



Importancia de los abejorros en la polinización

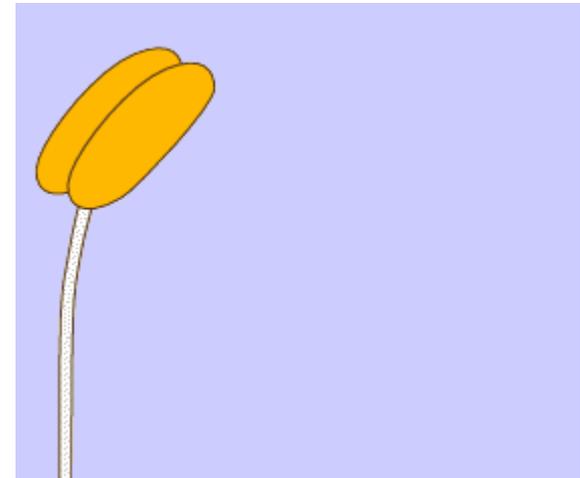
Sheena Salvarrey

ssalvarrey@fcien.edu.uy

Curso Principio Biología Animal 2023

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

Abióticos

Viento



Agua



Bióticos

Mamíferos



Aves



INSECTOS



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 90% de las plantas con flor.

Abejas
Orden:
Hymenoptera
Superfamilia:
Apoidea



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



Crisis global de polinizadores

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



Especies exóticas
(competencia, facilitación,
propagación de enfermedades)

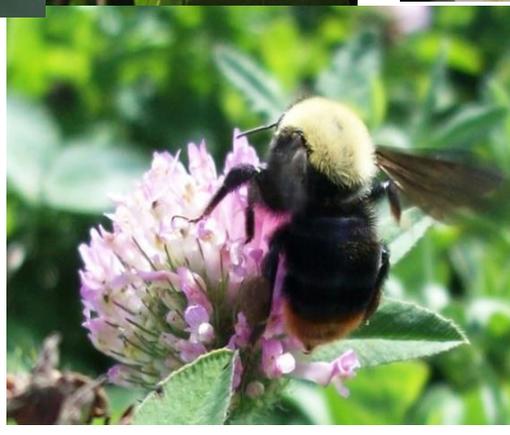
Cambio climático
(desajuste espacial y fenológico)



