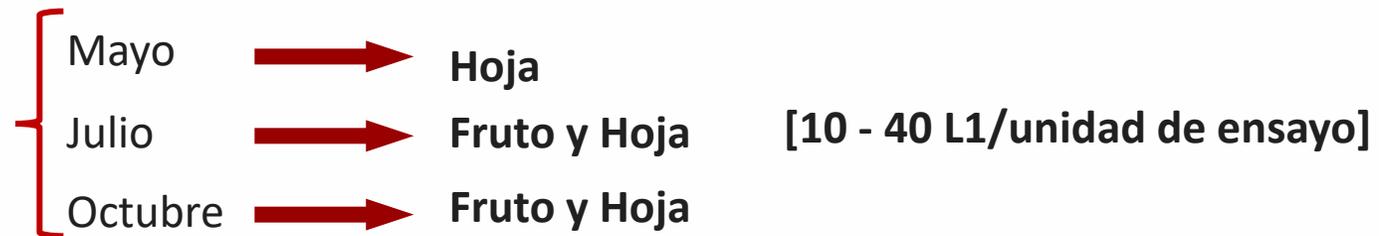
- Establecimiento de **cohortes** durante cada generación

Dos parcelas de clementino **sin tratamientos químicos**



Con presencia de la escama roja

Generaciones de la escama roja



Fruto



Hoja

Metodología: 1) Efecto en la mortalidad

- Establecimiento de los **tratamientos**

T1 - Colonias expuestas (**control**) [n ≈ 12]

T2 - Colonias protegidas (**exclusión**) [n ≈ 12]

T3 - Expuestas pero protegidas (**semi-exclusión**) [n ≈ 12]



Tratamiento 1: Control



Tratamiento 2: Exclusión



Tratamiento 3: Semi-exclusión

Metodología: 1) Efecto en la mortalidad

- Evaluación

- Determinación de:
- Supervivencia al final del ciclo (**Mortalidad**)
 - Mortalidad corregida [**Henderson-Tilton**]

$$\left(1 - \frac{n \text{ inicial en el control} * n \text{ final en el tratamiento}}{n \text{ final en el control} * n \text{ inicial en el tratamiento}}\right) * 100$$

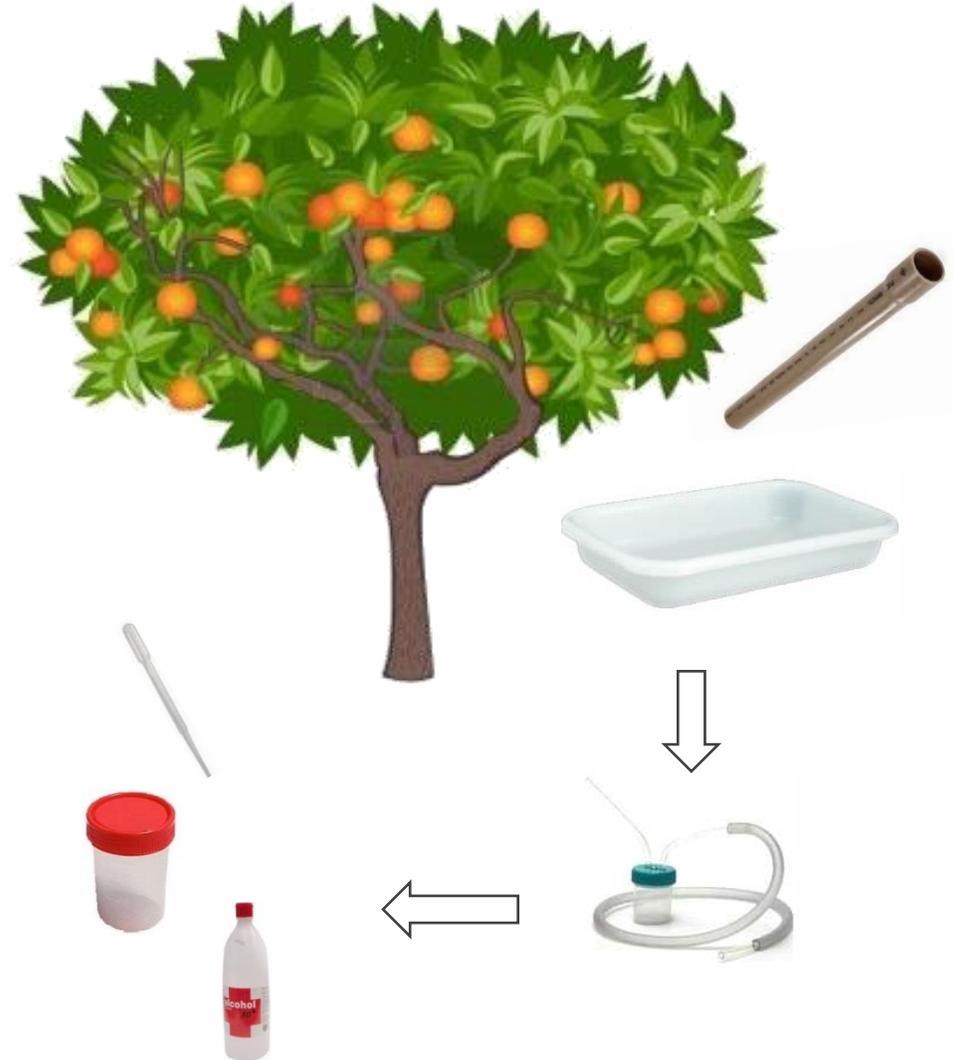
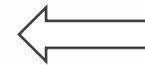
Donde: n = población de la escama roja, tratamiento = exclusión y sexi-exclusión

