

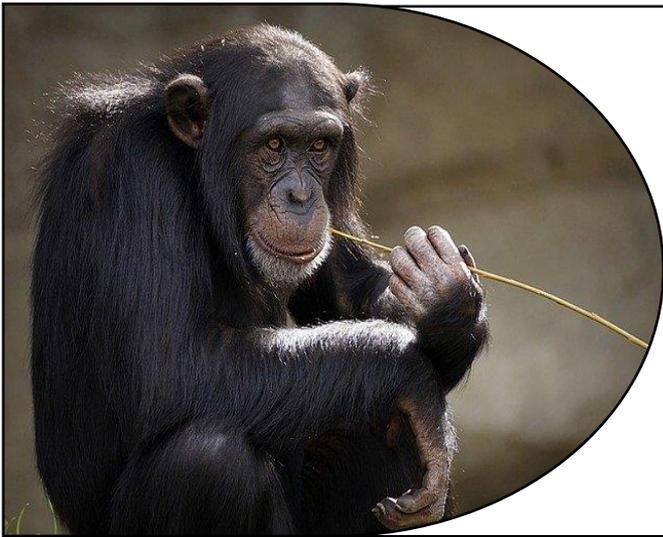
A close-up photograph of a bumblebee on a white flower. The bee is positioned in the lower-left quadrant of the frame, facing right. Its body is covered in white pollen. The flower's petals are large and white, with a yellow center. The background is a blurred green, suggesting foliage.

Biología del comportamiento en la producción agrícola

Sheena Salvarrey

ssalvarrey@fcien.edu.uy

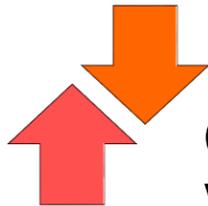
**Curso Biología del Comportamiento
2023**



ETOLOGÍA

Estudio del comportamiento de los animales en el medio natural, enfocados en las causas, ontogenia, evolución y función.

(Tinbergen,1986)



Relación y utilización con otras ciencias.

Ciencia aplicada contribuye a la ciencia pura y viceversa.

Etología aplicada

**Veterinarias
Agrarias
Etc...**

Producción animal



- ✓ Fisiología de la reproducción.
- ✓ Sistemas maternos filial (efecto del destete, etc).
- ✓ Zootecnia (mejoramiento genético).
- ✓ Adiestramientos.
- ✓ Bienestar animal.

Producción vegetal



DAÑOS

- ✓ Manejo de plagas.

BENEFICIOS

- ✓ Polinización.

PLANES DE CONSERVACIÓN

- ✓ Disminución del uso de agrotóxicos.
- ✓ Conservación de ecosistemas.



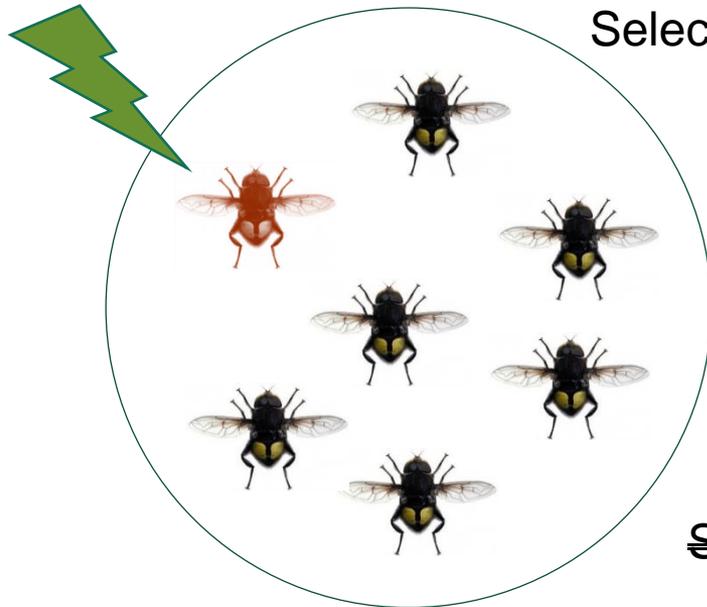
Protección vegetal → Control de plagas

- Uso de pesticidas

Resistencia: habilidad de una cepa de insectos a tolerar dosis de un compuesto tóxico, el cual le ocasionaría la muerte a la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie (OMS).



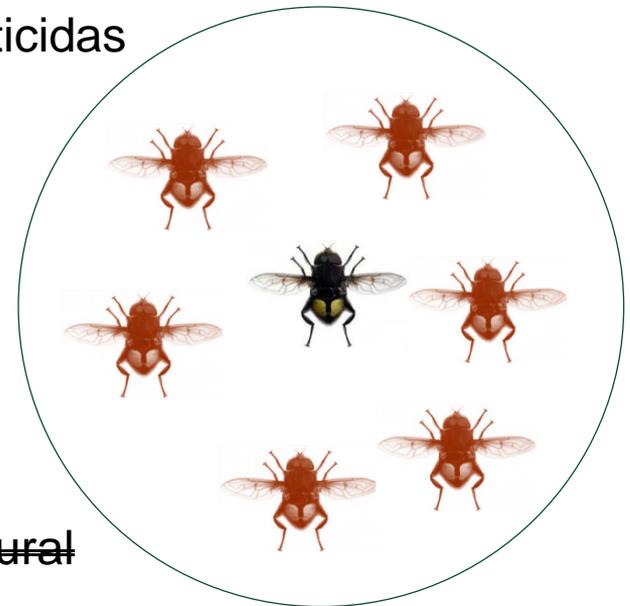
Nuevo comportamiento



Selección por pesticidas



~~Selección natural~~



Protección vegetal

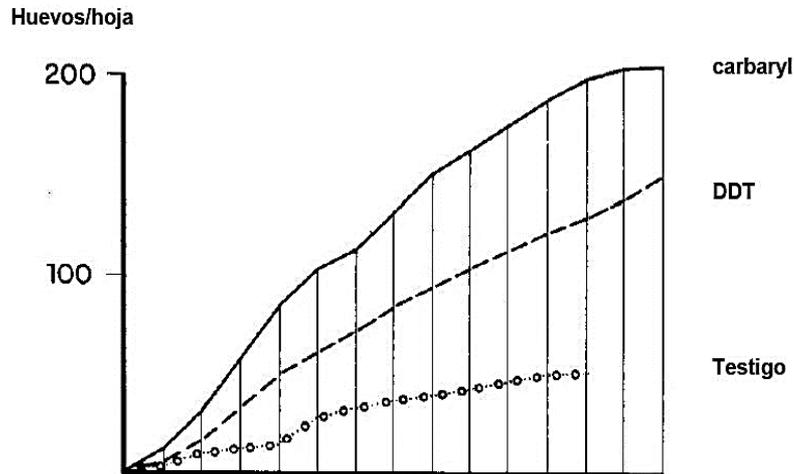


Figura 13:7 Efecto del Carbaryl y el DDT aplicados en el follaje de vid en el incremento de la fecundidad de la araña roja *Tetranychus telarius*. Chaboussou, 1966.

Baddi *et al.* 2007

- Problemas de salud en las personas que manipulan los insecticidas.
- Problemas ambientales y ecológicos.
- Residuos tóxicos en frutos y cultivos.

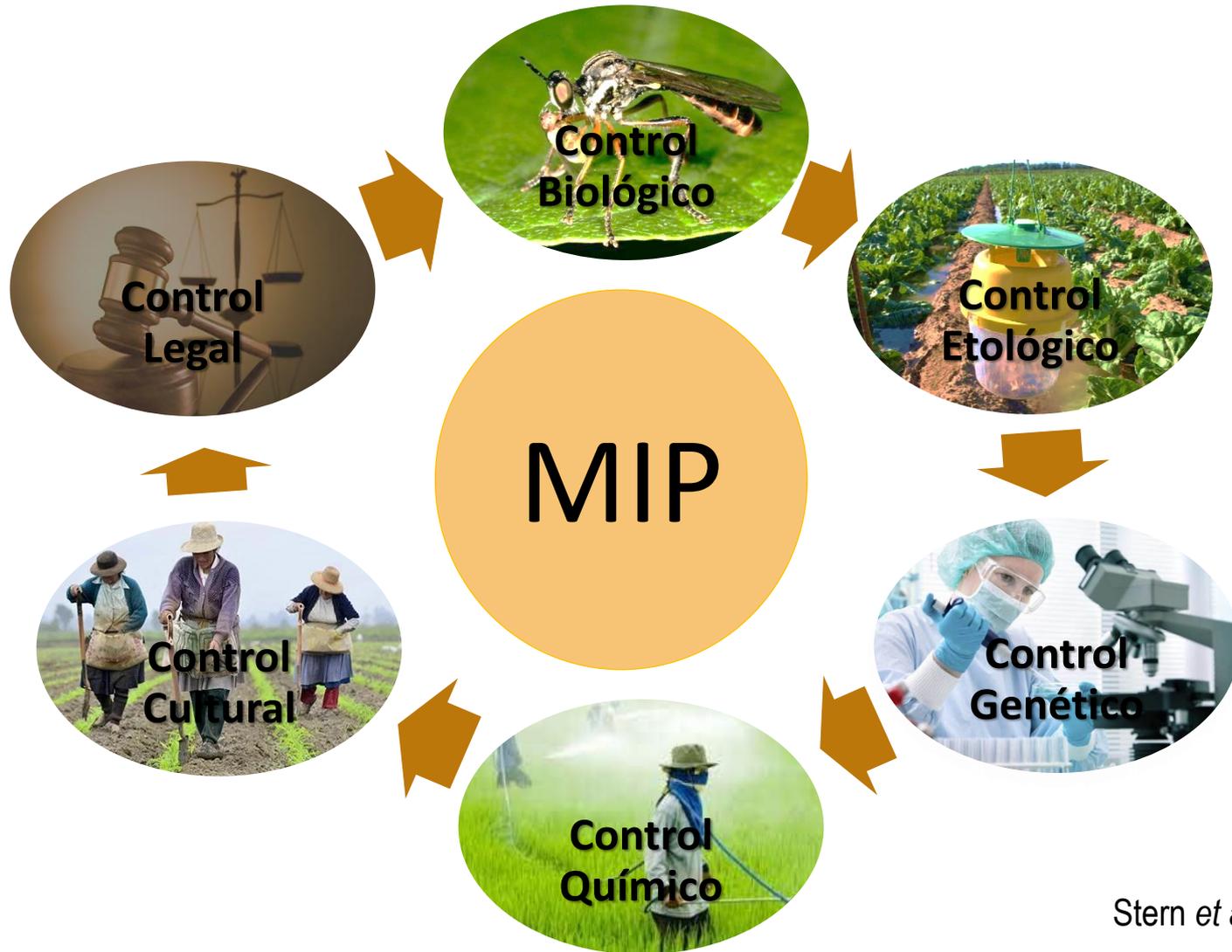
Consecuencias:

- Brotes de plagas secundarias.
- Rápido resurgimiento de las poblaciones luego de la utilización de los pesticidas.



