

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 green center. The background is a blurred green, suggesting foliage.

# **Biología del comportamiento en la producción agrícola**

**Sheena Salvarrey**

**ssalvarrey@fcien.edu.uy**

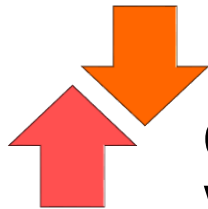
**Curso Biología del Comportamiento  
2023**



# 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.



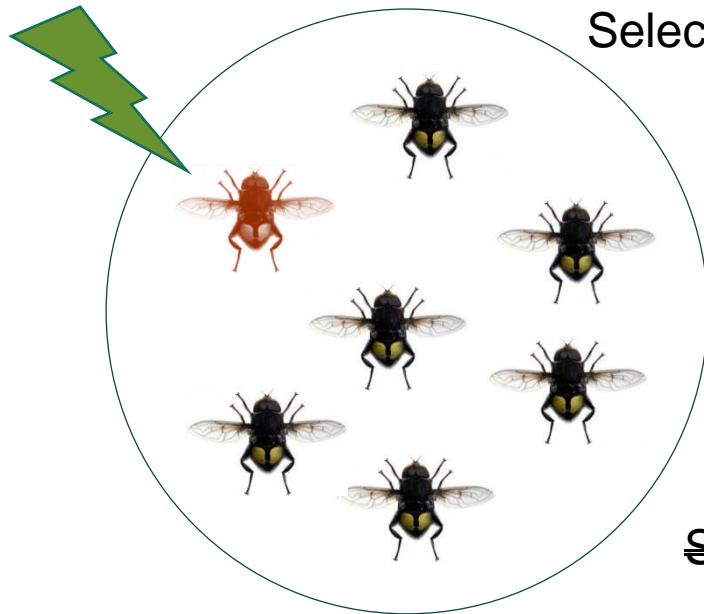
# Protección vegetal → Control de plagas

- 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).



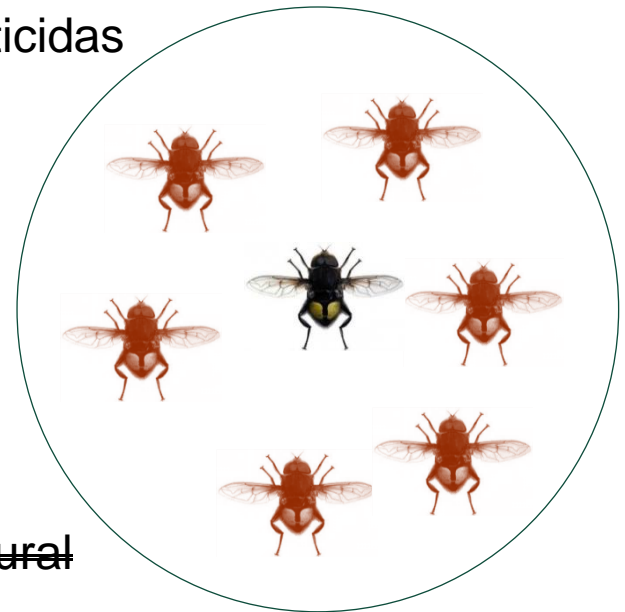
Nuevo comportamiento



Selección por pesticidas



~~Selección natural~~



# Protección vegetal

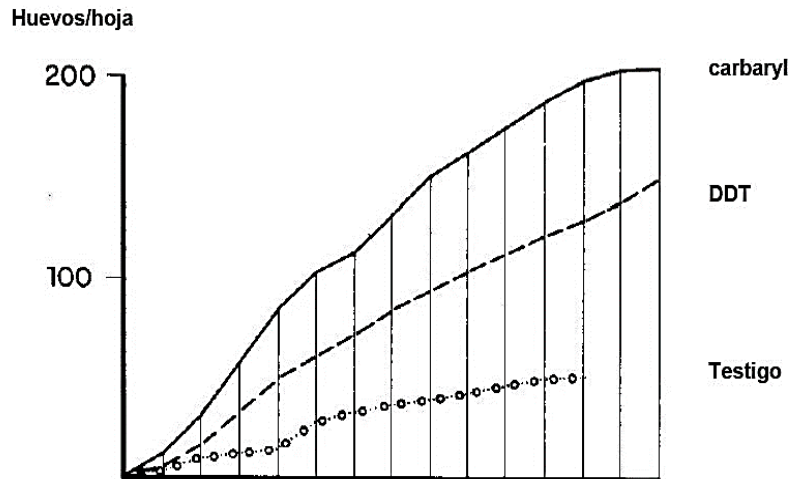


Figura 13:7 Efecto del Carbaryl y el DDT aplicados en el follaje de vid en el incremento de la fecundidad de la araña roja *Tetranychus telarius*. Chaboussou, 1966.

Baddi *et al.* 2007

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

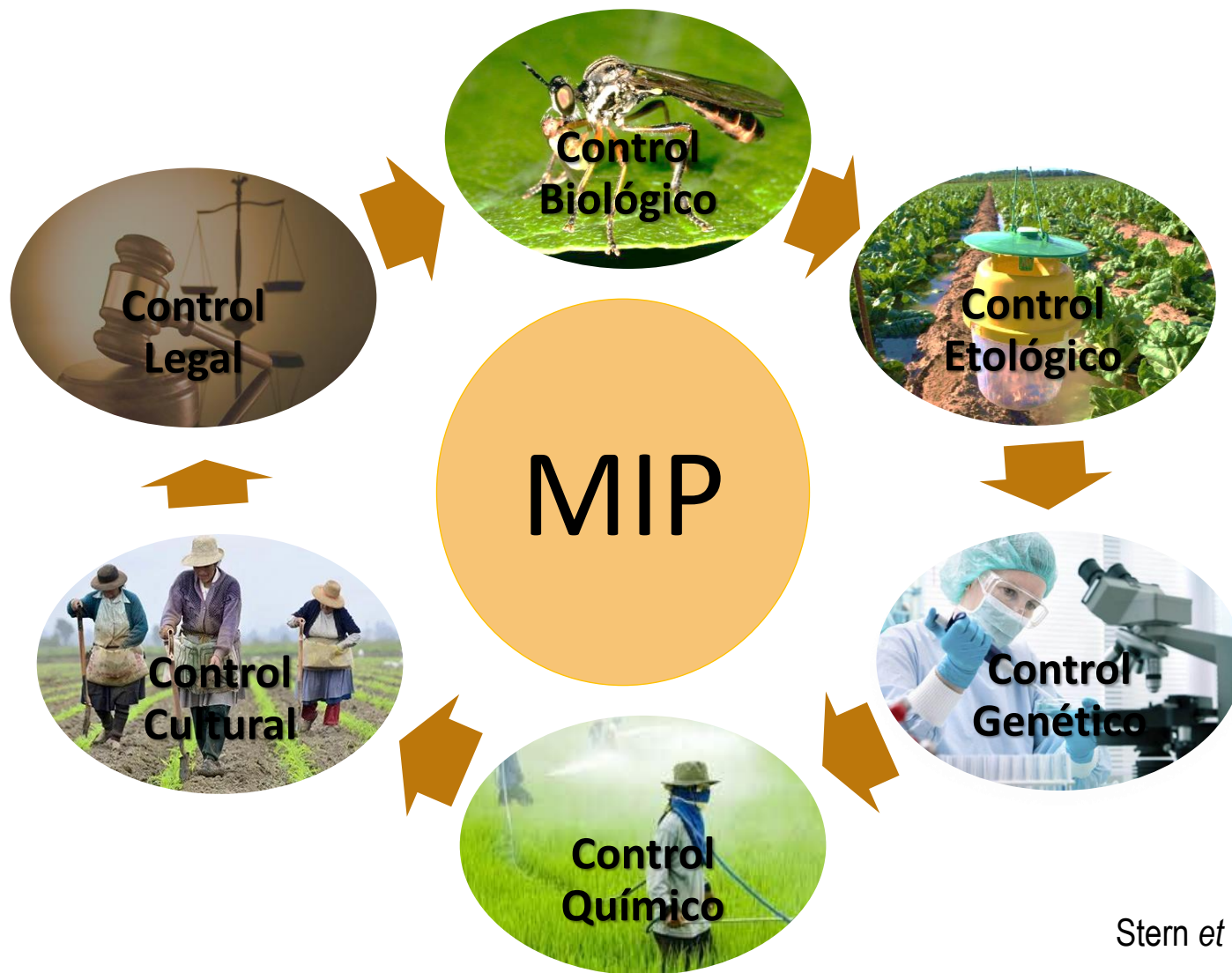
## Consecuencias:

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



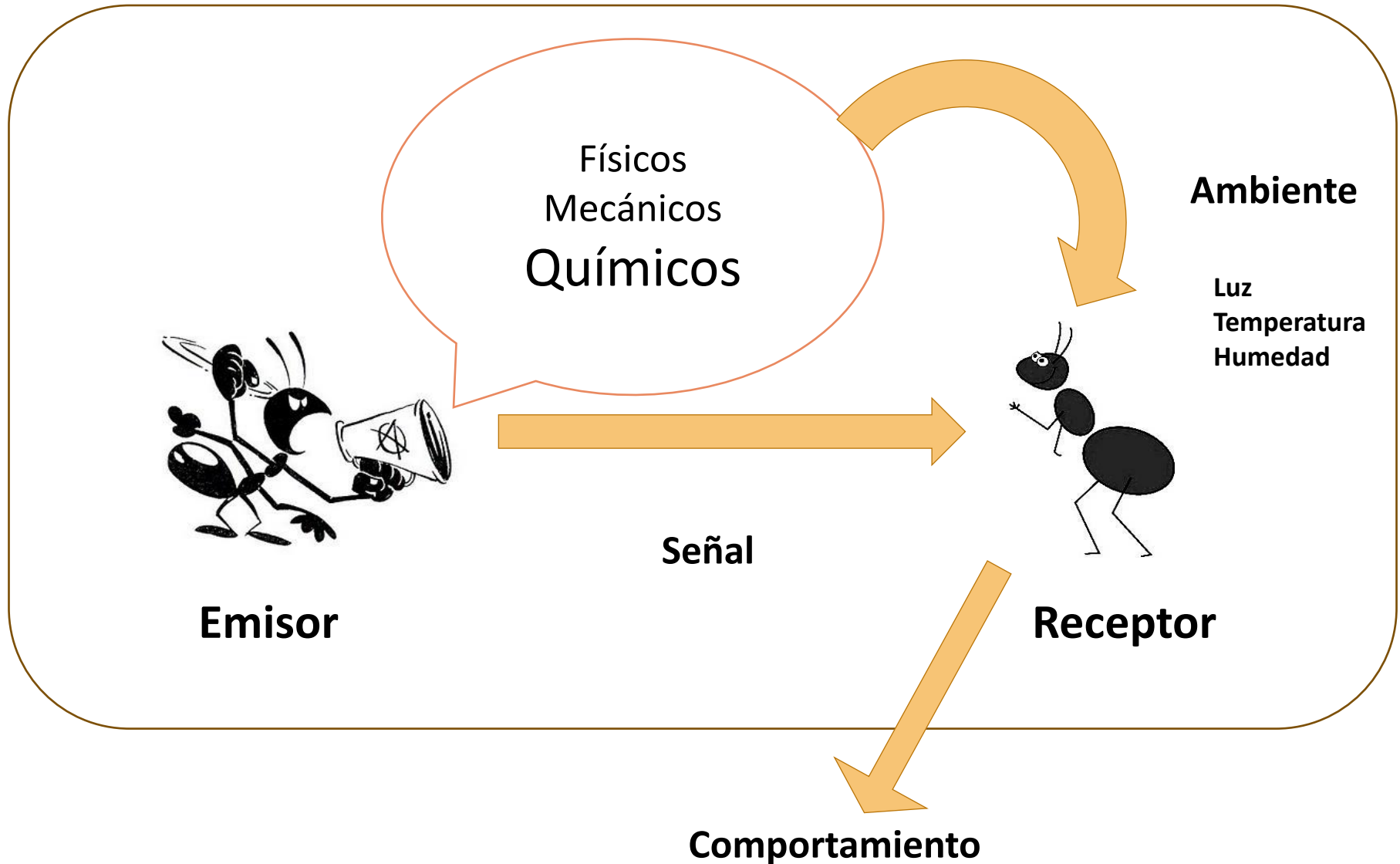
# Manejo Integrado de Plagas (MIP)

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

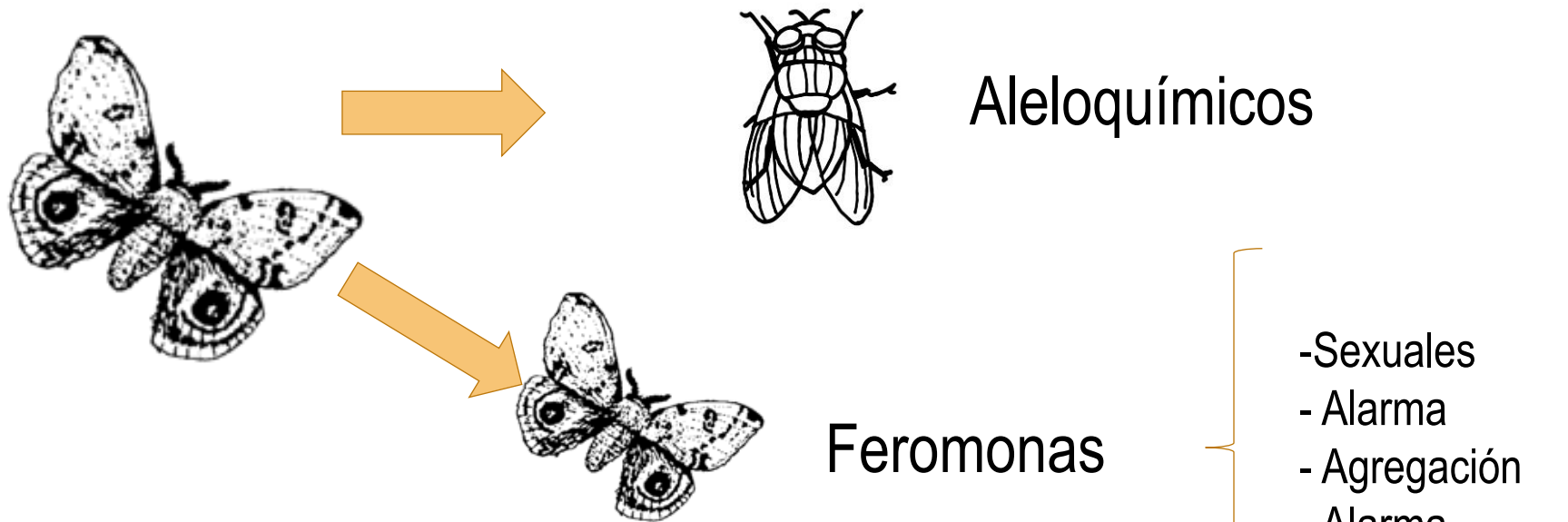
El insecto y su entorno...





# 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

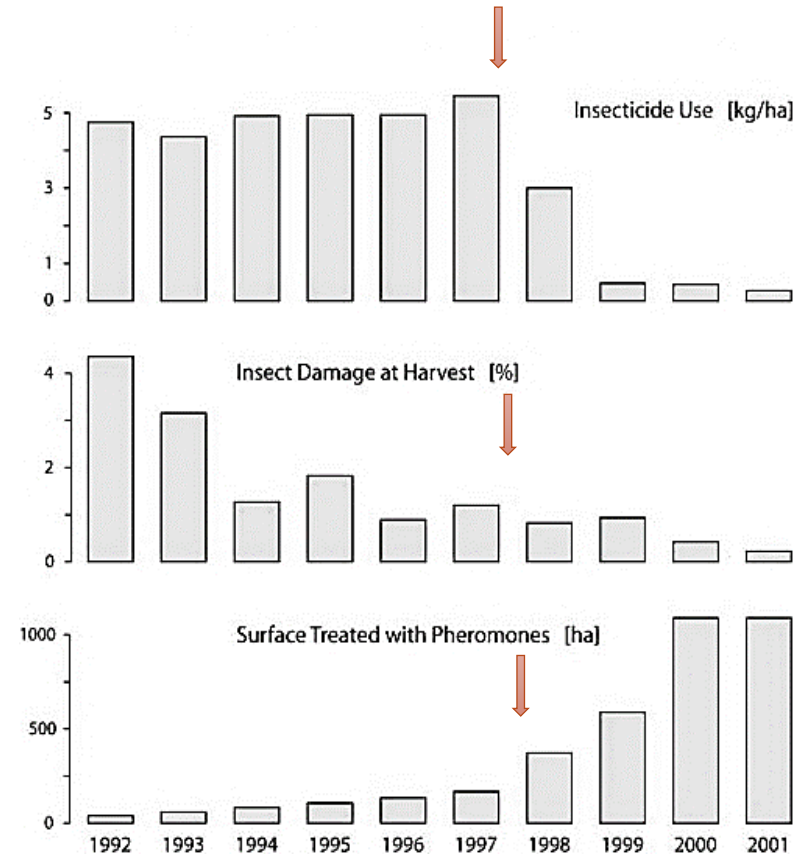
Son especie-específicos

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

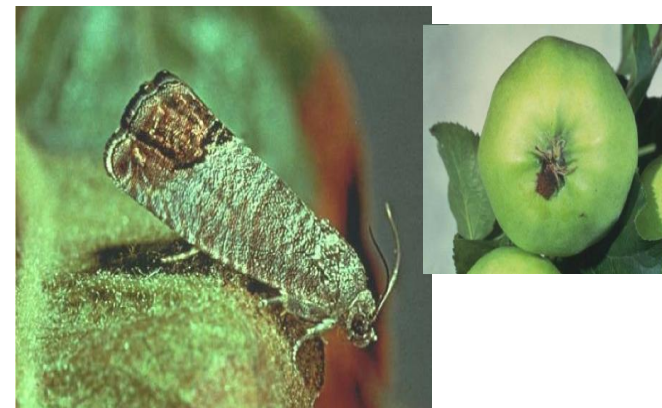
# Uso de feromonas en Uruguay

**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



*Ceratitis capitata*

*Anastrepha fraterculus*



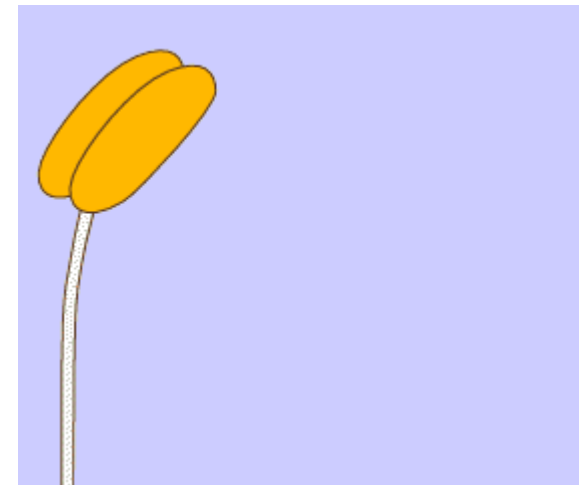
Producción vegetal



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

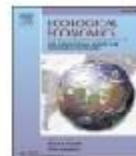
Ecological Economics 196 (2022) 107395



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

**Ecological Economics**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecocon](https://www.elsevier.com/locate/ecocon)