Metodología: 2) Diversidad y abundancia

- **Muestreo de depredadores**

Golpeo de ramas (stem-tap)

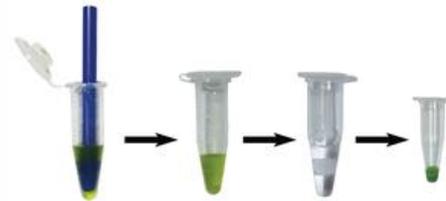
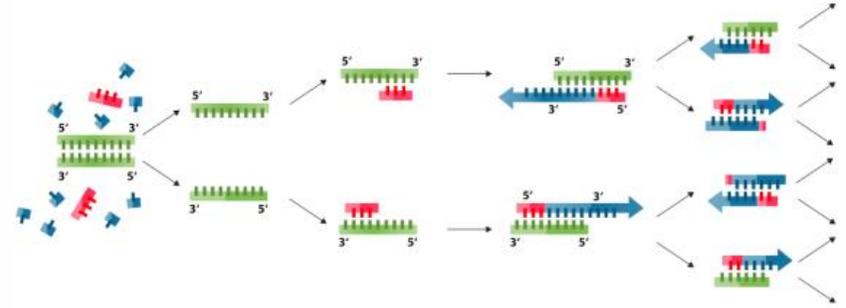
- 10 árboles al azar
- 2 ramas por orientación
- frecuencia semanal



Metodología: 3) Identificación de las especies

• Análisis moleculares

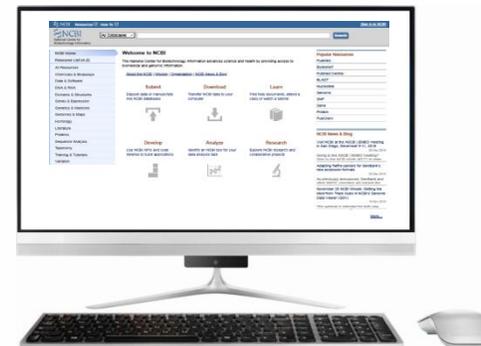
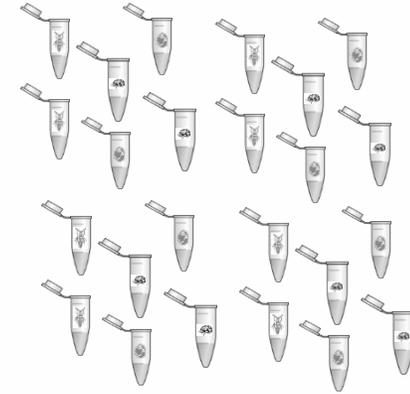
- ✓ Extracción de ADN de *A. aurantii* (Salting-out)
- ✓ PCR utilizando cebadores universales (LCO1490 y HCO2198)
- ✓ Purificación del ADN (NucleoSpin® Gel and PCR Clean-up)
- ✓ Secuenciación del gen citocromo oxidasa I, **COI** (IBMCP)