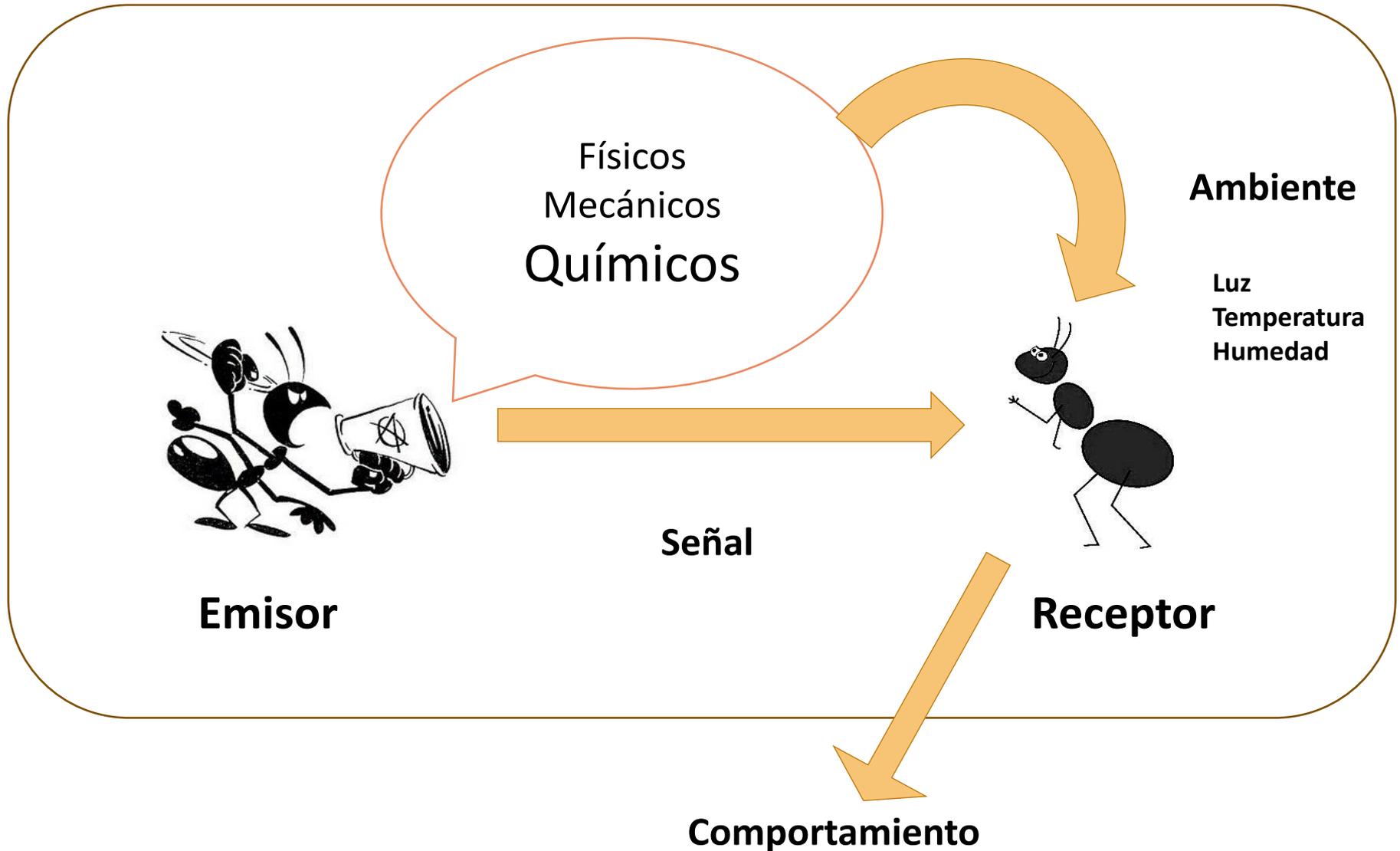
Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Trata de conciliar el control químico y el control biológico en un marco ecológico, introduciendo el conocimiento de la biología y comportamiento de la plaga para su manejo.



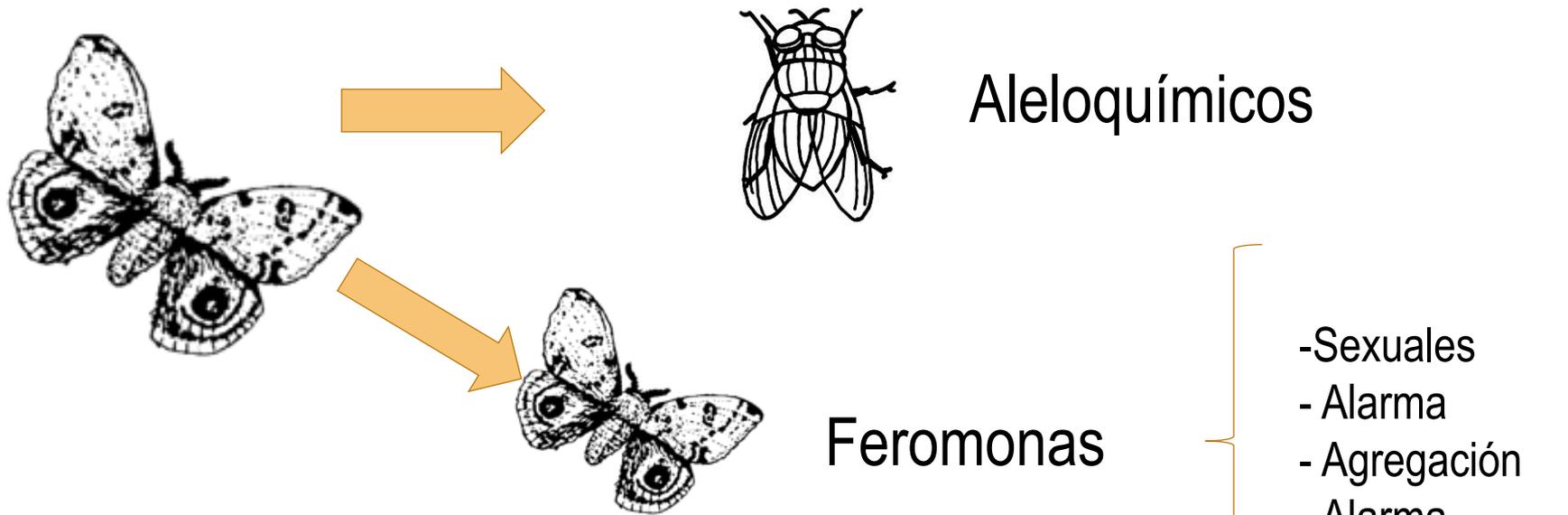
Control Etológico

El insecto y su entorno...



Control Etológico

Los compuestos químicos involucrados en la transferencia de información entre organismos se han denominado *semioquímicos*.



Su liberación involucra un comportamiento por parte del emisor y desencadena un comportamiento fijo en el receptor.

Feromonas sexuales

- ✓ Efecto de atracción
- ✓ Puede ser producida por hembras y machos.
- ✓ Involucra el comportamiento más importante de una especie: CORTEJO (reconocimiento y apareamiento).

“Las especies son tales, en la medida que comparten señales que las convocan al apareamiento permitiendo así, su reproducción”

(CBE por Reconocimiento- Paterson, 1985).

Ventajas del uso de feromonas

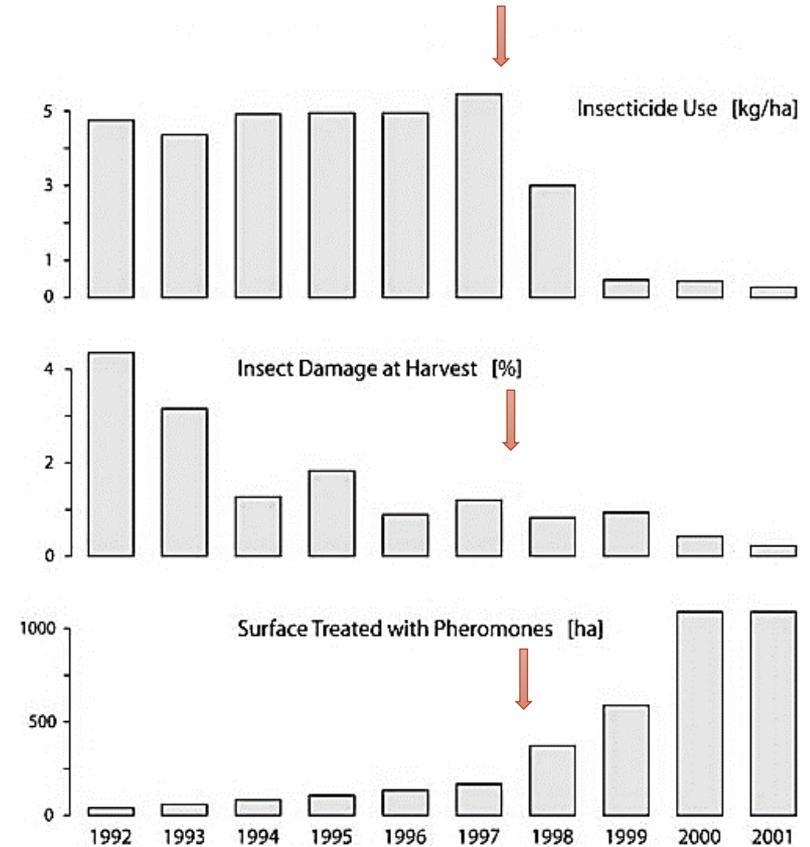
Son especie-específicos

Activas a bajas cantidades

No dejan residuos tóxicos

Cuadro 2. Comparación entre feromonas e insecticidas.