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

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

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*

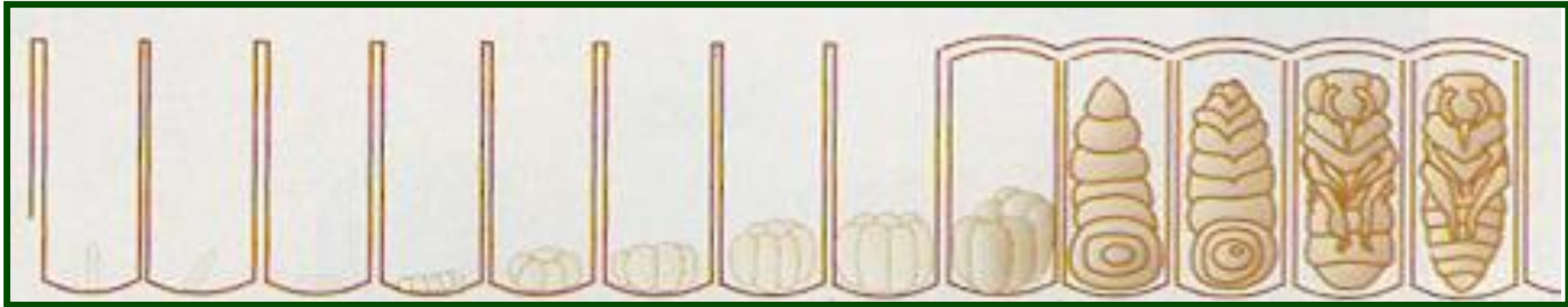
- Baja densidad de colmenas.
- Poco uso de agroquímicos.
- Uso reciente de acaricidas.
- Acaros susceptibles a acaricidas



# 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%

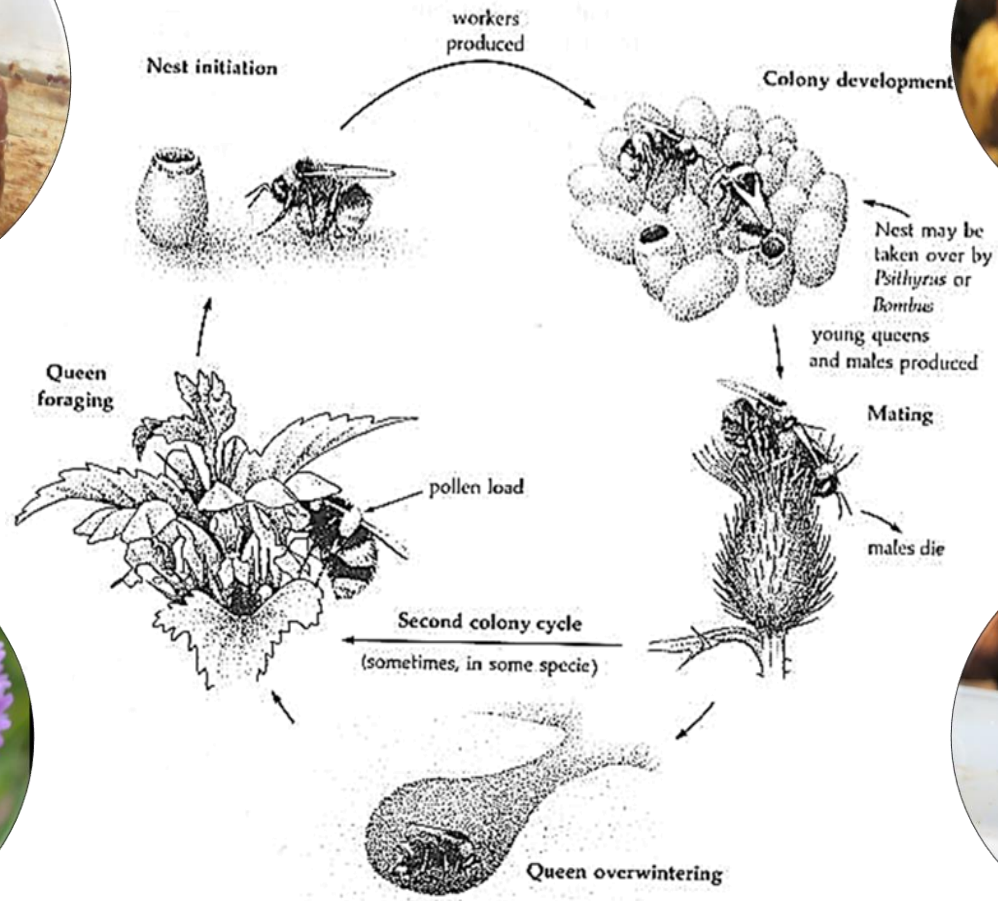
1,7 ± 1,5%

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*

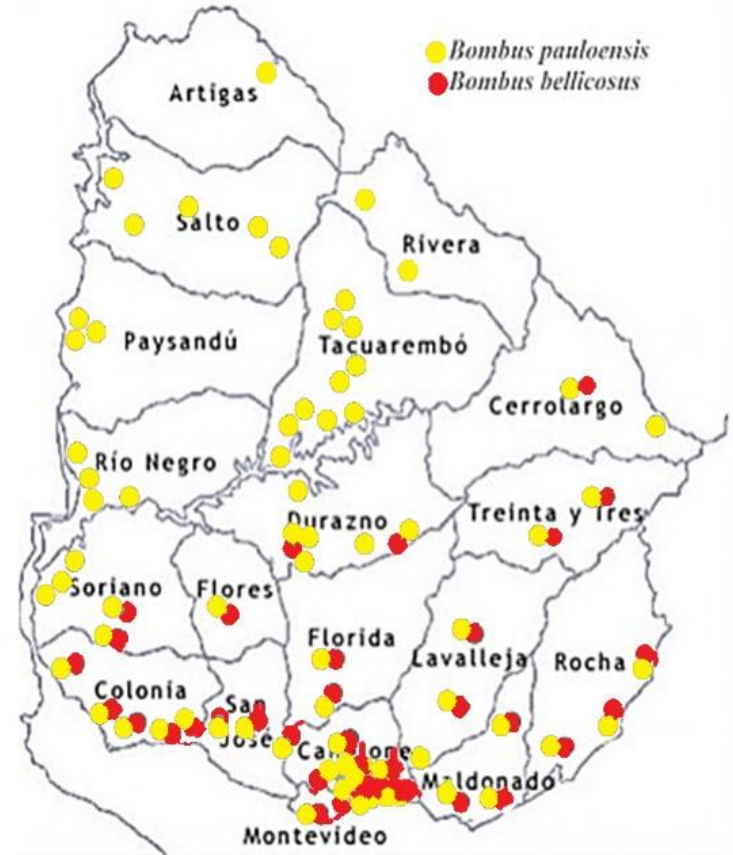


Forma flavínica



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

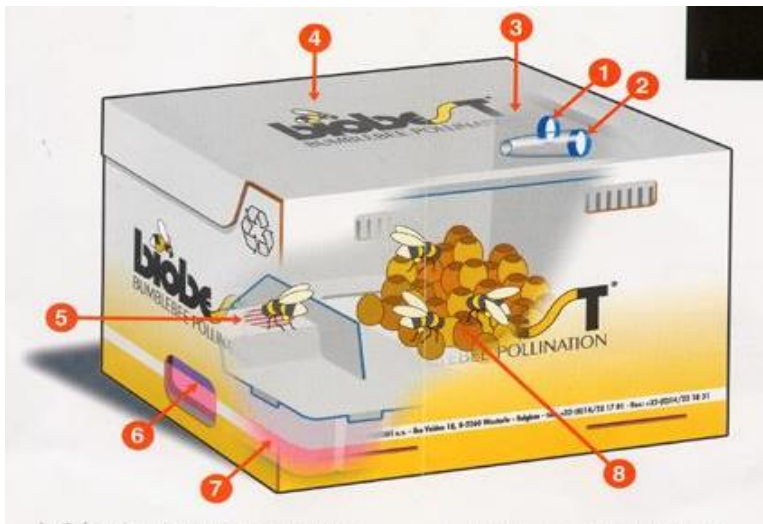


## Cría artificial de abejorros nativos *Bombus atratus* y *Bombus bellicosus* (Hymenoptera, Apidae)

Salvarrey Sheena<sup>1</sup>, Arbulo Natalia<sup>2</sup>, Santos Estela<sup>1</sup>, Invernizzi Ciro<sup>1</sup>

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

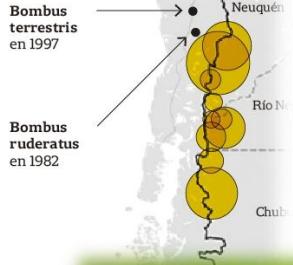
<sup>2</sup>Centro Universitario de la Región Este, Sede Rocha. Rincón esquina Florencio Sánchez, 27000, Rocha, Uruguay.