Metodología: 3) Identificación de las especies

- **Análisis moleculares**

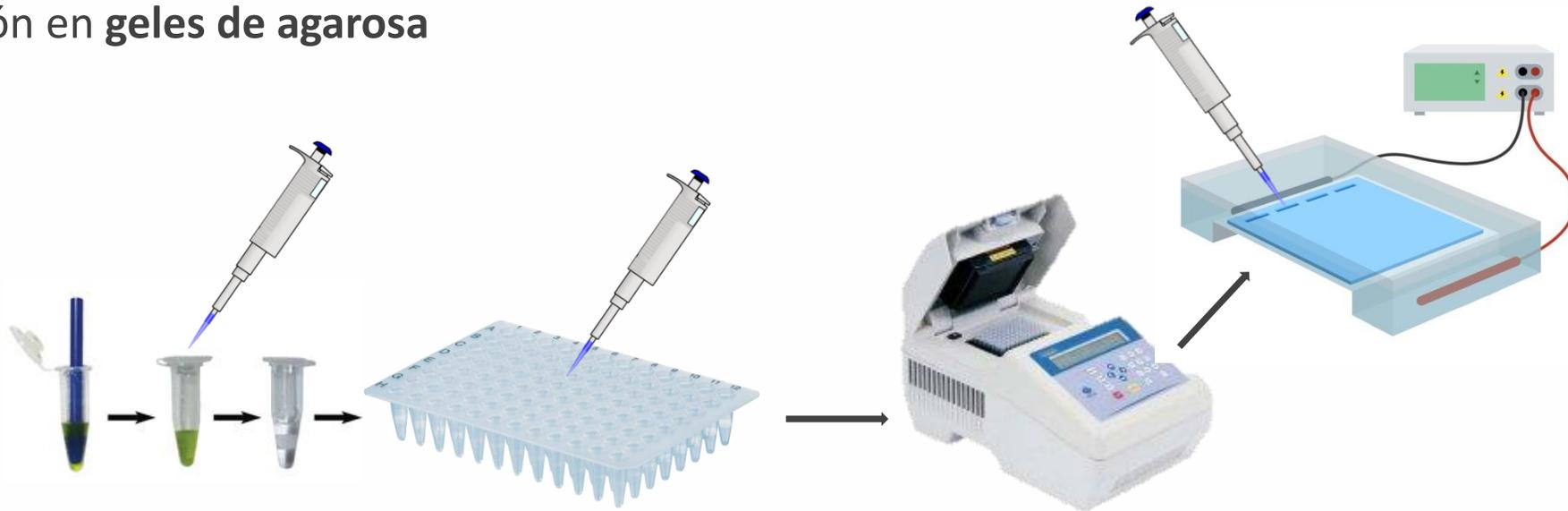
- ✓ Diseño de **cebadores específicos** (<http://primer3.ut.ee>)
- ✓ Verificar la **especificidad** del cebador en la web del GenBank (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>)
- ✓ Test de **reactividad cruzada** (31 fitófagos y 30 enemigos naturales)
- ✓ Test de **sensibilidad** (de 10 ng hasta 1:10.000)



Metodología: 3) Identificación de las especies

- **Análisis moleculares**

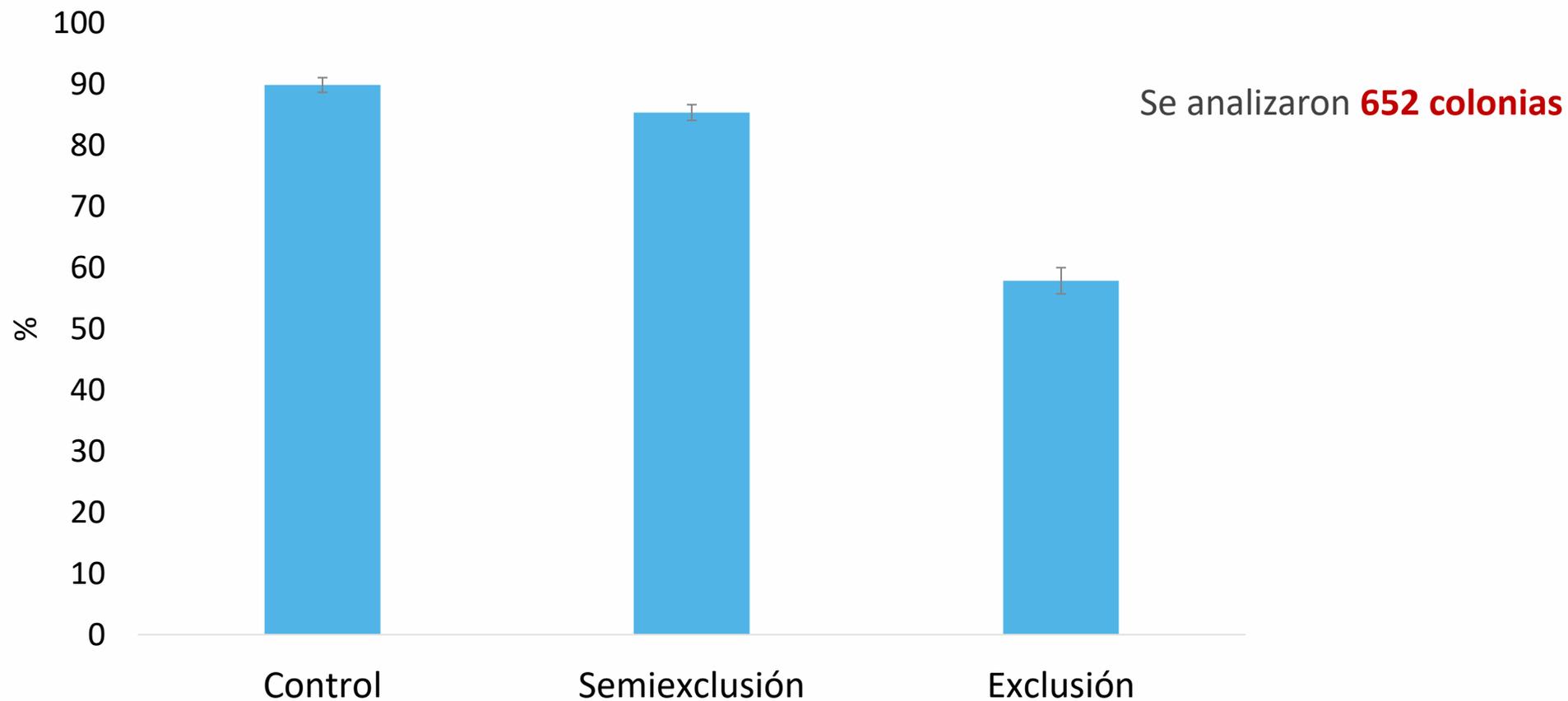
- ✓ Extracción de ADN de los depredadores seleccionados (Salting out)
- ✓ PCR utilizando cebadores específicos de *A. aurantii* (CRSCOI)
- ✓ Visualización en geles de agarosa