	Feromona	Insecticida
Toxicidad	No es tóxico para mamíferos y peces	Tóxico
Efecto sobre enemigos naturales	Ninguna	Sí. Plagas secundarias
Contaminación	Ninguna	Sí
Resistencia o tolerancia	Ninguna	Sí
Aplicaciones	1-2 veces/año	Muchas veces
Densidad de población	Menos efectiva en densidades altas	Efectivas en altas densidades
Tamaño del área tratada	Mayor efectividad en campos grandes	Efectividad en campos chicos
Época de aplicación	Período de vuelo	Todo el tiempo
Clima	Afectada	Afectada
Selectividad	Insectos específicos	Ninguna



Witzgall *et al.* 2009

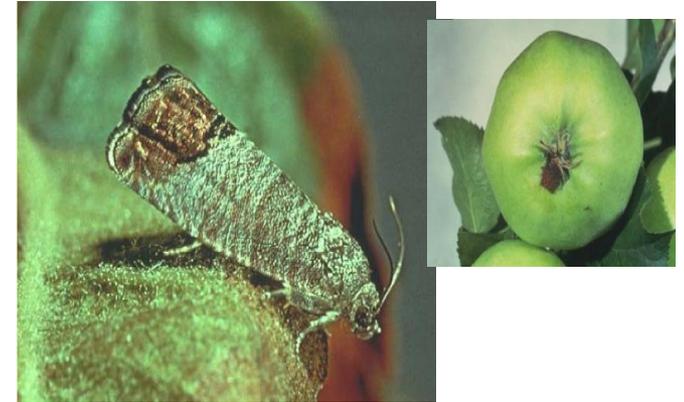
Uso de feromonas en Uruguay

Detección y monitoreo: Conocer la distribución y la abundancia relativa y la actividad estacional de los insectos.

Atracticidas (attract and kill): método que combina feromonas con sustancias tóxicas.

Confusión sexual (Mating disruption): Saturar el área con feromonas sintetizadas de modo de interferir con la comunicación de los individuos de una especie, evitando su apareamiento.

Trampeo masivo: reducir las poblaciones de insectos por medio de trampas.



Polilla del manzano Cydia pomonella



Moscas de la fruta



Ceratitidis capitata *Anastrepha fraterculus*

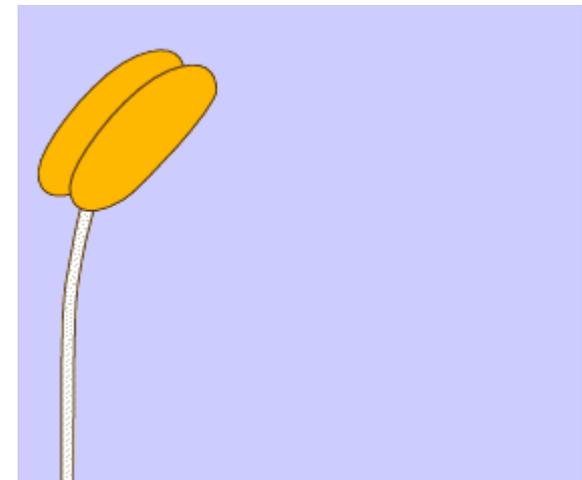
Producción vegetal



Aumento de rendimientos

Polinización

Proceso en la transferencia de polen desde los estambres al estigma de las flores, donde germina y fecunda los óvulos, haciendo posible la producción de semillas y frutos.



Polinización natural

Abiótico



Viento



Agua

Bióticos

Mamíferos



Insectos



Aves



Importancia de los polinizadores

- ✓ Son especies claves
- ✓ Mantienen las comunidades vegetales, promoviendo la variabilidad genética de las poblaciones.
- ✓ Equilibra el ecosistema asegurando la supervivencia de la flora y la fauna.
- ✓ Relación planta-polinizador producto de procesos evolutivos (co-evolución).



Importancia de los polinizadores

- ✓ Son responsables directa o indirectamente de la producción de 1/3 de la alimentación del ser humano.



Valor económico de la polinización

Ecological Economics 196 (2022) 107395



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Economics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecocon



Current status and economic value of insect-pollinated dependent crops in Latin America

Marina Basualdo^{a,1,*}, Pablo Cavigliasso^b, Rubem Samuel de Avila Jr^c, Patricia Aldea-Sánchez^d, Adriana Correa-Benítez^e, Jaime Martínez Harms^f, Ana Karen Ramos^e, Valeska Rojas-Bravo^f, Sheena Salvarrey^g

Valor económico atribuible a la polinización entomófila
U\$S 22,95 billones



Polinizadores destacados

- ✓ Presentan un rol activo en la polinización.
- ✓ Su alimentación esta basada exclusivamente de polen y néctar.
- ✓ Etapa larval inmóvil con altos requerimientos alimenticios.

Son responsables de la polinización del 85% de las plantas con flor.

Abejas
Orden:
Hymenoptera
Superfamilia:
Apoidea



Crisis global de polinizadores

Pérdida y fragmentación de hábitat por intensificación en el uso del suelo



Especies exóticas
(competencia, facilitación,
propagación de enfermedades)

Cambio climático
(desajuste espacial y fenológico)



Efecto de parásitos y patógenos



Polinización artificial



Apis mellifera

- Originaria de Europa.
- Eusociales
- Colonias numerosas (60.000 individuos).
- Son perennes.
- Son manejadas eficientemente por el hombre.



Apicultura

3.170 apicultores

580.000 colmenas

12 toneladas de miel

Resistencia comportamental de *A. mellifera*

Departamento de Colonia



Departamento de Treinta y Tres

Colonias colapsan debido a *V. destructor*

- Alta densidad de colmenas.
- Gran uso de agroquímicos.
- Uso regular de acaricidas.
- Acaros resistentes a acaricidas



Colonias no colapsan debido a *V. destructor*

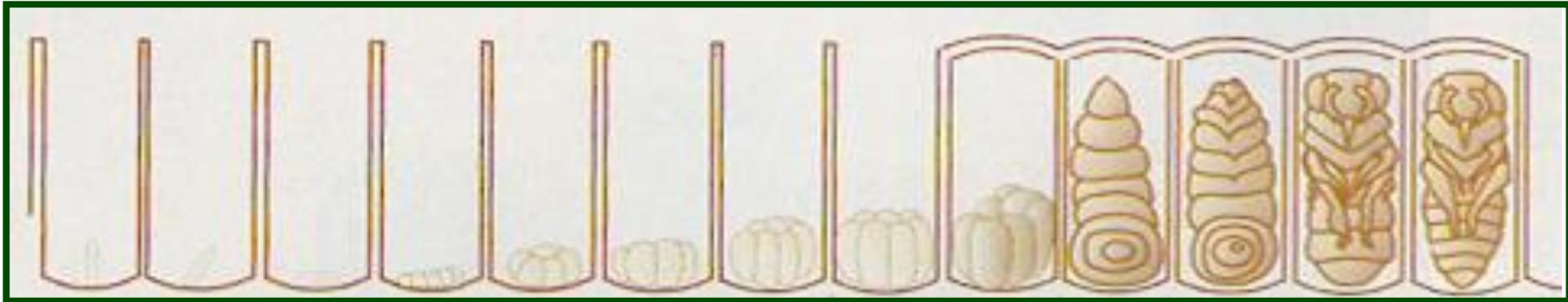
- Baja densidad de colmenas.
- Poco uso de agroquímicos.
- Uso reciente de acaricidas.
- Acaros susceptibles a acaricidas



Comportamiento higiénico

Consiste en la limpieza de las celdas operculadas que contienen larvas o pupas muertas.

Se reconocen dos etapas: el desoperculado de las celdas y la remoción de las larvas muertas.

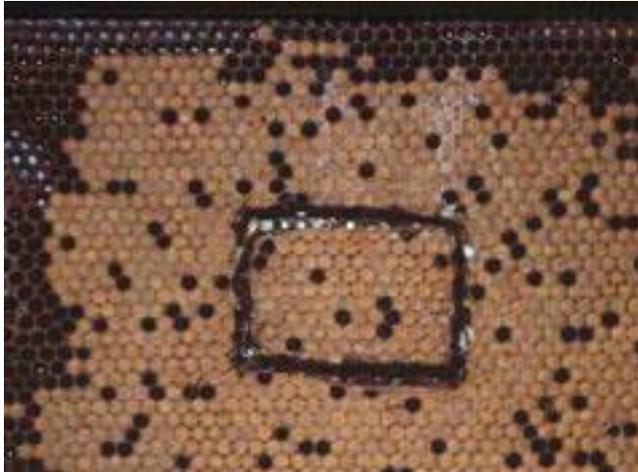


Loque Americana (*Paenibacillus larvae*)
Ascospferiosis (*Ascospaera apis*)
Cría Ensacada (Virus)
Varroasis (*Varroa destructor*)

Comportamiento higiénico

Se presenta cría muerta a las abejas y se estima la capacidad de limpiar las celdas

Congelamiento freezer



Congelamiento nitrógeno líquido



Pinchazo



Grooming

Mecanismo de resistencia; comportamiento de acicalamiento.

- Alo-Grooming
- Auto grooming.



Nº de Varroas



Colecta de Varroas caídas



Muestras de Varroas

Estudio comparativo

Colonia (N=21)



Treinta y Tres (N=23)

Nivel de infección

9,9 ± 4,2%

Nivel de infección en abejas adultas

4,1 ± 3,8%

26,8 ± 13,0%

Nivel de infección en cría

5,7 ± 10,4%

¿Diferencias en las abejas?