Efecto de parásitos y patógenos

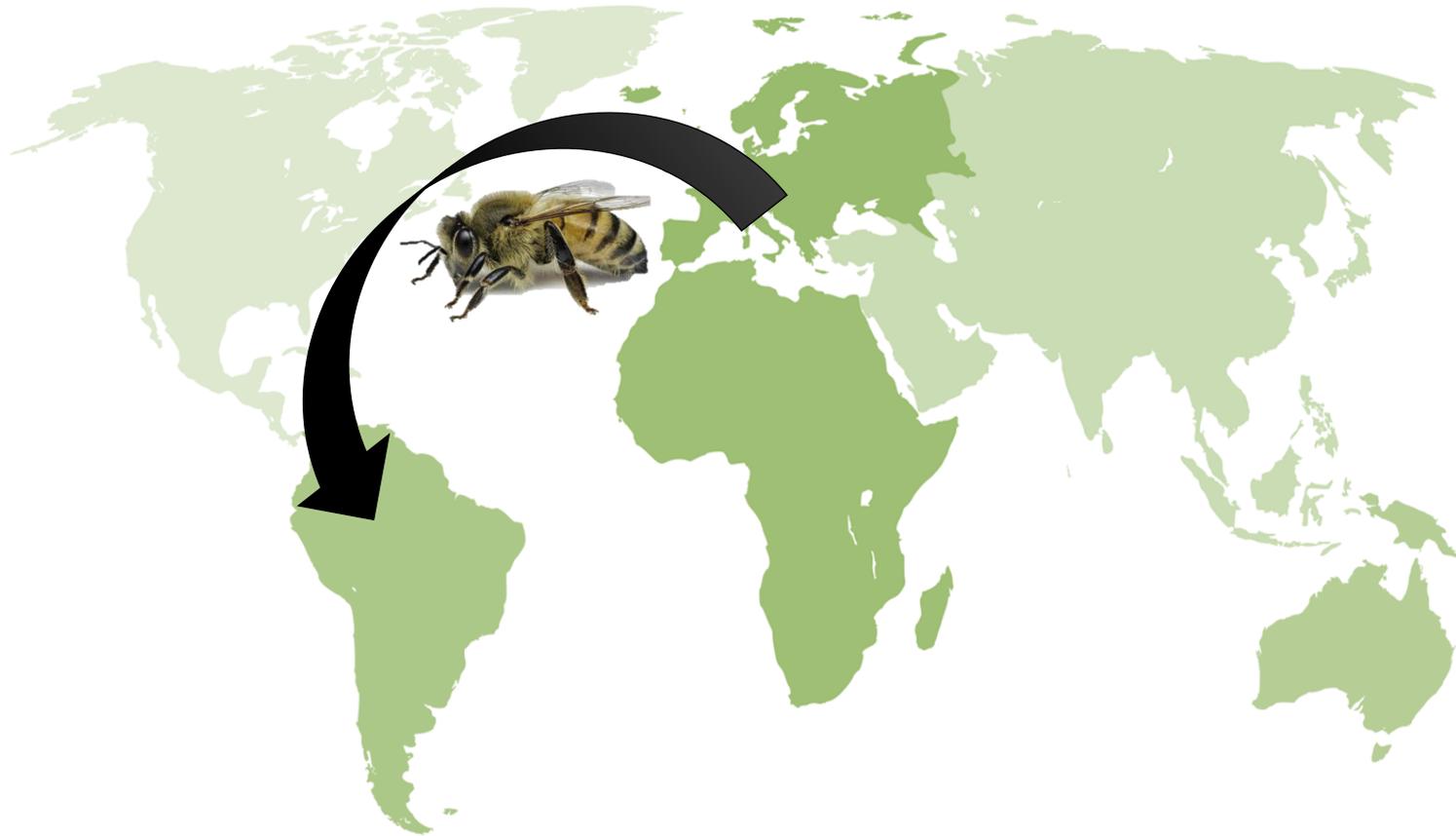


Más de 20.000 especies de abejas



La más conocida es la abeja melífera *Apis mellifera*.

- Es de origen europeo y ha sido introducida en diversas partes del mundo.



Apicultura: manejo de *Apis mellifera*.



- Es manejada por el hombre para la obtención de sus productos (miel, ceras, propóleos, etc).



Apicultura en
URUGUAY

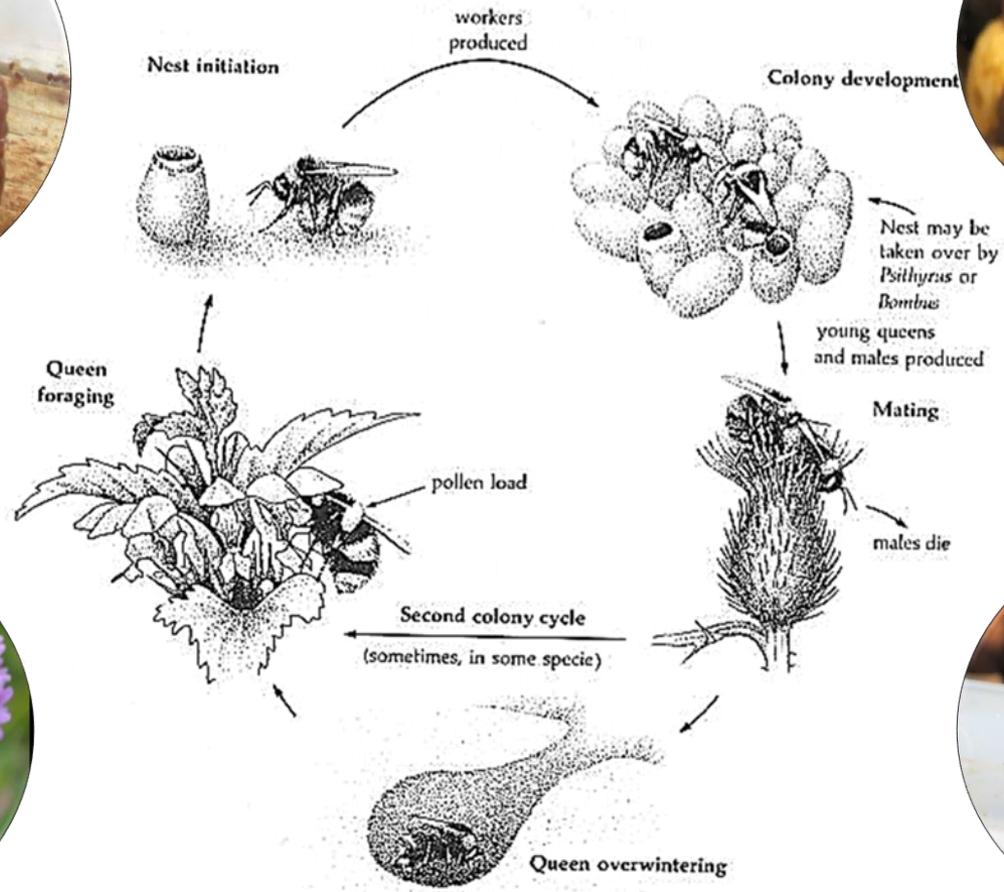
3.170 apicultores

580.000 colmenas

12 toneladas de miel

BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO

Abejorros (*Bombus sp.*)