Resultados: 1) Efecto en la mortalidad



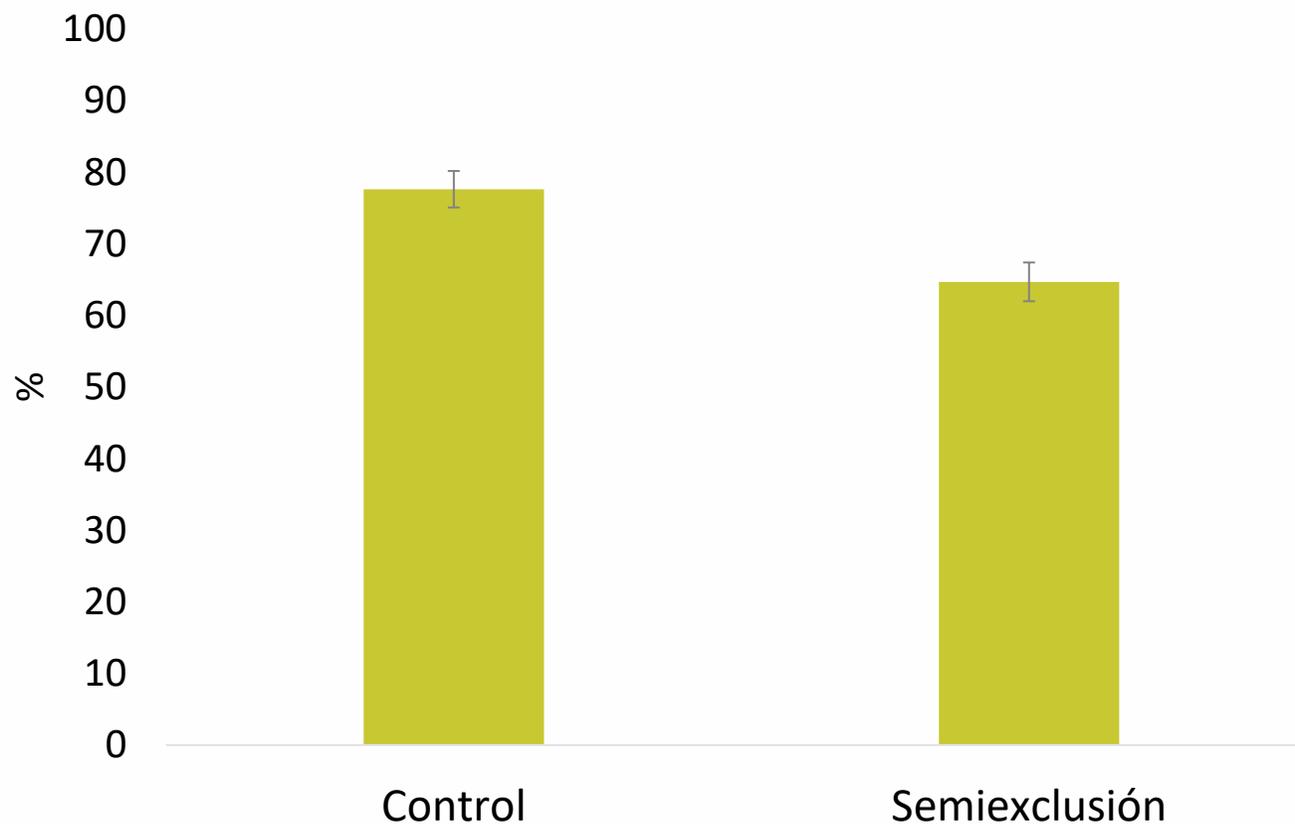
Mortalidad de la Escama roja de los cítricos