85,1 ± 16,6%

Comportamiento higiénico ***

97,5 ± 2,9%

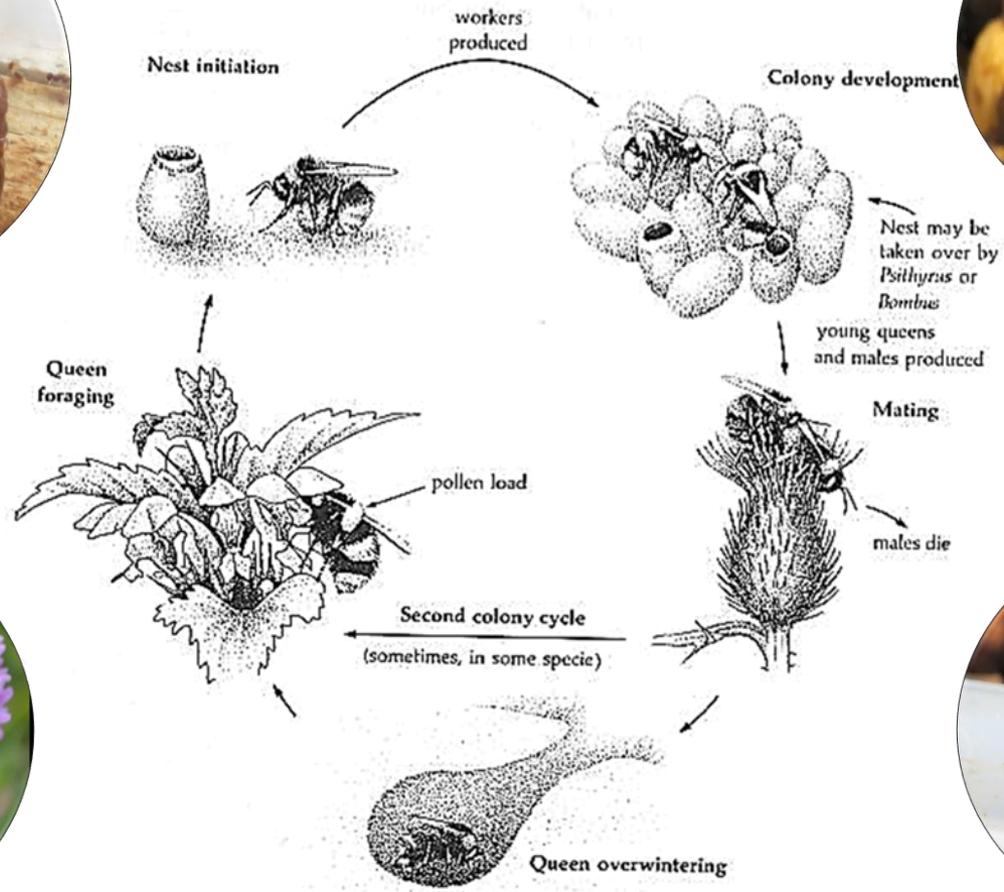
1,7 ± 1,5%

Grooming***

4,4 ± 1,9%

BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO

Abejorros (*Bombus sp.*)





Características como polinizadores:

- Cuerpos de tamaño grande con pelos gruesos y numerosos.
- Probóscides largas.
- Alta velocidad de pecoreo.
- Permanecen activos a muy bajas temperaturas.
- Presentan buena adaptación a las condiciones de invernáculo.
- Son capaces de realizar polinización por zumbido: este **comportamiento especializado** no lo poseen todas las abejas, por lo que los abejorros son muy importantes polinizadores para las plantas que presentan esta morfología (ej: Solanáceas).



Alfalfa (*Medicago sativa*)



Trébol rojo (*Trifolium pratense*)



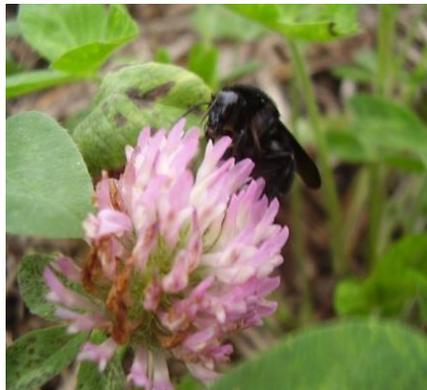
Tomate (*Solanum lycopersicum*)

Especies presentes en URUGUAY

Bombus atratus

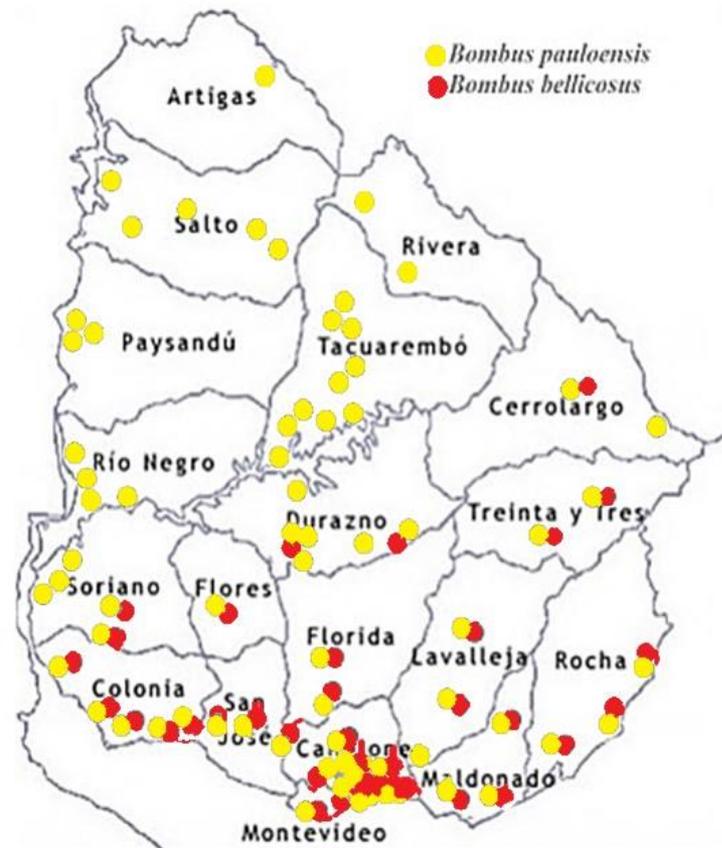


Forma flavínica



Forma melánica

Bombus bellicosus



Tomado de Santos *et al.*, 2017



Domesticación de abejorros



Sladen, 1912

Siglo XX

Velthuis & Van Door, 2006.

Siglo XXI



“Almacenadores de pollen”
(Polen storers)



Especies europeas



B. terrestris



“Hacedores de bolsillos”
(Pocket makers)



Especies sudamericanas



B. atratus



B. bellicosus



Experiencias en iniciación de colonias en laboratorio

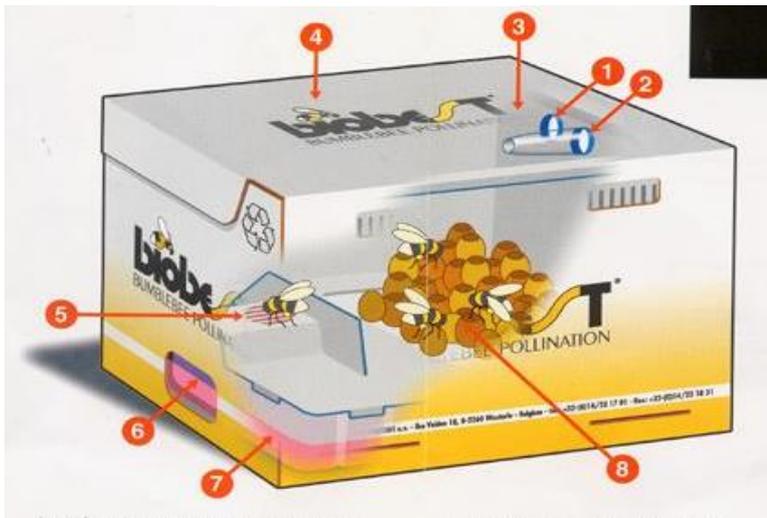


Cría artificial de abejorros nativos *Bombus atratus* y *Bombus bellicosus* (Hymenoptera, Apidae)

Salvarrey Sheena¹, Arbulo Natalia², Santos Estela¹, Invernizzi Ciro¹

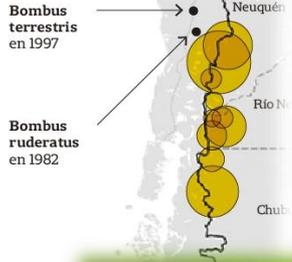
¹Facultad de Ciencias, Sección Etología. Iguá 4225, 11400 Montevideo, Uruguay. Correo electrónico: lepetite22@gmail.com

²Centro Universitario de la Región Este, Sede Rocha. Rincón esquina Florencio Sánchez, 27000, Rocha, Uruguay.



Las zonas afectadas por los abejorros exóticos

Distribución de las especies introducidas en Chile



Distribución histórica de la especie autóctona en Chile en **INTRODUCIDOS. Ejemplares fuera de medio ambiente, afectando a**

En alerta se encuentra la comunidad científica nacional por los daños que la plaga del abejorro invasor (*Bombus terrestris*) está causando a la biodiversidad en Chile y la región. Así lo señala un artículo publicado en la prestigiosa revista científica *Journal of Applied Ecology* sobre el abejorro invasor.



EL ABEJORRO CHILENO TIENE SUS HORAS CONTADAS

El abejorro invasor (*Bombus terrestris*) está causando daños a la biodiversidad en Chile y la región. Así lo señala un artículo publicado en la prestigiosa revista científica *Journal of Applied Ecology* sobre el abejorro invasor.



LAS TRES

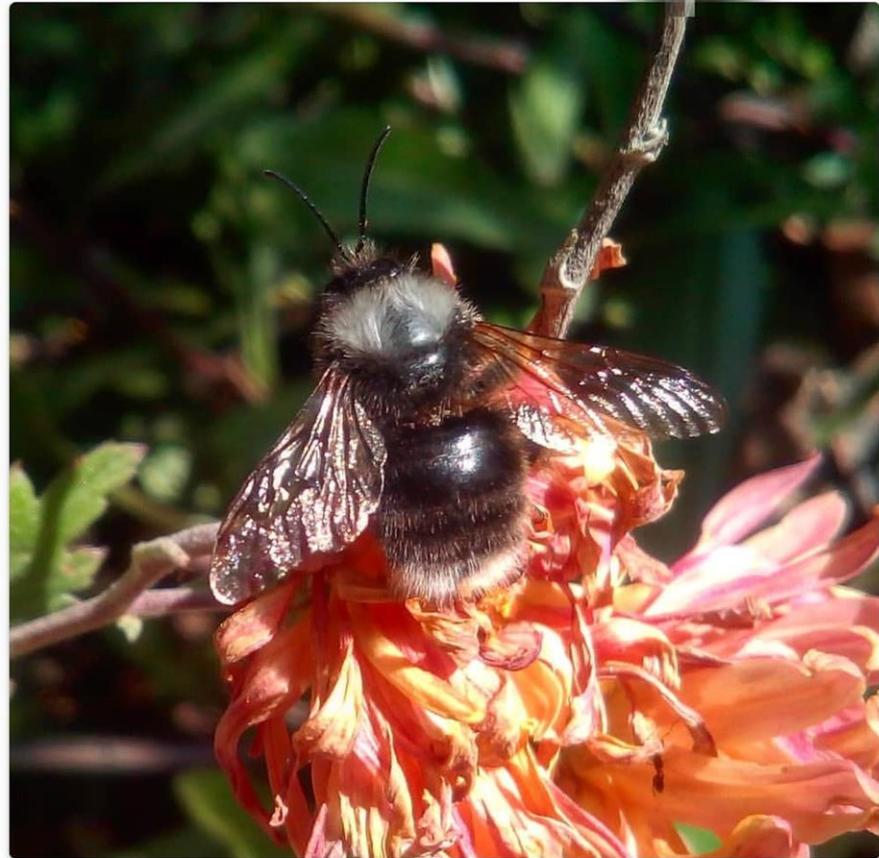
Bombus terrestris es una especie introducida en Chile en 1997. Esta especie invasora está causando daños a la biodiversidad en Chile y la región. Así lo señala un artículo publicado en la prestigiosa revista científica *Journal of Applied Ecology* sobre el abejorro invasor.