Lugares de anidación de 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

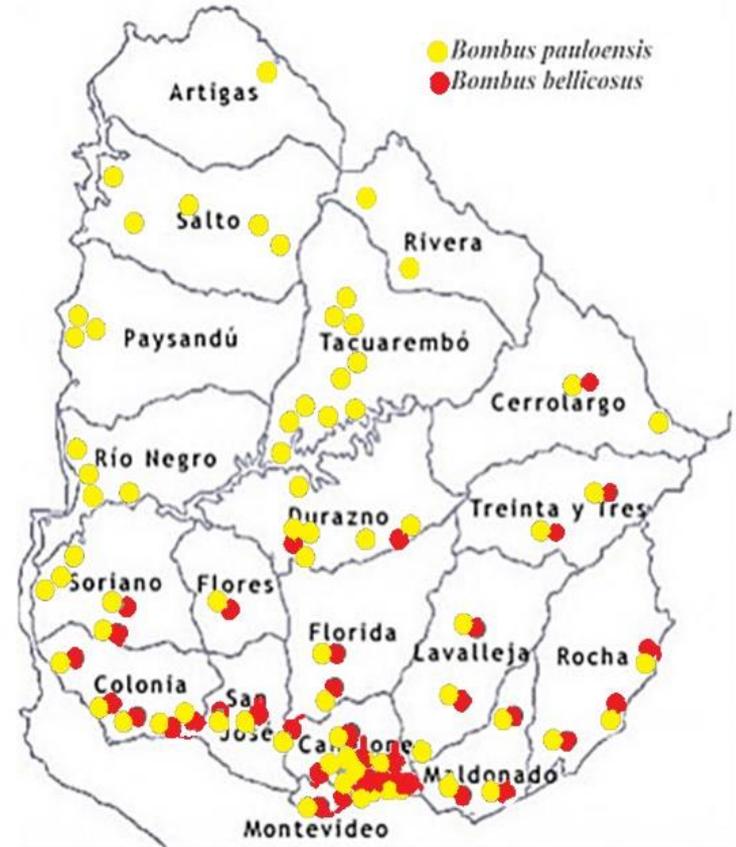


Forma flavínica



Forma melánica

Bombus bellicosus



Tomado de Santos *et al.*, 2017



Domesticación de abejorros

Siglo XX

Siglo XXI

Comienzo de la cría artificial de abejorros

Mejoramiento de la técnica de cría

Cría a gran escala y comercialización de colonias

Introducción de especies de abejorros a nuevos países.

Desarrollo de la técnica de cría de especies sudamericanas.

Utilización de colonias comerciales

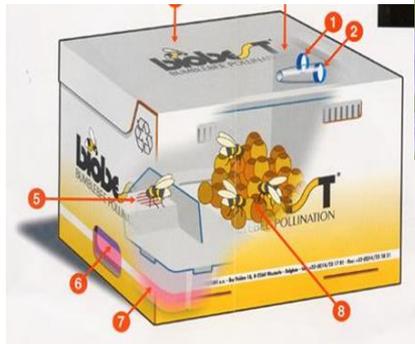
Sladen, 1912.

Velthuis & Van Door, 2006.

Ruz, 2002.

Estay *et al.*, 2001.

Gennari *et al.*, 2012.



Agrociencia Uruguay - Volumen 17 2:75-82 - julio/diciembre 2013

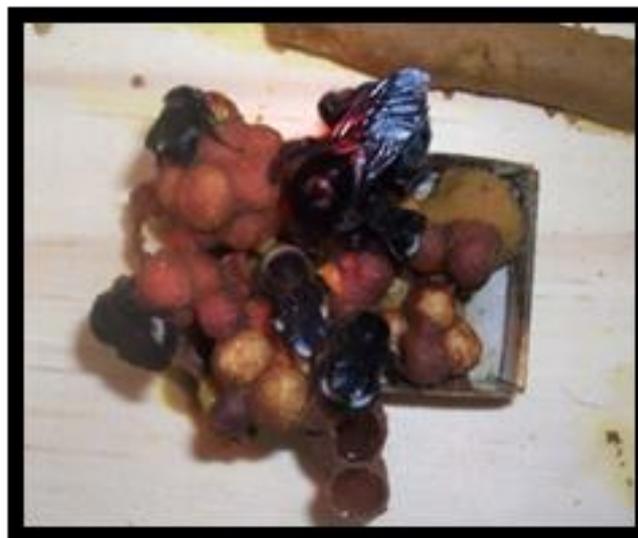
75

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

Salvarrey Sheena¹, Arbuló Natalia², Santos Estela¹, Invernizzi Ciro¹



Domesticación de abejorros

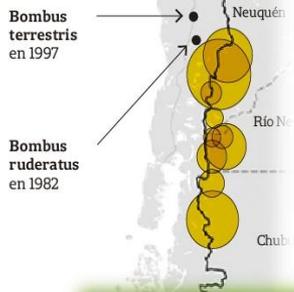


Perspectivas:



**Obtención de
colonias de
abejorros:
30-35 %**

Distribución de las especies introducidas en Chile



Distribución histórica en INTRODUCIDOS. Ejemplares fueron 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



EL ABEJORRO CHILENO TIENE SUS HORAS CONTADAS

El abejorro invasor...
El abejorro invasor...