Las zonas afectadas por los abejorros exóticos

**Distribución de las especies introducidas en Chile**



Distribución histórica de la especie autóctona en Chile. Ejemplares fuera de su 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*.



# EL ABEJORRO CHILENO TIENE SUS HORAS CONTADAS

El abejorro invasor...

**LAS TRES**

*Bombus terrestris*...



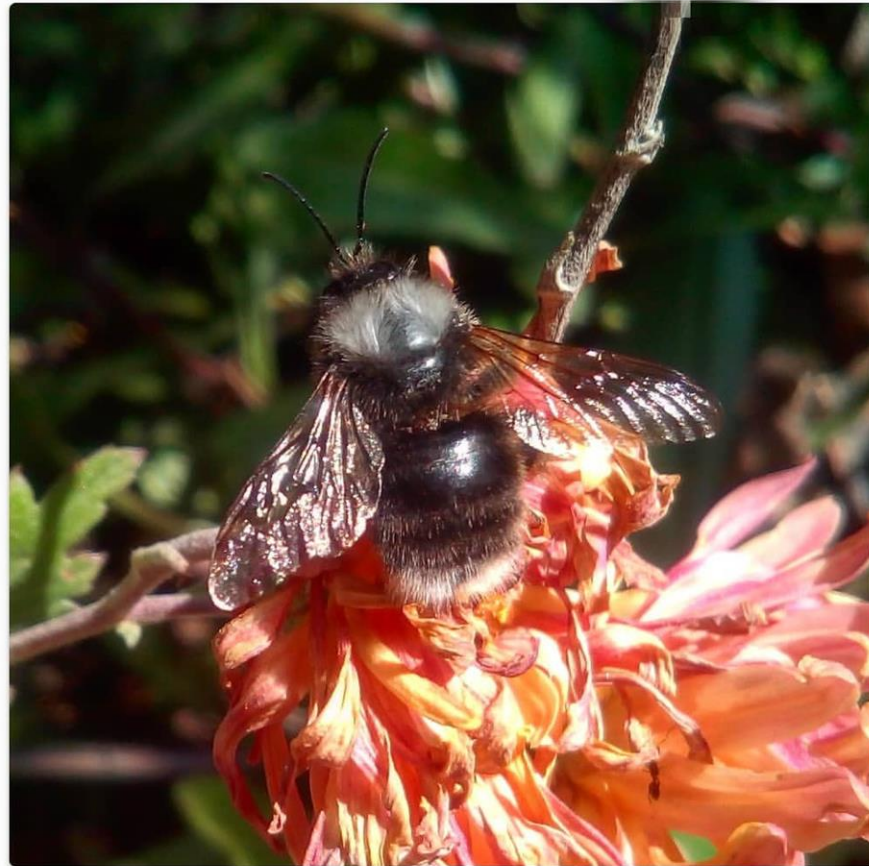
Fuente: Marcel...

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

LATOPCBA Domingo 13 de diciembre de 2013

Sociedad

El MostradorEl Mostrador / by El Mostrador / 10



O gro

olor las

Ingeniero...



...hasta que es... Puede visitar en... entre 10 y 14 flores... -lice 01 23 44

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

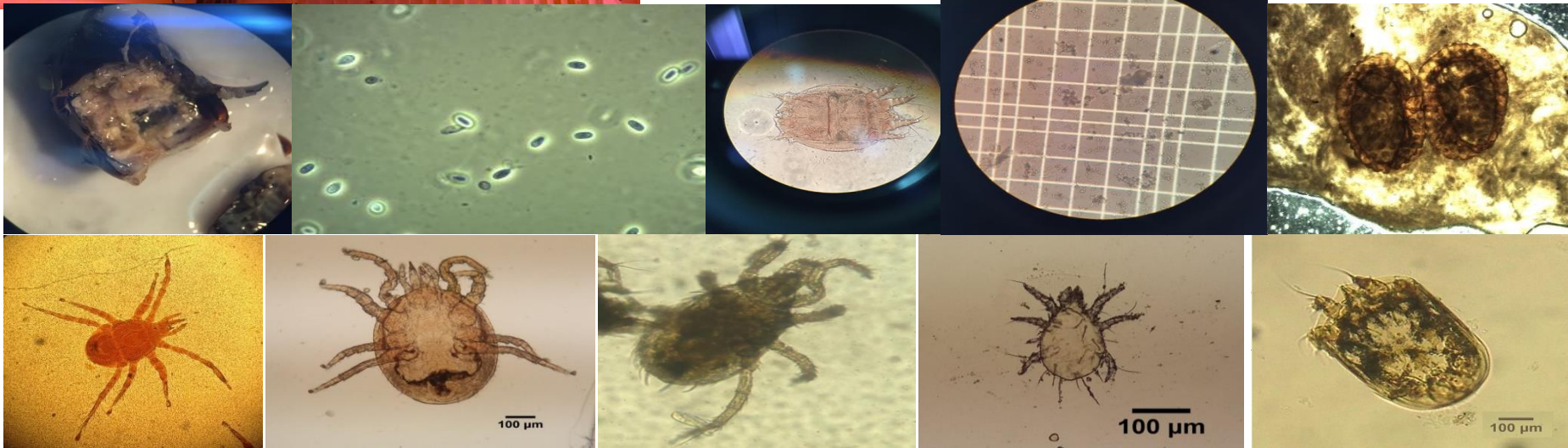


**PLOS ONE**

## 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>



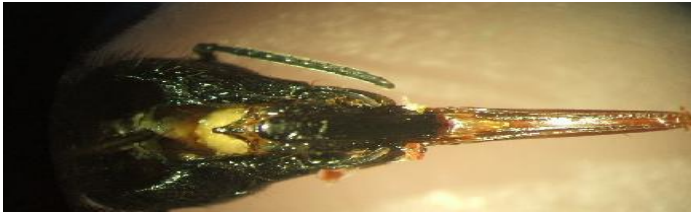
# Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)



- 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*)



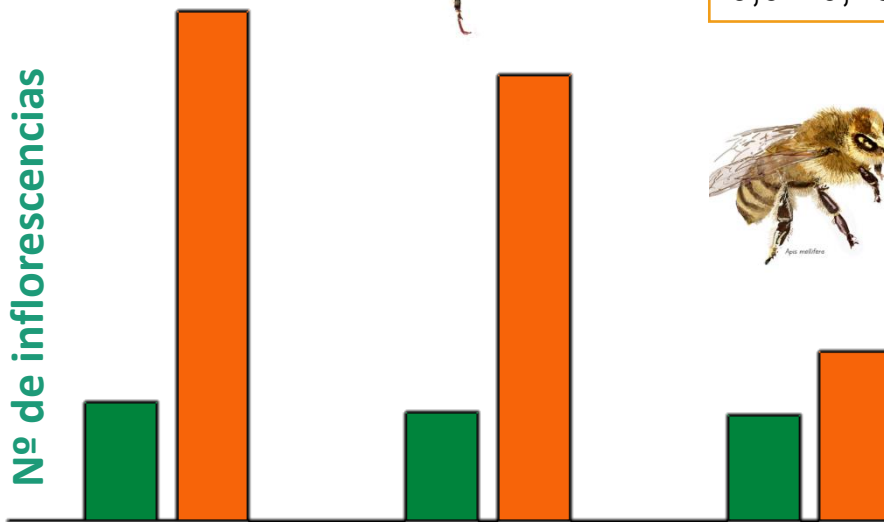
Arbulo *et al.*, 2011

8,4 ± 0,65 mm

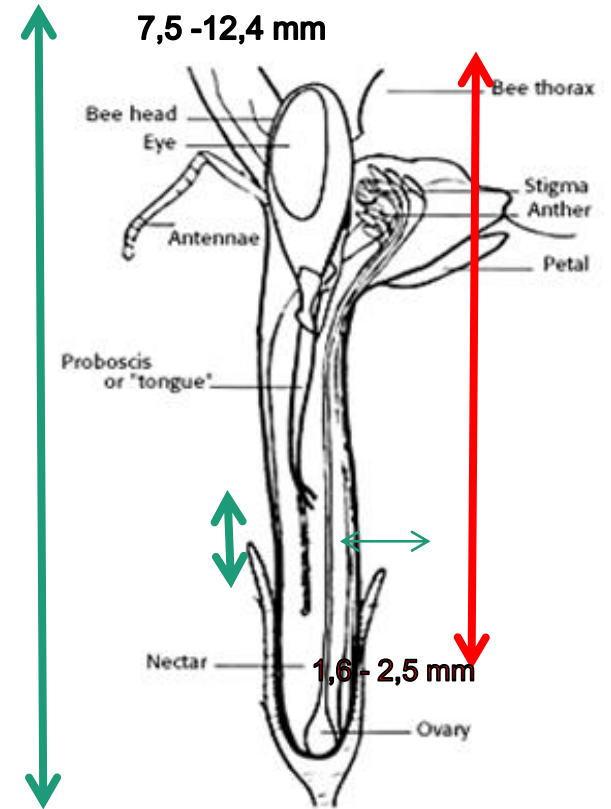
7,9 ± 0,79 mm

5,9 - 6,25 mm

Nº de flores  
Nº de inflorescencias



Salvarrey, 2012



Neotropical Entomology

ISSN: 1519-566X

journal homepage: [www.scielo.br/ne](http://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)