Fuente: Marcela

Abejorro chileno está El apocalipsis de las abejas a manos de una abeja... exótica

El MostradorEl Mostrador / by El Mostrador / 10



Sociedad



O gro

olor las

Ingeniero en Agronomía de la Universidad de Chile. Investigador en el Laboratorio de Plantas y la Especie Invasora de la Universidad de Chile.



El abejorro invasor (*Bombus terrestris*) está causando daños a la biodiversidad en Chile y la región. Así lo señala un artículo publicado en la prestigiosa revista científica *Journal of Applied Ecology* sobre el abejorro invasor.

Listado de patógenos, parásitos y virus presentes en especies de abejorros en Uruguay.

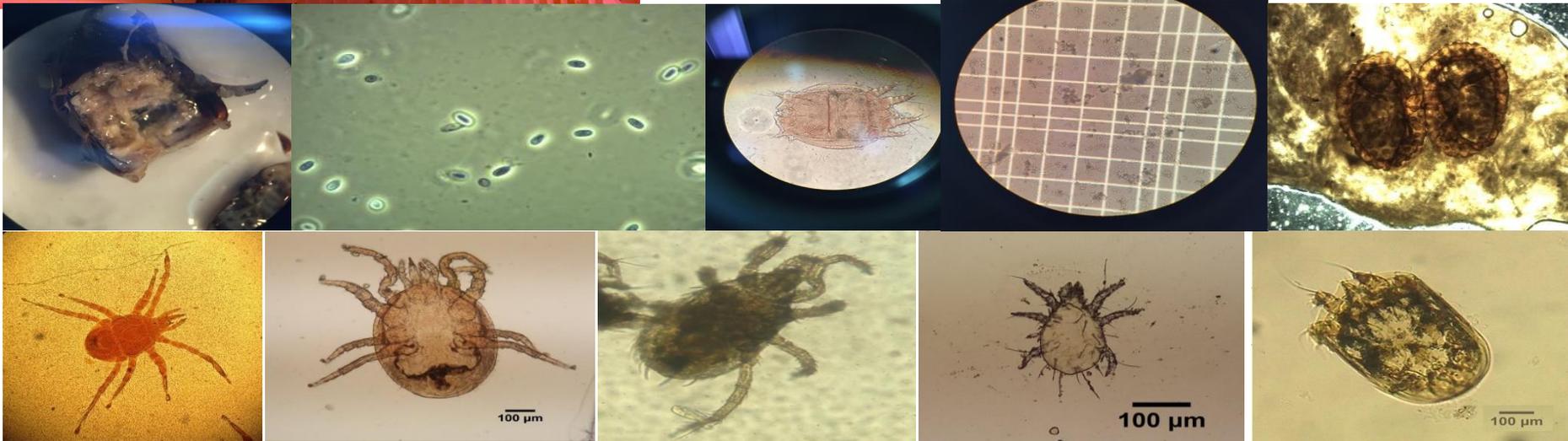


PLOS ONE

Parasites and RNA viruses in wild and laboratory reared bumble bees *Bombus pauloensis* (Hymenoptera: Apidae) from Uruguay

Sheena Salvarrey , Karina Antúnez, Daniela Arredondo, Santiago Plischuk, Pablo Revainera, Matías Maggi, Ciro Invernizzi

Published: April 26, 2021 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249842>



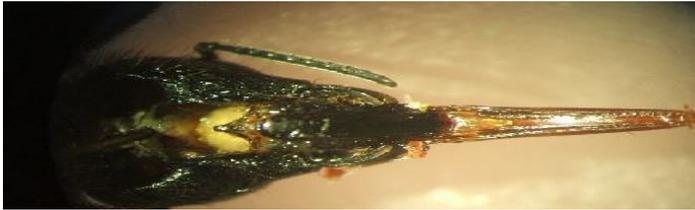
Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)



- Leguminosa forrajera de mucha importancia económica.
- Originaria de Europa.
- Siembra se realiza con semillas importadas (60% aprox.)
- Autoincompatible (polinización cruzada).
- Inflorescencia con numerosas flores (76 - 111) y de corola muy profunda.
- Promedio nacional de producción es de 119 kg/ha muy por debajo del potencial de la especie (600 kg/ha).



Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)



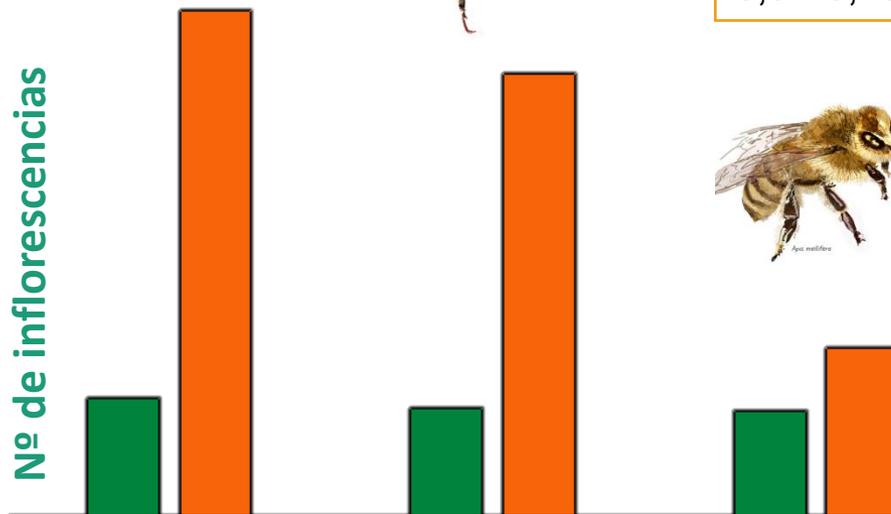
Arbulo et al., 2011

$8,4 \pm 0,65$ mm

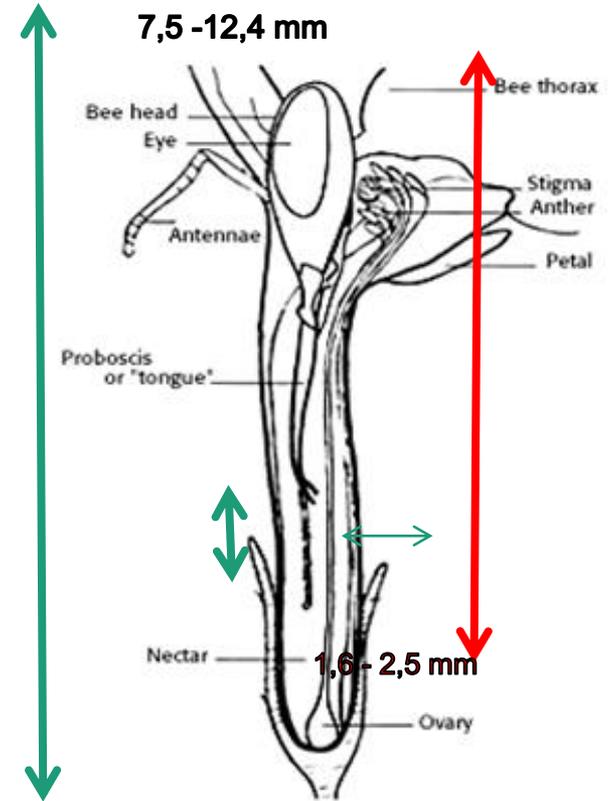
$7,9 \pm 0,79$ mm

5,9 - 6,25 mm

Nº de flores
Nº de inflorescencias



Salvarrey, 2012



Neotropical Entomology

ISSN: 1519-566X

journal homepage: www.scielo.br/ne

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Proboscis Length and Resource Utilization in Two Uruguayan Bumblebees: *Bombus atratus* Franklin and *Bombus bellicosus* Smith (Hymenoptera: Apidae)

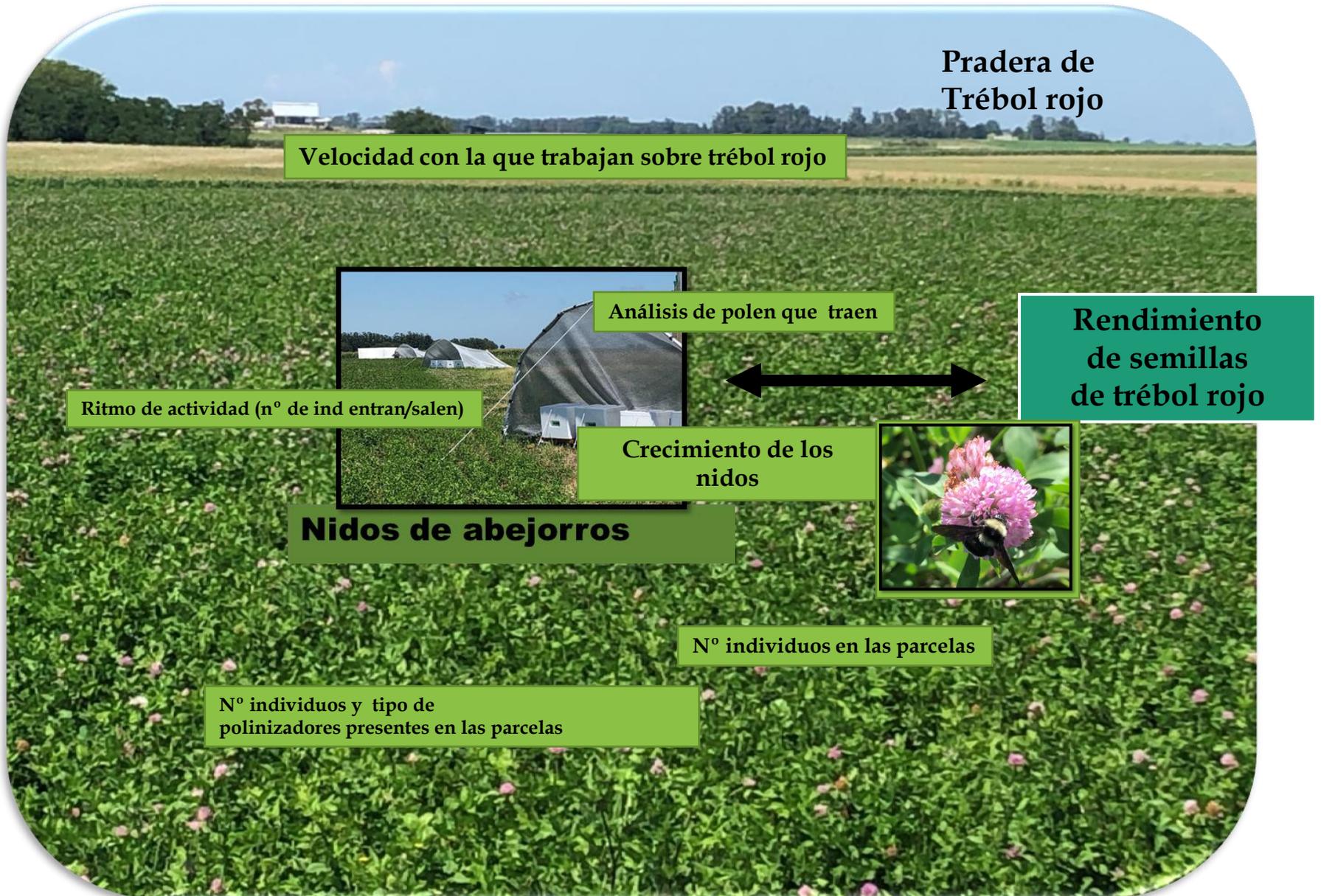
N ARBULO, E SANTOS, S SALVARREY, C INVERNIZZI