Resultados: 1) Efecto en la mortalidad



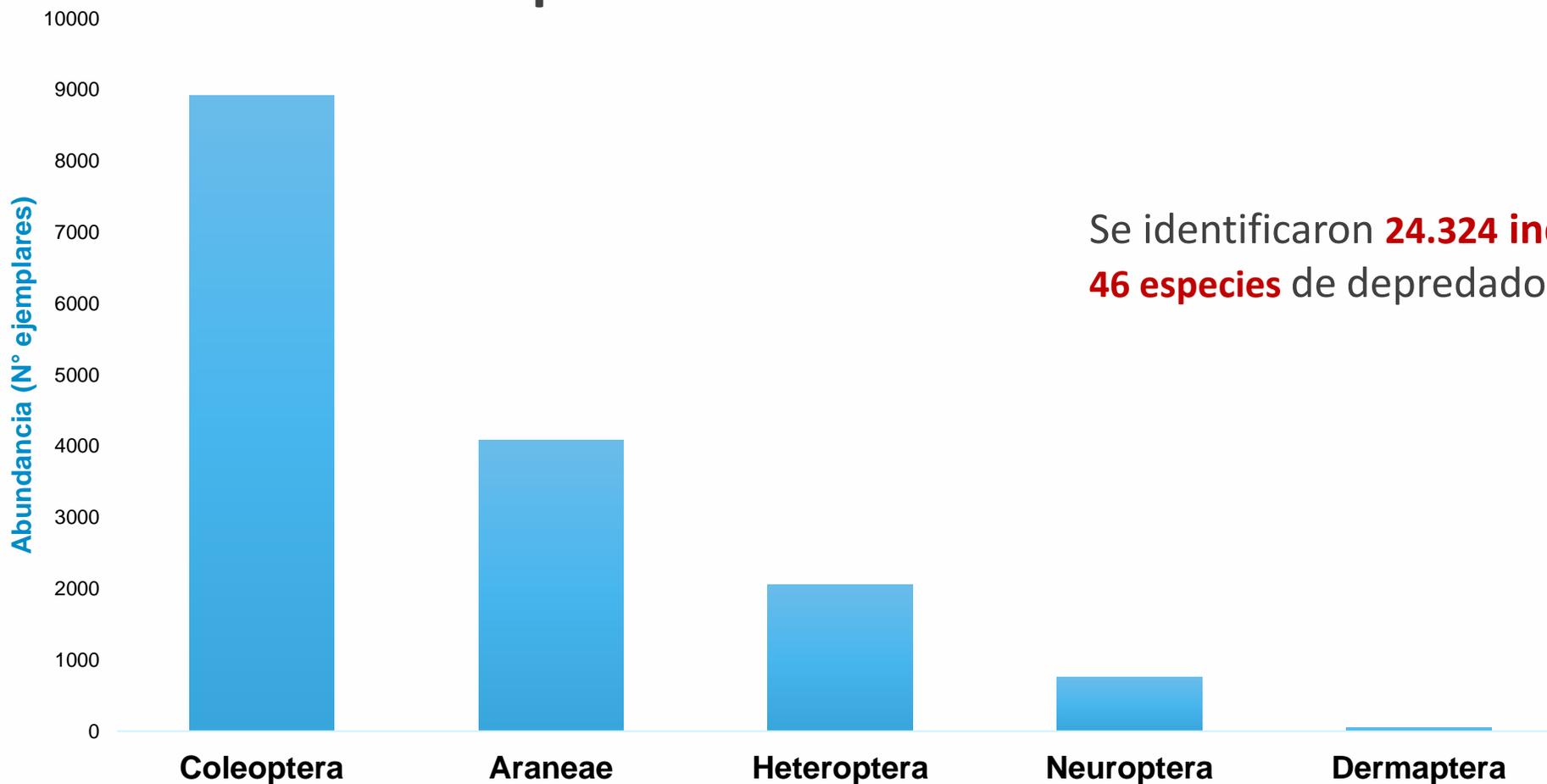
Mortalidad corregida (Henderson-Tilton)