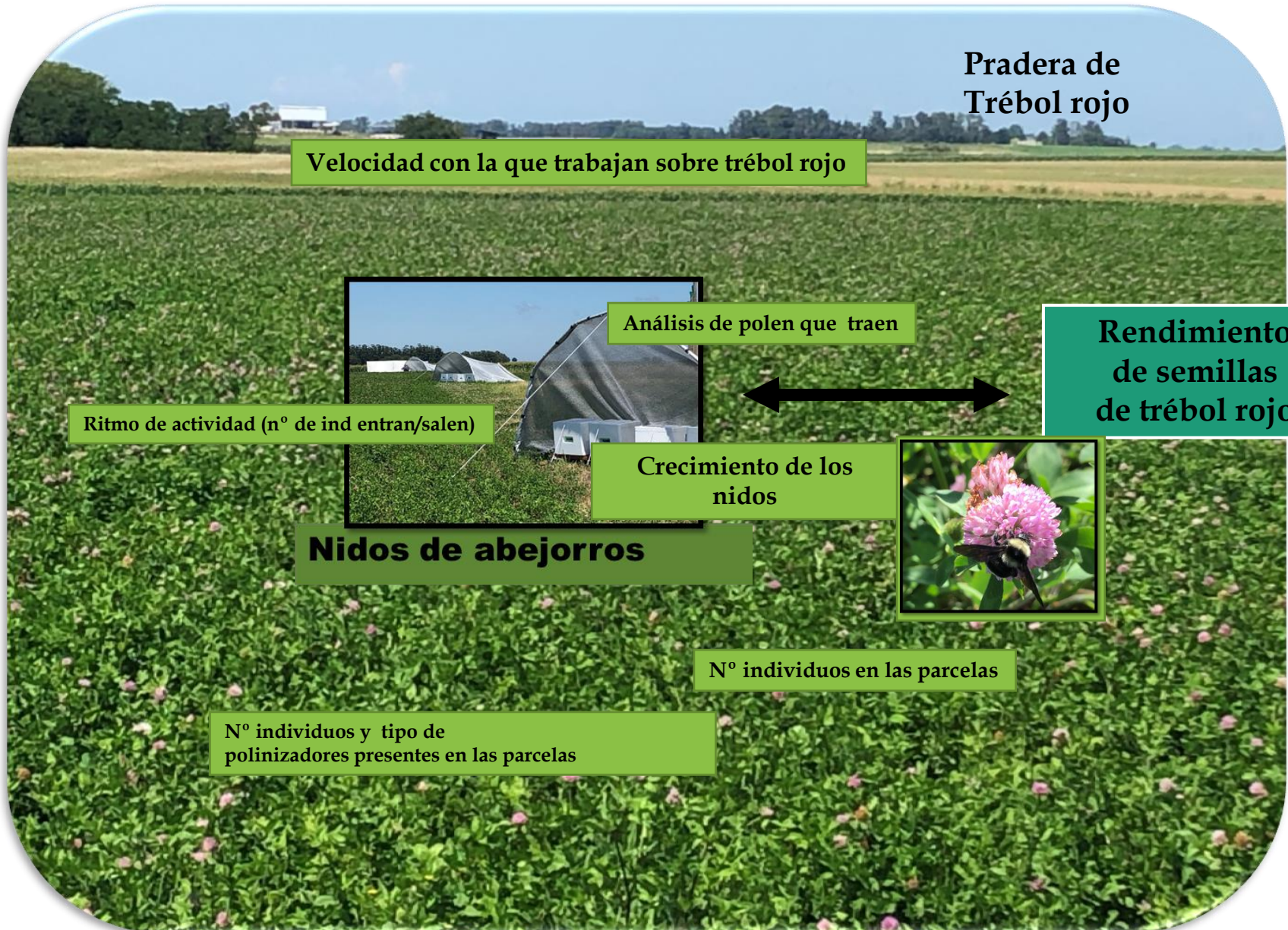
N ARBULO, E SANTOS, S SALVARREY, C INVERNIZZI

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





# Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)



Pradera de Trébol rojo

Velocidad con la que trabajan sobre trébol rojo



Análisis de polen que traen

Rendimiento de semillas de trébol rojo



Ritmo de actividad (n° de ind entran/salen)

Crecimiento de los nidos



Nidos de abejorros

N° individuos en las parcelas

N° individuos y tipo de polinizadores presentes en las parcelas



# Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)