Sección Etología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)



- 16 colonias de *Bombus atratus* (empresa Brometan)



Nidos de abejorros



10 metros



80 metros



160 metros



Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

Actividad sobre el semillero



Actividad de los nidos





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

Análisis palinológicos



Análisis de semillas





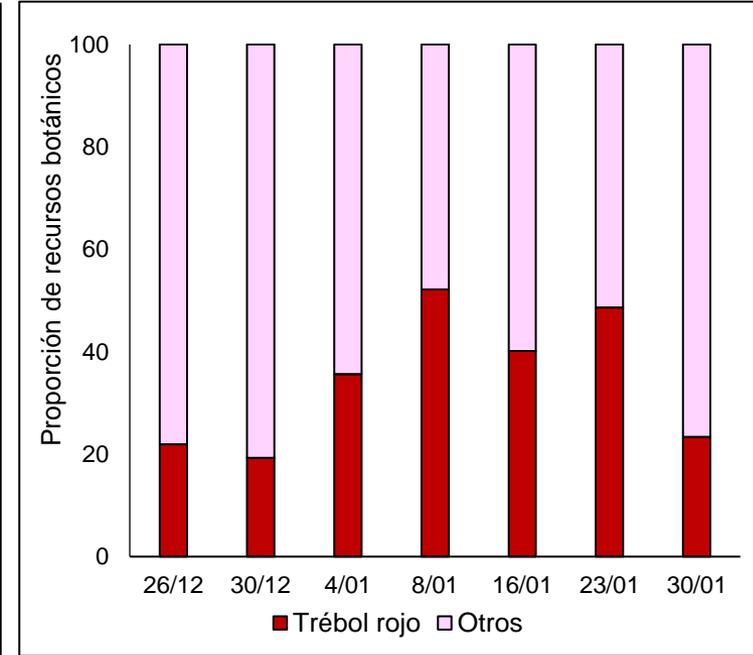
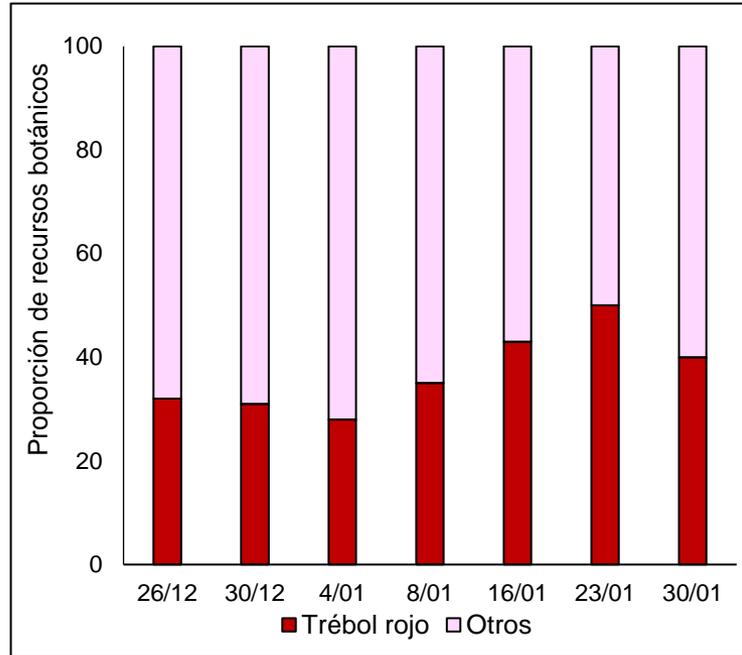
Evolución de los nidos



Image J

Origen botánico

Muestras de polen y néctar



- Se identificaron otras 29 especies:
 - 14 recursos poliníferos
 - 22 recursos nectaríferos

Especies botánicas		Polen	Néctar
	<i>Eucalyptus grandis</i>	✓	✓
	<i>Areaceae</i> spp.	✓	✓
	<i>Trifolium repens</i>	✓	✓
	<i>Medicago sativa</i>	✓	✓
	<i>Lotus</i> spp.		✓
	<i>Solanaceae</i> spp.	✓	
	<i>Myrtaceae</i> spp.		✓



Distribución de los abejorros



Nidos de abejorros



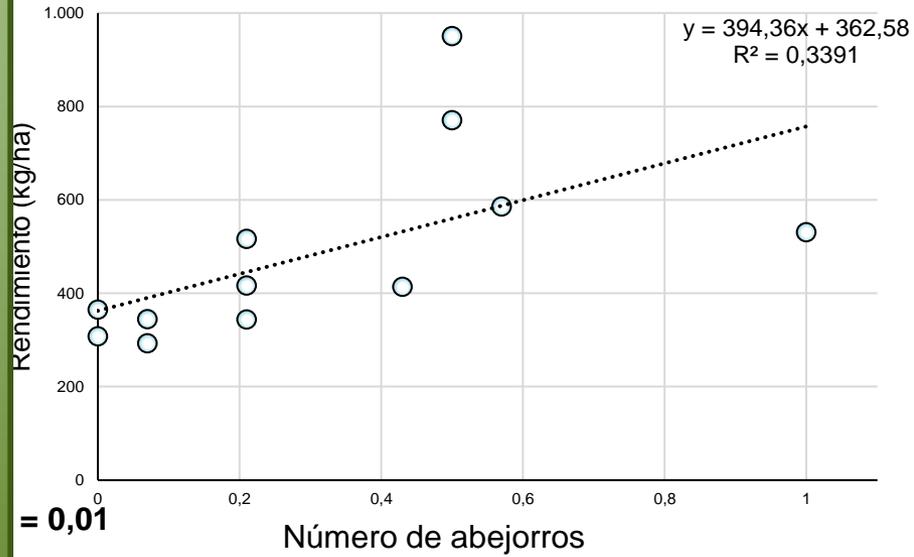
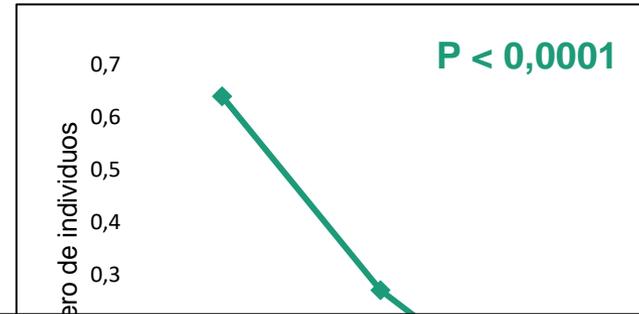
10 metros



80 metros



160 metros



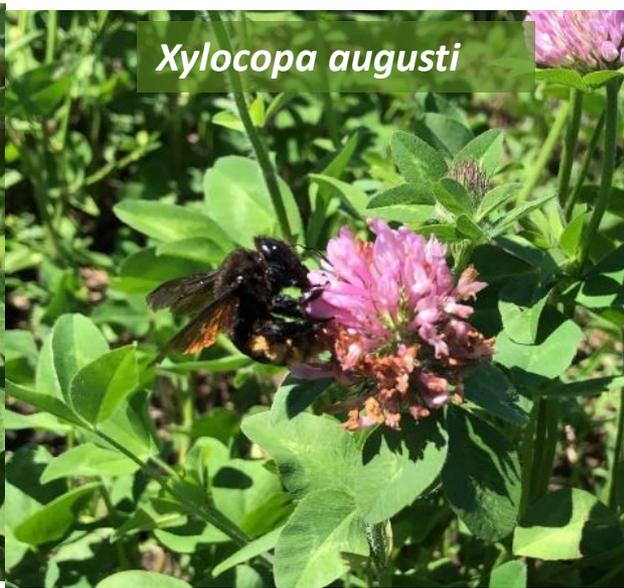
Otros polinizadores



Xylocopa frontalis



Xylocopa augusti



Mallophora ruficauda



Apis mellifera



Diabotrica speciosa





**POLINIZACIÓN EN TOMATE (*SOLANUM LYCOSPERSICUM*) EN CULTIVO
BAJO INVERNÁCULO**

Resultados de investigaciones

POLINIZACIÓN EN TOMATE



Desafíos en la polinización en un sistema de cultivo protegido.

- ✓ **Posee flores autógamias.**
- ✓ **Diversos factores afectan la polinización:**
 - **la falta de viento**
 - **las temperaturas (desfavorables para la antesis)**
 - **la iluminación insuficiente**
 - **el exceso o falta de nutrientes**
 - **humedad relativa:**
 - alta----- **dificulta la liberación de granos de polen**
 - baja--- **obstaculiza la germinación del tubo polínico**



POLINIZACIÓN EN TOMATE

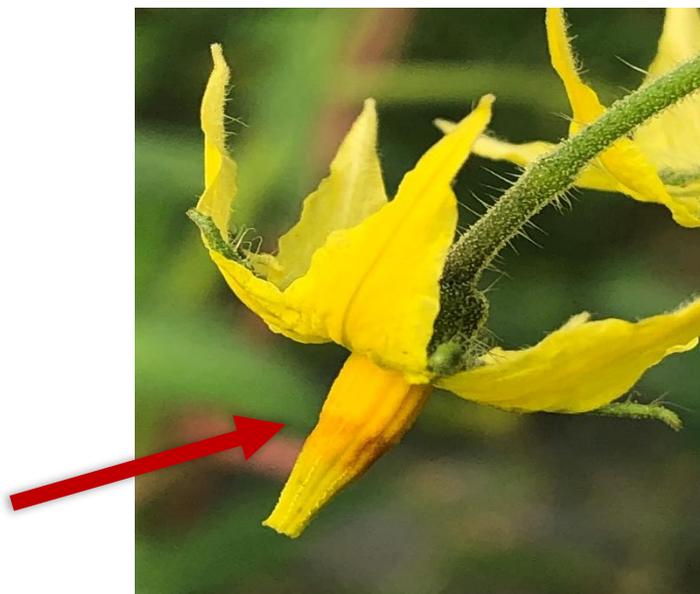
Instalación de las colonias.