Metodología: 2) Diversidad y abundancia



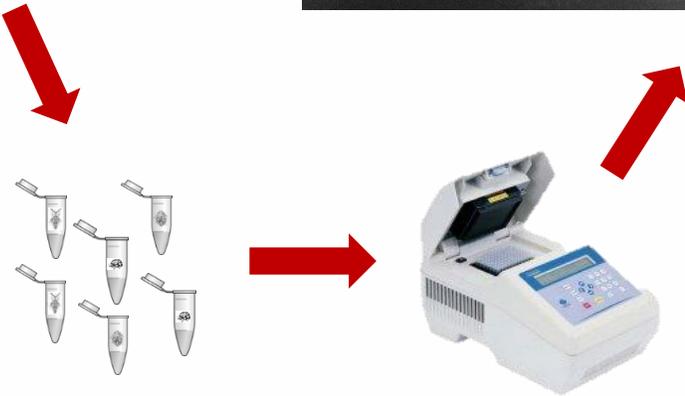
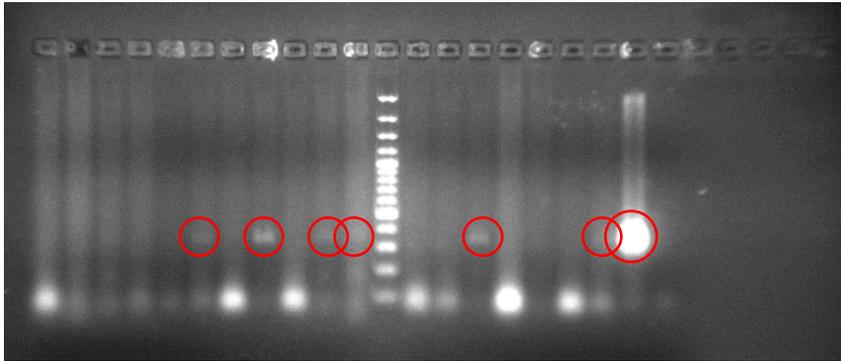
Depredadores encontrados



Se identificaron **24.324 individuos**
46 especies de depredadores

Metodología: 3) Identificación

Análisis molecular de los depredadores



21 especies analizadas
1.678 individuos

Coleoptera	
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	2
<i>Coccidophilus citricola</i>	4
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	72
<i>Novius cardinalis</i>	118
<i>Rhyzobius lophantae</i>	26
<i>Scymnus interruptus</i>	120
<i>Scymnus subvillosus</i>	91
<i>Stethorus punctillum</i>	102
Neuroptera	
<i>Chrysoperla carnea</i>	113
<i>Conwentzia psociformis</i>	35
<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	96
Heteroptera	
<i>Cardiastethus fasciventris</i>	84
<i>Orius laevigatus</i>	88
<i>Pilophorus perplexus</i>	105
Dermaptera	
<i>Euborellia annulipes</i>	19
<i>Forficula auricularia</i>	25
Araneae	
<i>Ballus chalybeus</i>	98
<i>Cheiracanthium mildei</i>	120
<i>Icius hamatus</i>	120
<i>Philodromus albidus</i>	120
<i>Philodromus cespitum</i>	120

Ejemplares analizados	N° positivos
2	0
4	0
72	0
118	1
26	7
120	10
91	4
102	0
113	2
35	0
96	3
84	0
88	0
105	65
19	0
25	0
98	1
120	6
120	1
120	0
120	2

Resultados: 3) Identificación de las especies



Positivos (11 especies)



P. cf gallicus



R. lophantae



S. aleyrodiformis



S. interruptus



C. mildei



S. subvillosus



C. carnea



P. cespitum



B. chalybeus



N. cardinalis



I. hamatus

Negativos (10 especies)