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



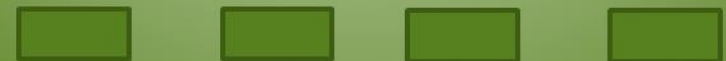
**Nidos de abejorros**



10 metros



80 metros



160 metros



# Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

## Actividad sobre el semillero



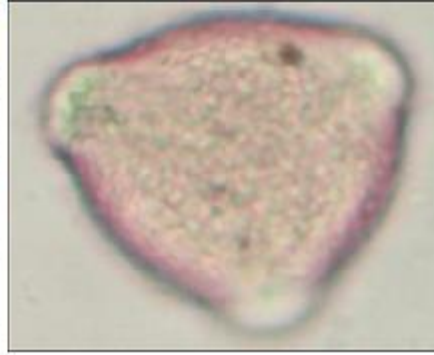
## Actividad de los nidos





# Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

## Análisis palinológicos



## Análisis de semillas







# Evolución de los nidos

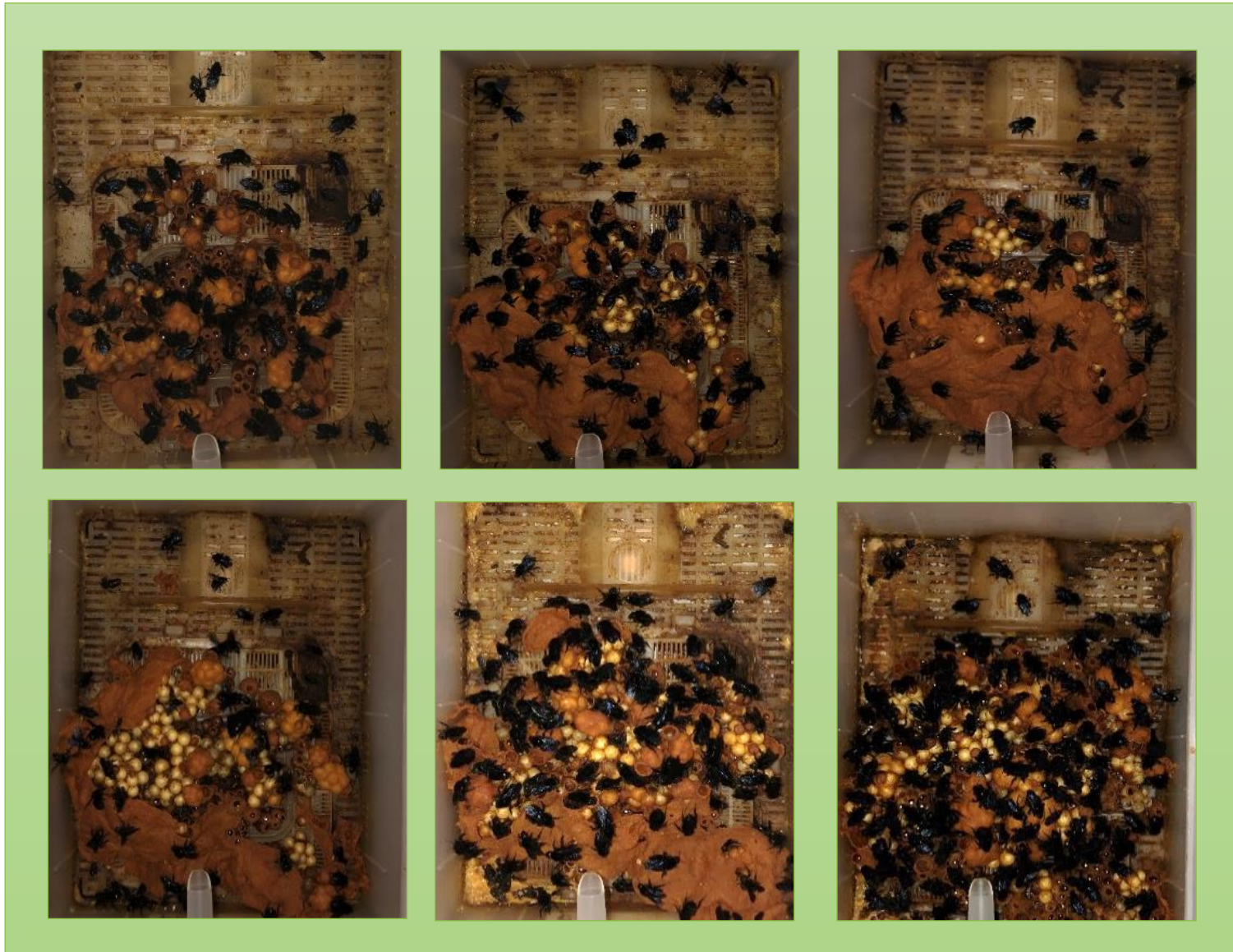
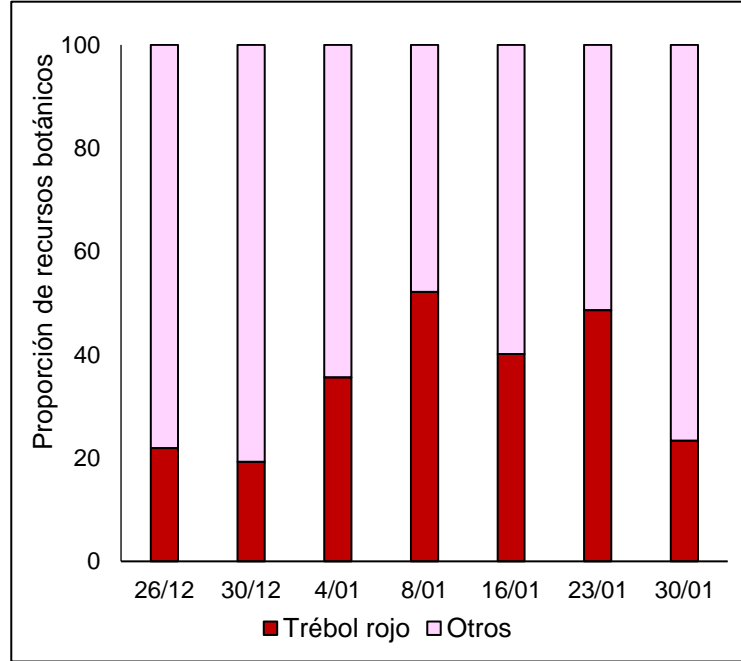
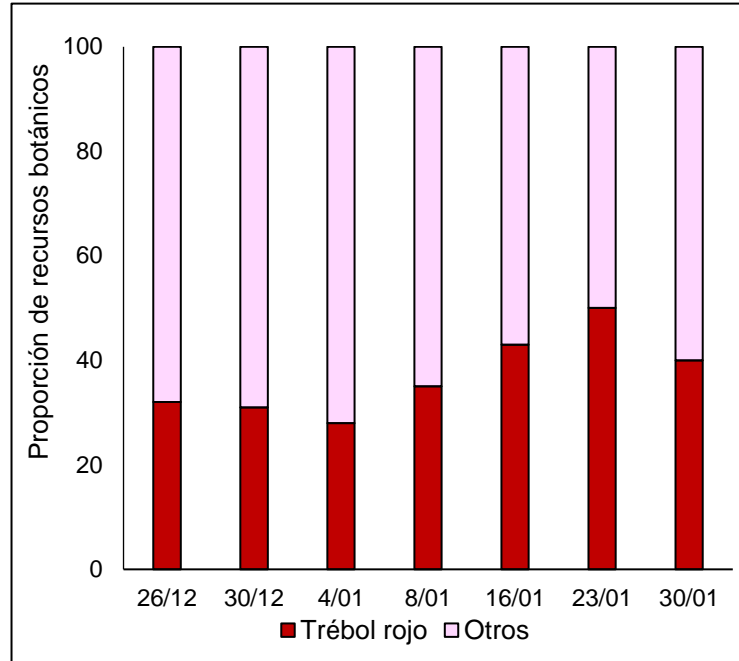


Image J

# 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**



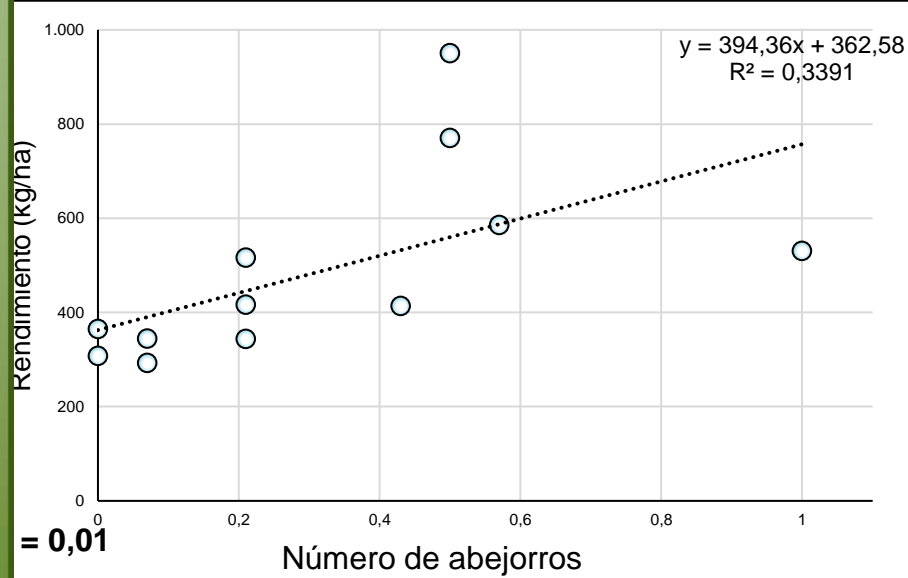
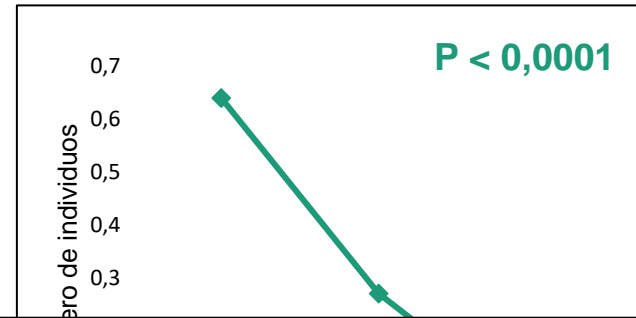
10 metros



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

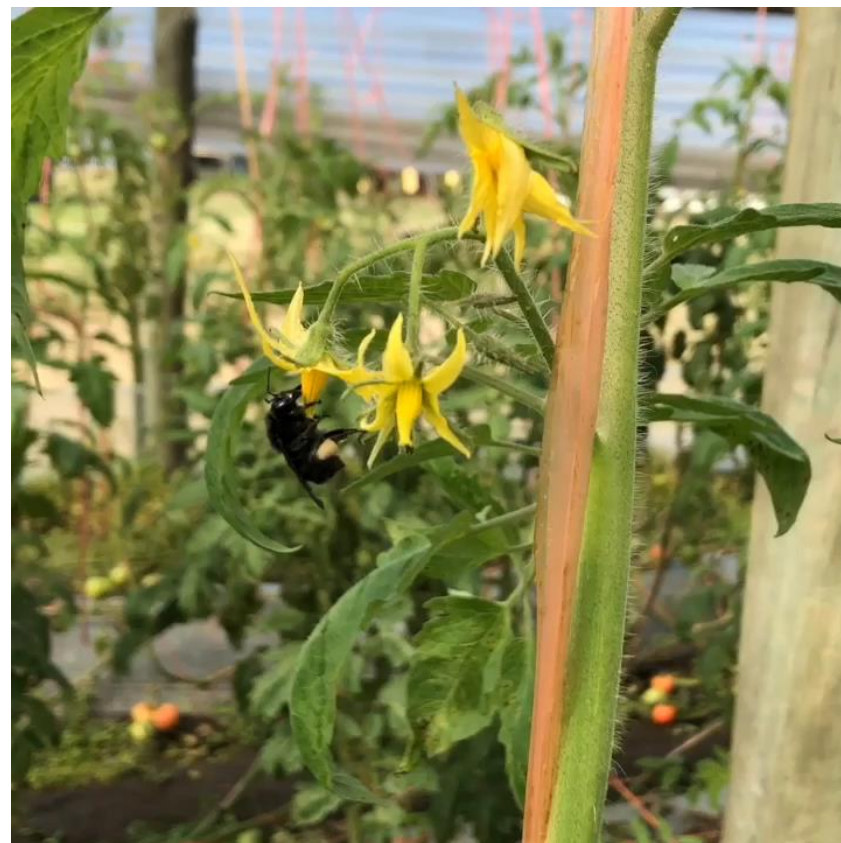
Instalación de las colonias.