POLINIZACIÓN EN TOMATE

Tratamiento1:
flores visitadas por abejorros





POLINIZACIÓN EN TOMATE

Tratamiento 2:
flores aisladas de polinizadores



Tratamiento 3:
flores tratadas con hormona





POLINIZACIÓN EN TOMATE

Seguimientos de los frutos



Características de los frutos

- Peso en fresco
- Ancho del fruto
- Número de semillas
- Número de lóculos





POLINIZACIÓN EN TOMATE

Canelones 2015

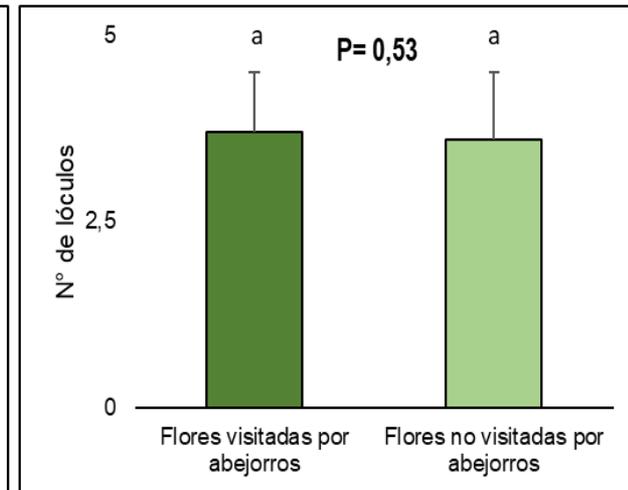
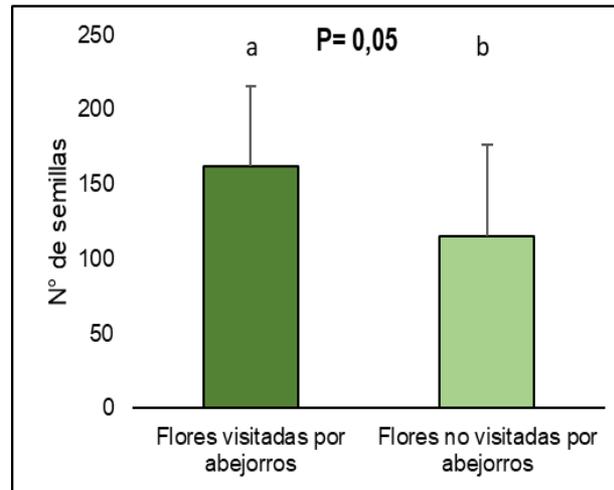
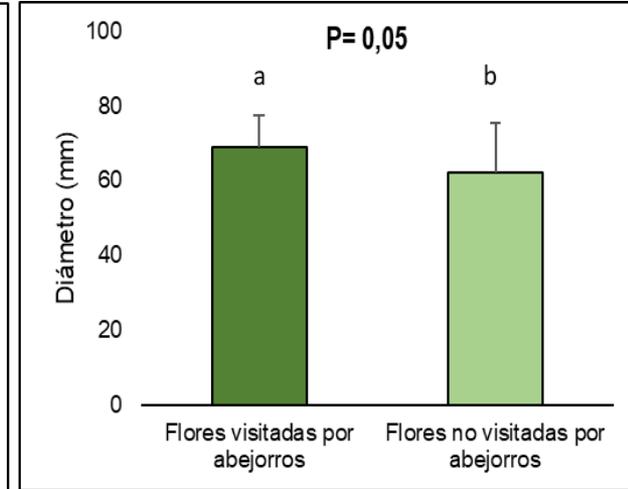
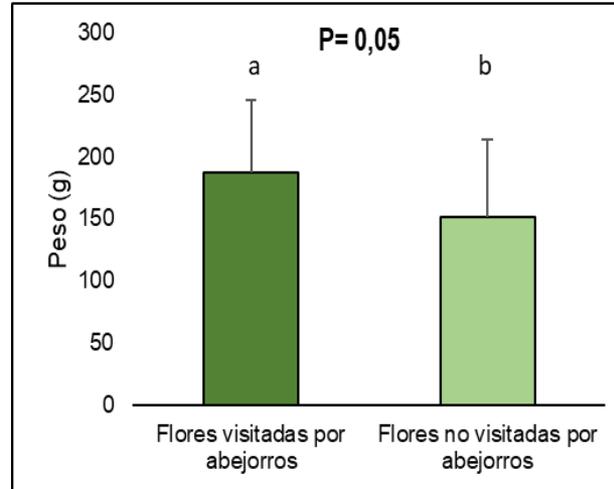
Porcentaje de cuajado:

Visitadas 97,0 %

No visitadas 77,5 %

Característica en la que se encontraron diferencias:

- Peso en fresco ✓
- Ancho del fruto ✓
- Número de semillas ✓
- Número de lóculos



Temperatura: 18,09 °C

Humedad: 65,87 %



POLINIZACIÓN EN TOMATE

Salto 2015

Porcentaje de cuajado:

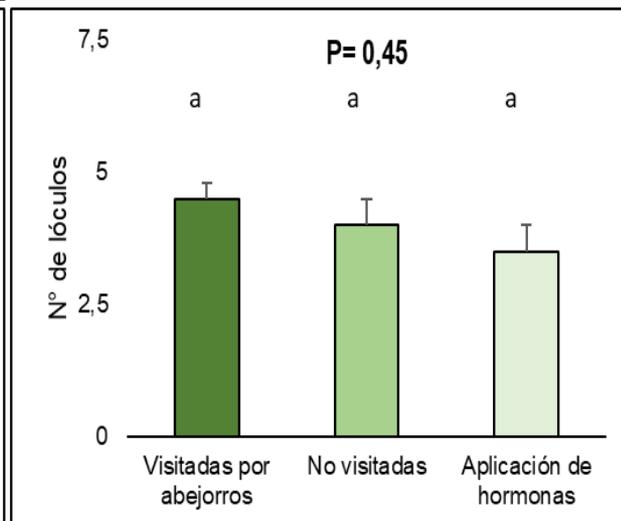
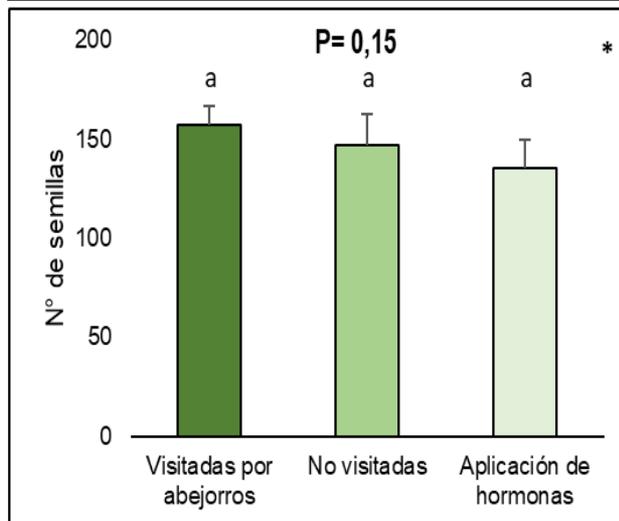
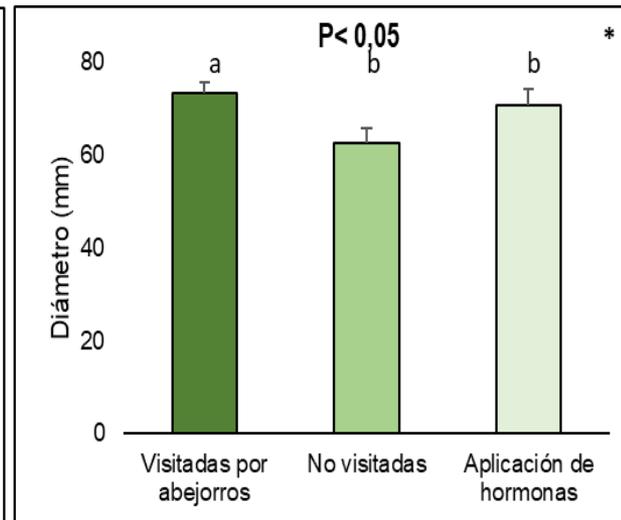
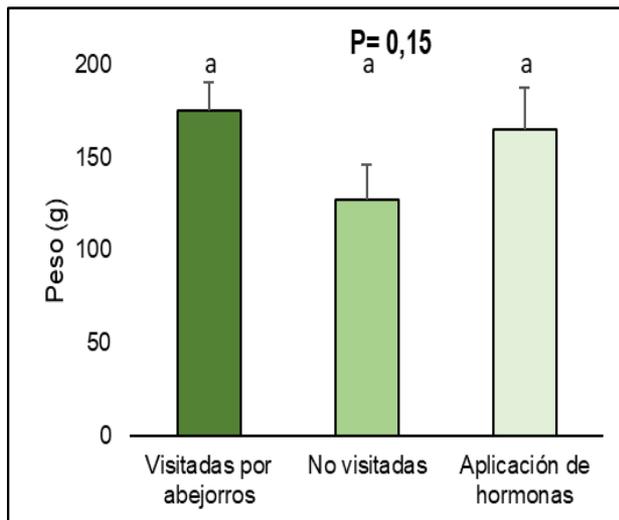
Visitadas 100,0 %

No visitadas 63,4 %

Hormonas 90,0 %

Característica en la que se encontraron diferencias:

- Peso en fresco
- Ancho del fruto ✓
- Número de semillas
- Número de lóculos



Temperatura: 18,42 °C

Humedad: 72,06 %



POLINIZACIÓN EN TOMATE

Salto 2016

Porcentaje de cuajado:

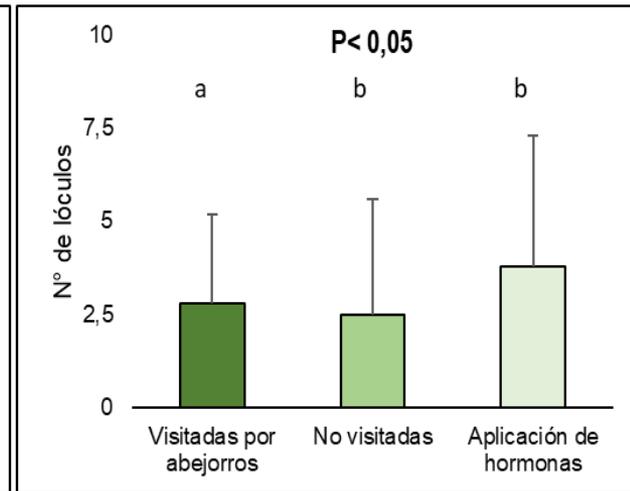
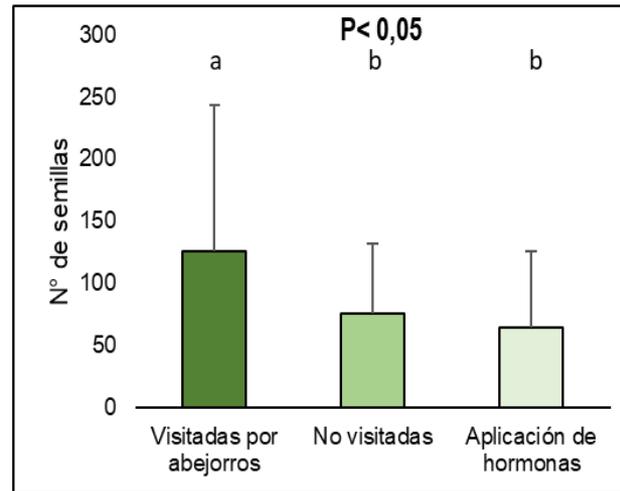
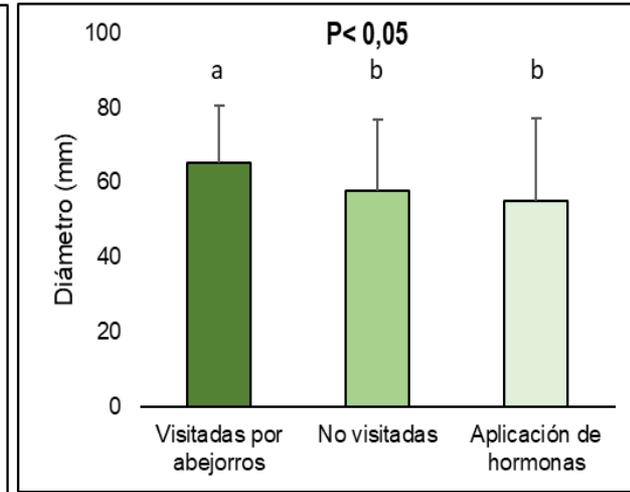
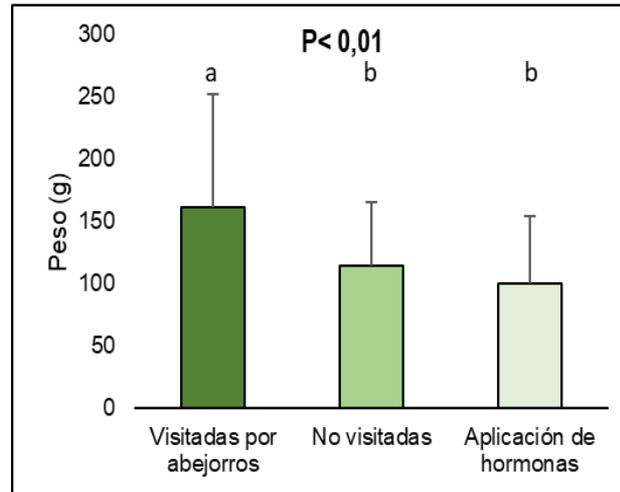
Visitadas 73,3 %

No visitadas 60,0 %

Hormonas 60,0 %

Característica en la que se encontraron diferencias:

- Peso en fresco ✓
- Ancho del fruto ✓
- Número de semillas ✓
- Número de lóculos ✓



Temperatura: 16,60 °C

Humedad: 87,12%



POLINIZACIÓN EN TOMATE

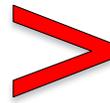
Salvarrey S, Santos E, Arbulo N, Giménez G, Invernizzi C



Characteristics of the tomato fruit
(*Solanum lycopersicum*) using native
bumblebees (*Bombus atratus*) as
pollinators in greenhouse

doi:
<https://doi.org/10.31285/AG-RO.24.101>

POLINIZACIÓN CON ABEJORROS

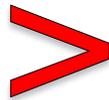


Peso 30 %
Diámetro 65%
Nº de semilla 10%



APLICACIÓN DE HORMONA

Peso 60 %
Diámetro 18%
Nº de semilla 94%

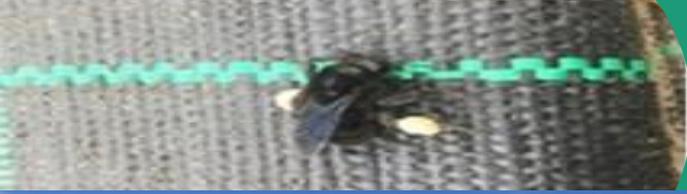




Problemas de orientación ?



Posibles problemas de orientación



Diferentes filtros UV

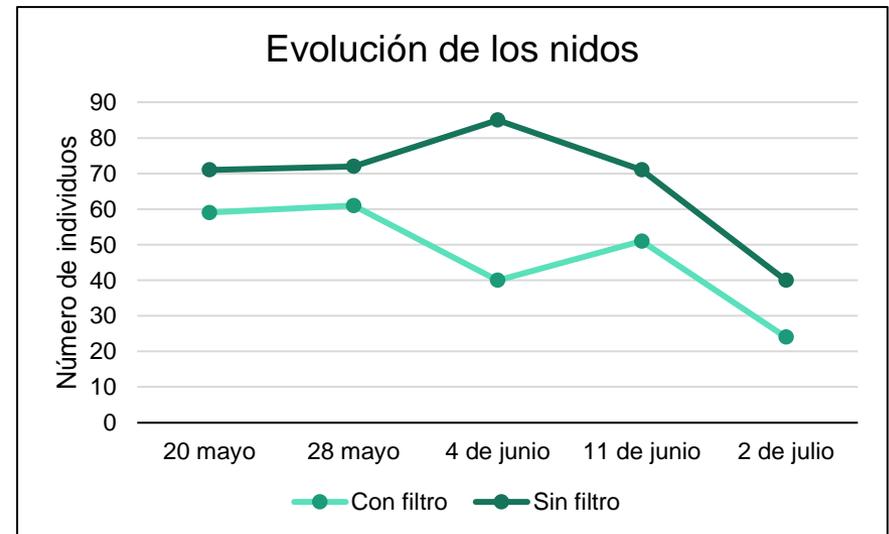
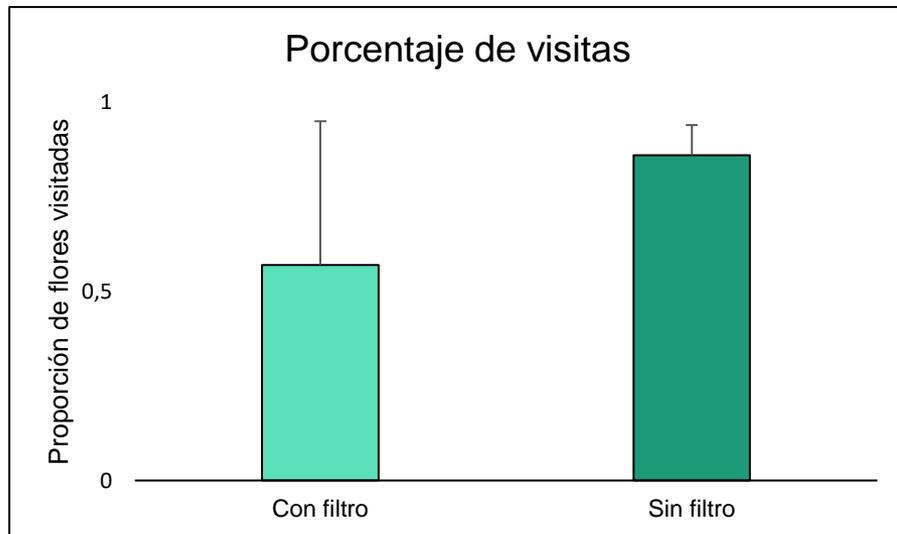
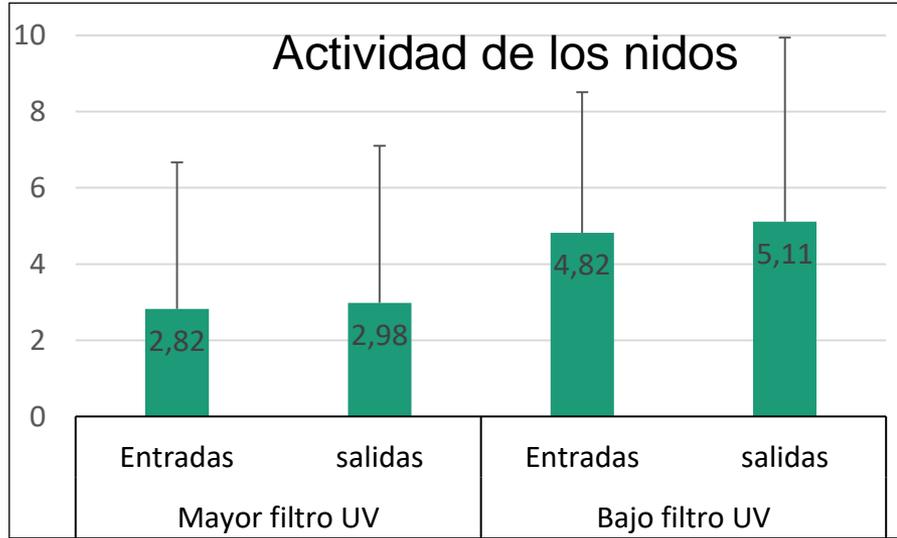
80%

60%





Posibles problemas de orientación



• Situación de polinizadores – producción → Conservación

Plantea la necesidad de:

- conocer la biología y comportamiento de polinizadores alternativos para potenciar sus beneficios.
- diagramar programas de conservación poniendo énfasis en espacios agroecológicos con paisajes heterogéneos y prácticas de manejos menos intensivas.
- Toma de decisiones al definir estrategias de manejo se basen en los conocimientos de la investigación aplicada y básica.