C. bipustulatus



C. citricola



P. albidus



C. fasciventris



F. auricularia



O. laevigatus



S. punctillum



C. psociformis



C. montrouzieri

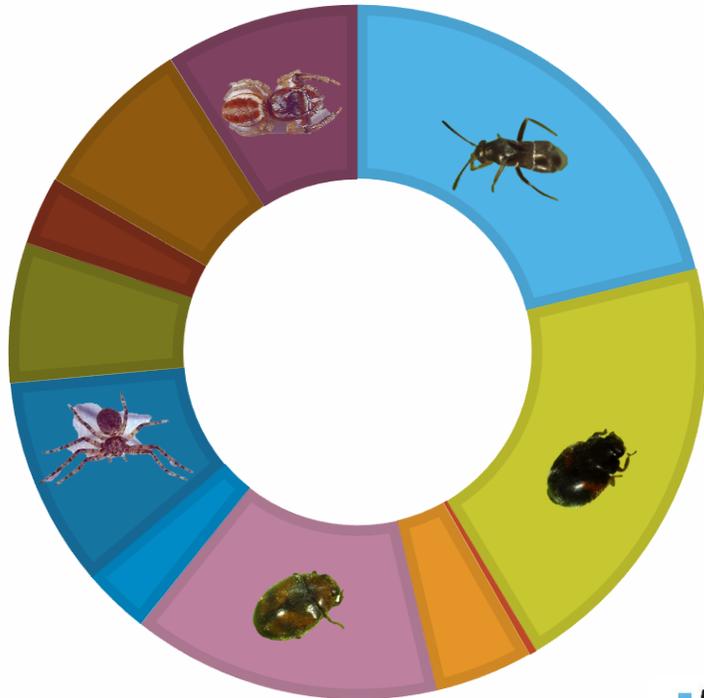


E. annulipes

Resultados: 3) Identificación de las especies



Abundancia



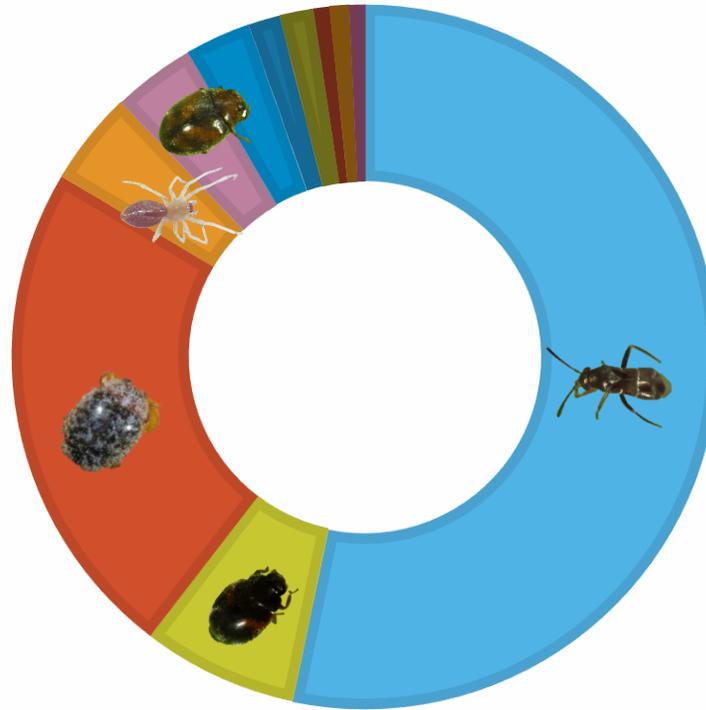
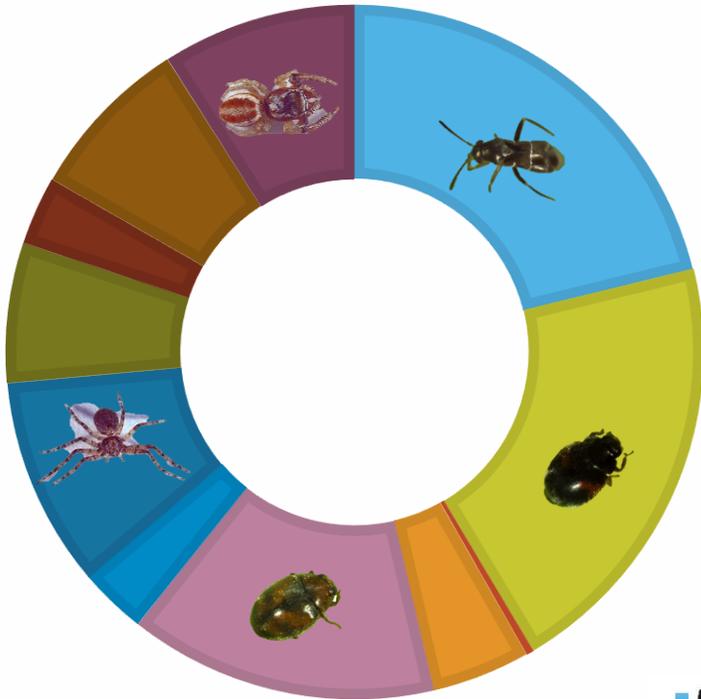
- | | | |
|--|--|---|
|  <i>Pilophorus perplexus</i> |  <i>Scymnus interruptus</i> |  <i>Rhyzobius lophantae</i> |
|  <i>Cheiracanthium mildei</i> |  <i>Scymnus subvillosus</i> |  <i>Semidalis aleyrodiformis</i> |
|  <i>Philodromus cespitum</i> |  <i>Chrysoperla carnea</i> |  <i>Novius cardinalis</i> |
|  <i>Ballus chalybeus</i> |  <i>Icius hamatus</i> | |