# POLINIZACIÓN EN TOMATE

Tratamiento1:  
flores visitadas por abejorros







# POLINIZACIÓN EN TOMATE

Tratamiento 2:  
flores aisladas de polinizadores



Tratamiento 3:  
flores tratadas con hormona





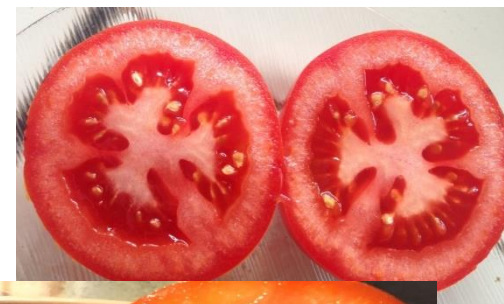
# POLINIZACIÓN EN TOMATE

## 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

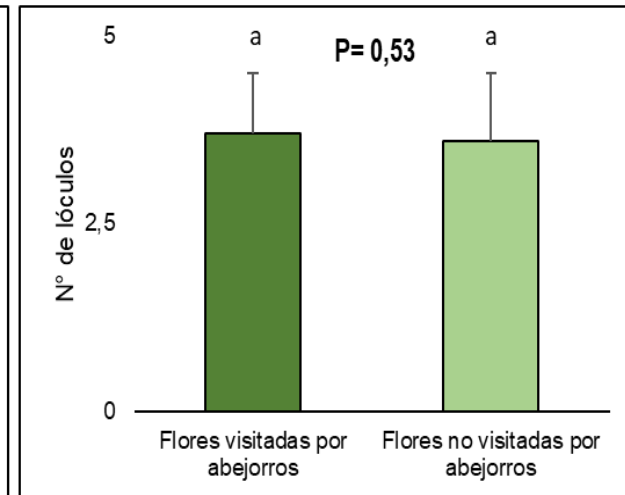
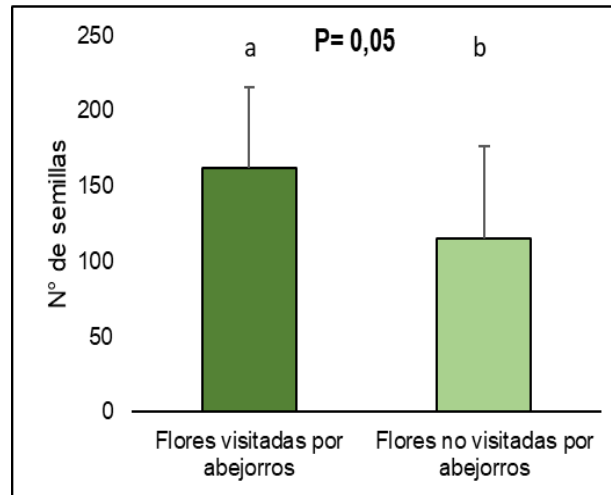
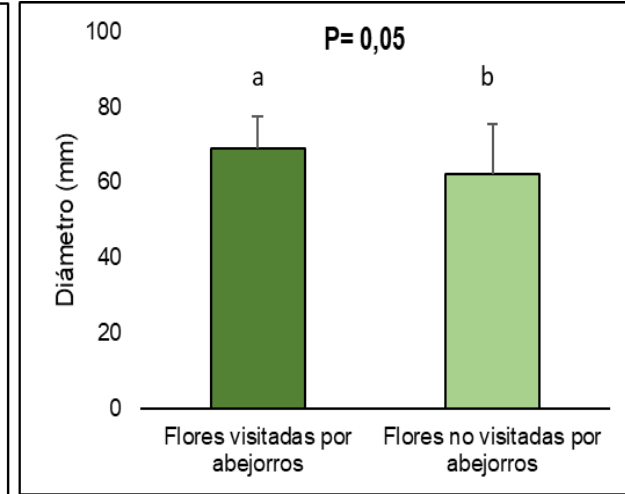
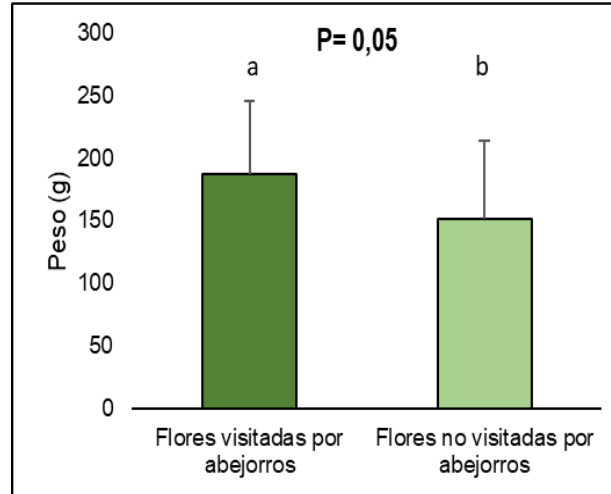
Porcentaje de cuajado:

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:

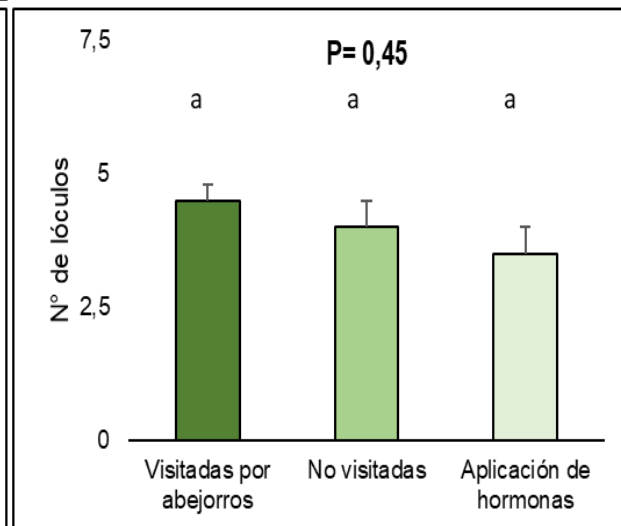
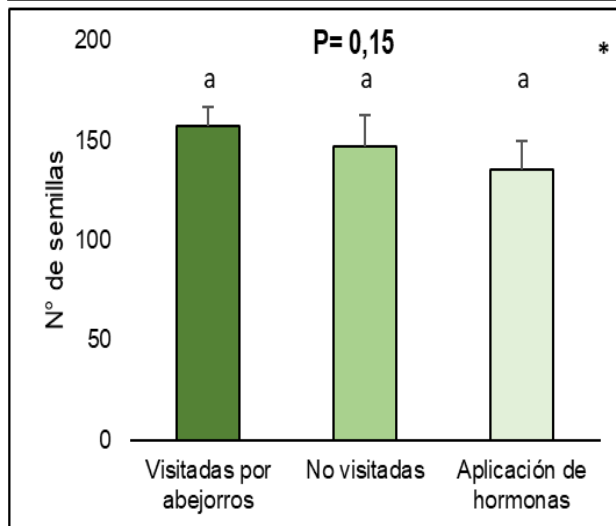
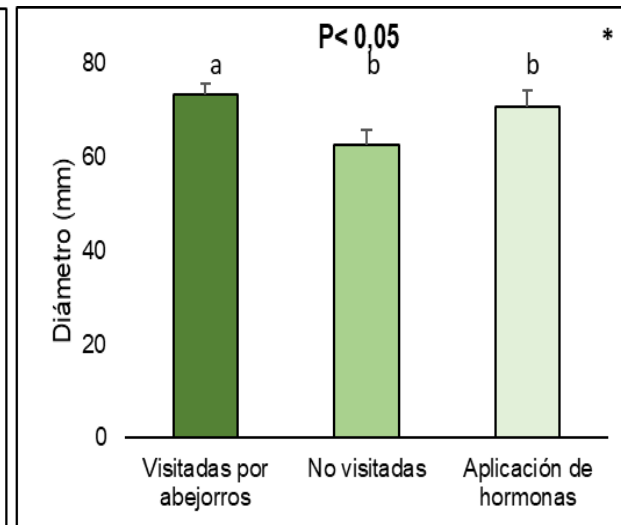
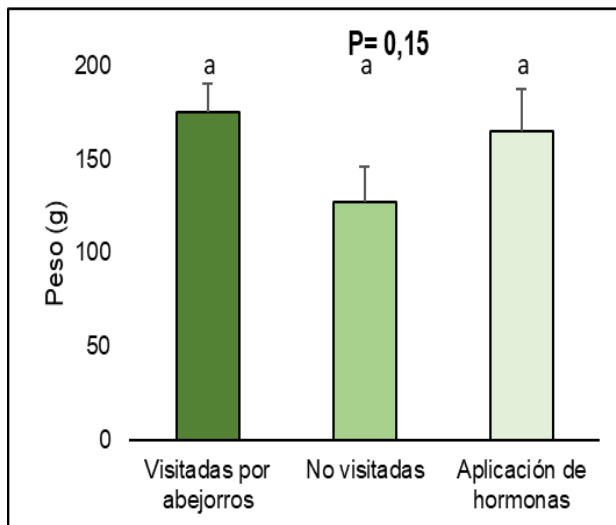
Visitadas 100,0 %

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:

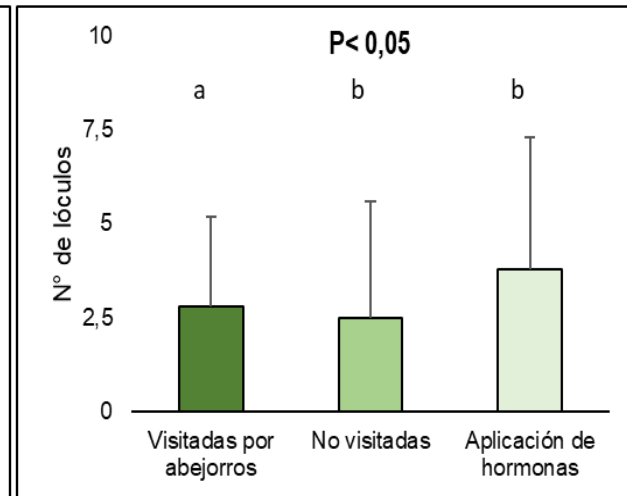
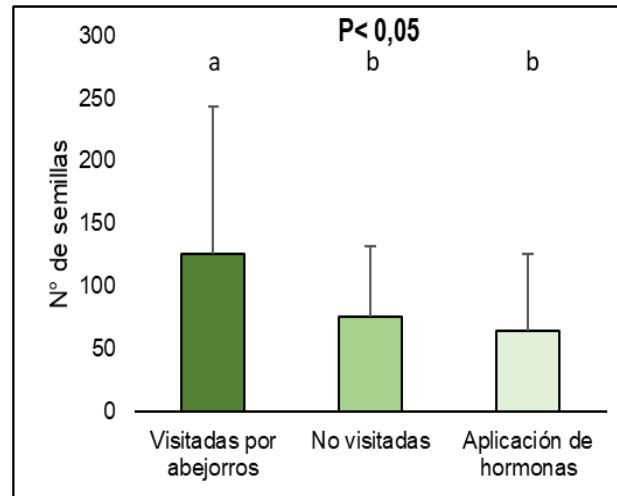
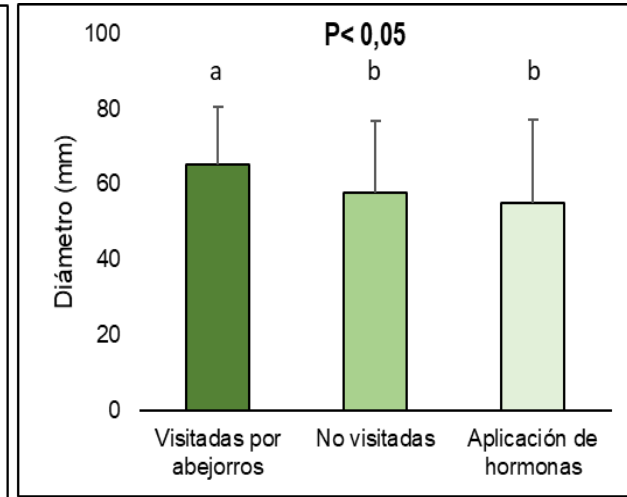
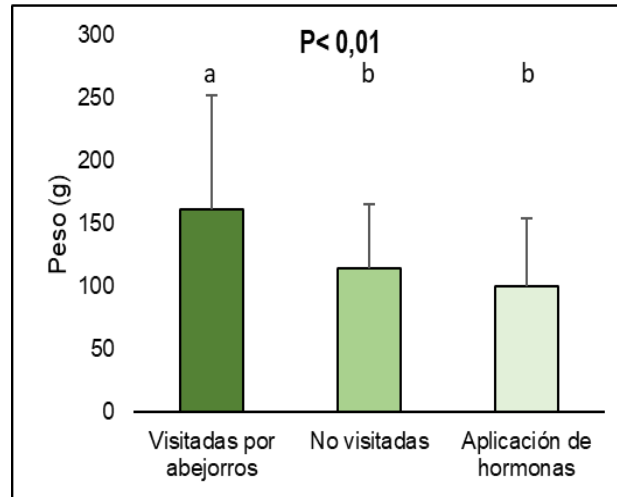
Visitadas 73,3 %

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

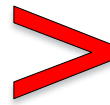
Salvarrey S, Santos E, Arbulo N, Giménez G, Invernizzi C



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

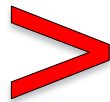


Peso 30 %  
**Diámetro 65%**  
Nº de semilla 10%



## APLICACIÓN DE HORMONA

Peso 60 %  
**Diámetro 18%**  
Nº de semilla 94%





**Problemas de orientación ?**



# Posibles problemas de orientación



Diferentes filtros UV

80%

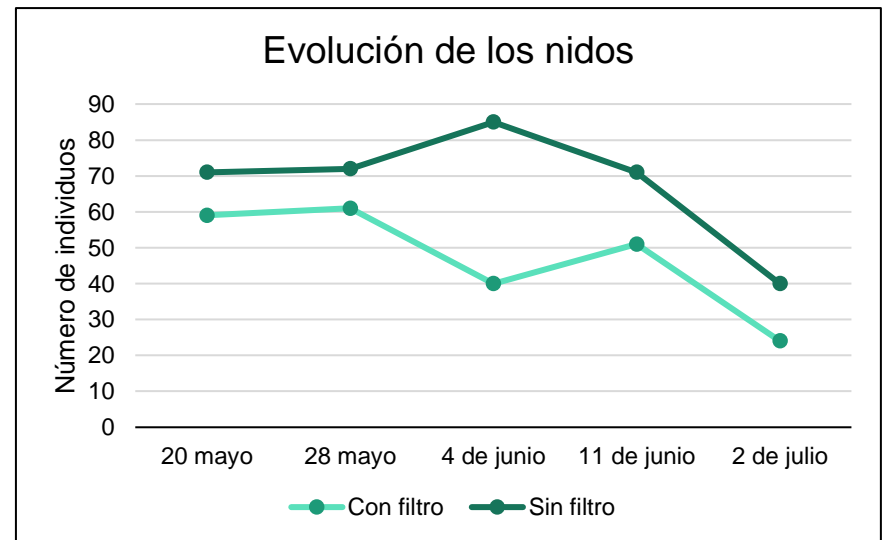
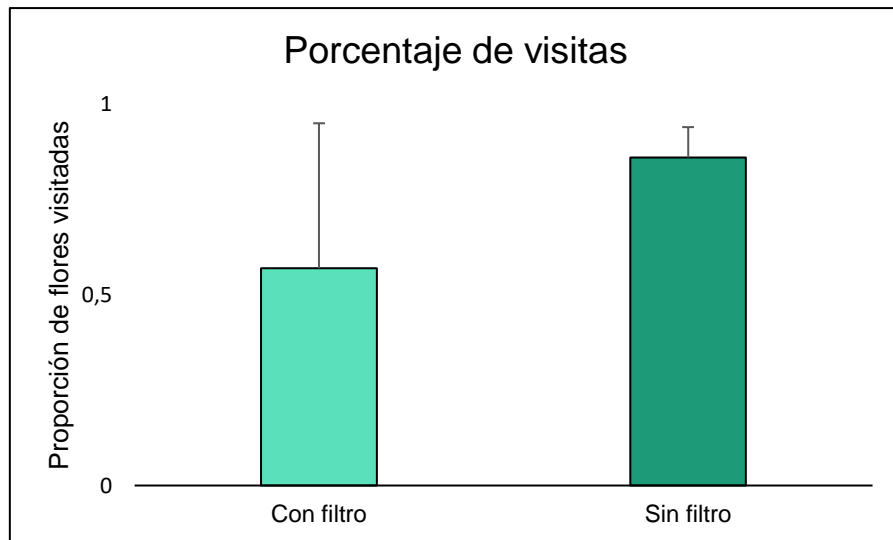
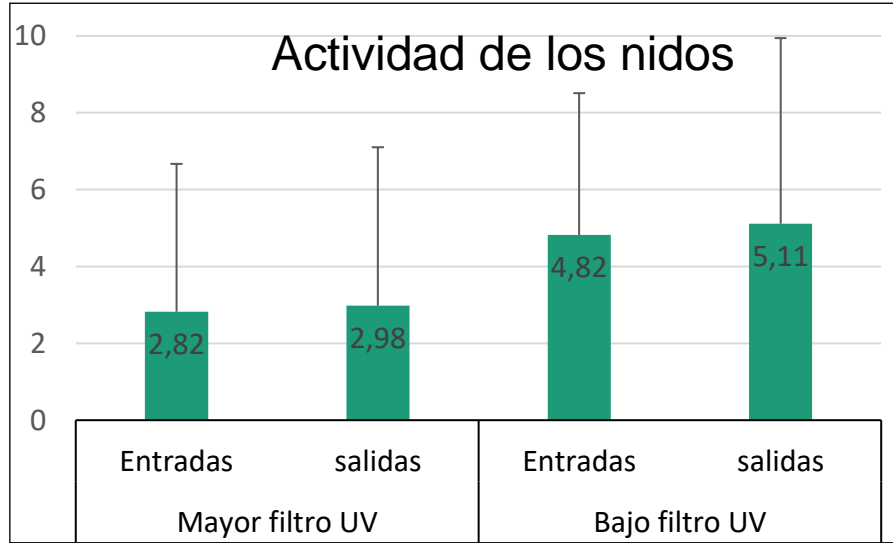
60%







# 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.