Resultados: 3) Identificación de las especies



Ejemplares positivos

Abundancia



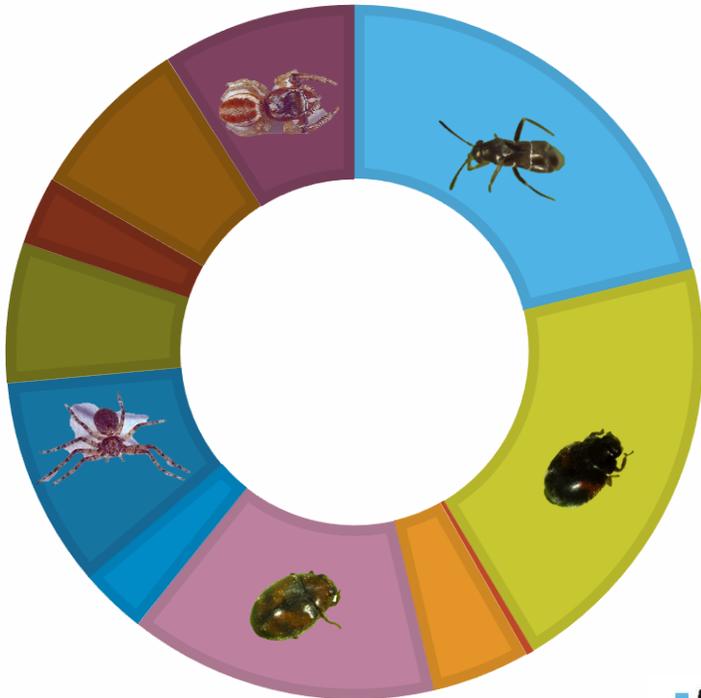
- Pilophorus perplexus*
- Cheiracanthium mildei*
- Philodromus cespitum*
- Ballus chalybeus*
- Scymnus interruptus*
- Scymnus subvillosus*
- Chrysoperla carnea*
- Icius hamatus*
- Rhyzobius lophantae*
- Semidalis aleyrodiformis*
- Novius cardinalis*

Resultados: 3) Estudio de identificación de especies

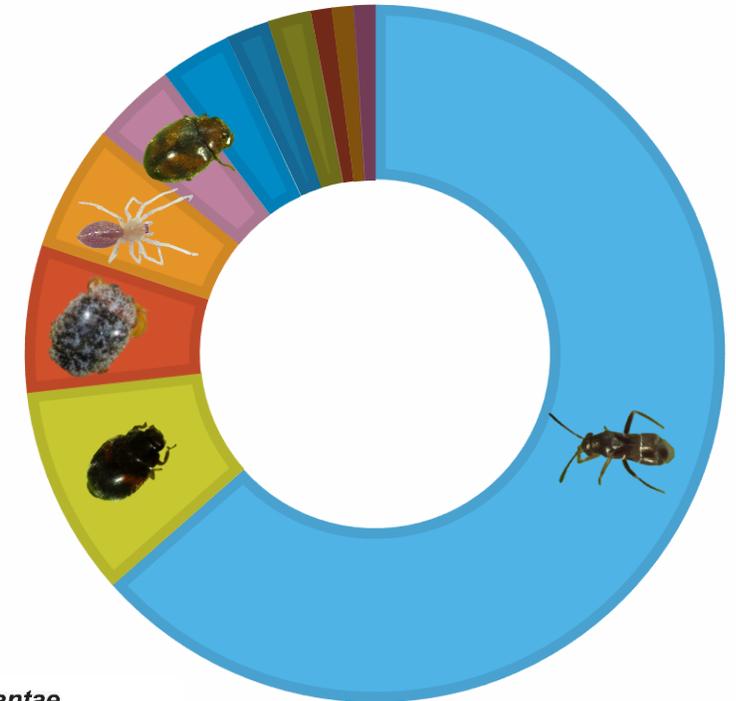


Ejemplares positivos

Abundancia



Relevancia Relativa



- | | | |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| <i>Pilophorus perplexus</i> | <i>Scymnus interruptus</i> | <i>Rhyzobius lophantae</i> |
| <i>Cheiracanthium mildei</i> | <i>Scymnus subvillosus</i> | <i>Semidalis aleyrodiformis</i> |
| <i>Philodromus cespitum</i> | <i>Chrysoperla carnea</i> | <i>Novius cardinalis</i> |
| <i>Ballus chalybeus</i> | <i>Icius hamatus</i> | |



Consideraciones finales

- Existe una alta diversidad de especies de depredadores en los cultivos de cítricos.
- El control que ejercen los depredadores de es gran importancia para la dinámica poblacional de las plagas.
- Los depredadores pueden ser los enemigos naturales de mayor importancia en algunas regiones.
- Los depredadores generalistas pueden ser de mayor relevancia que los depredadores específicos.
- El uso control biológico por conservación puede preservar las poblaciones de depredadores dentro de las plantaciones de cítricos

Proyecto apoyado por



JORNADA DE CITRICULTURA 2024

05 | **JUEVES**
DICIEMBRE 2024

ESPACIO RIESCO
Av. El Salto 5000,
Huechuraba, Santiago.

**Muchas gracias
por su atención!**