LAS TR

Bombus ruderatus

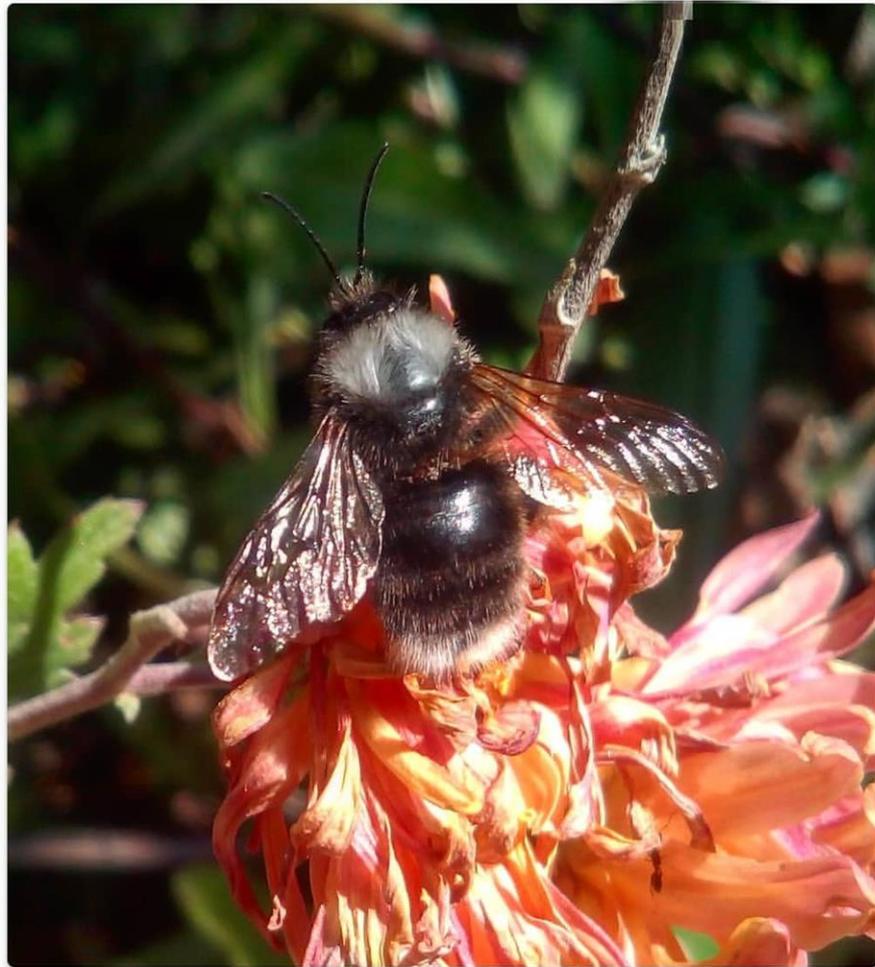


Fuente: Marcelo

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

Sociedad

El MostradorEl Mostrador / by El Mostrador / 19



O gro

olor tus

Ingeniero Ingenua del La Biología del Investigaciones La Phila la especie una década



ry hasta que es Puede visitar en 10 y 14 flores dice Estay



Conservación

Estudio de parásitos, patógenos y virus.

Patógenos internos	Ácaros	Virus
Microsporidios Nosema bombi Nosema ceranae Tubilnosema pampeana Apicystis bombi Ácaros traqueales Locustacarus buchneri Dípteros Conopidae para Nematod	Siete especies Cuatro géneros Kuzinia laevis Kuzinia americana Tyrophagus putrescentinae Parasitellus fuorum	BQCV (Black Queen Cell Virus) DWV (Deformed Wing Virus) ABPV (Acute Brood Paralysis Virus) SBV (SacBrood Virus) Antúnez et al., 2006 Mendoza

?



Apikologie
 © INRA, DIB and Springer-Verlag France, 2016
 DOI: 10.1007/s13592-016-0474-2

Pathogens, parasites, and
 with bumble bees (*Bombus*

PLOS ONE

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

Sheena Salvarrey^{1*}, Karina Antúnez², Daniela Arredondo², Santiago Plischuk³, *Bombus bellicosus*
 Pablo Revainera⁴, Matías Maggi⁴, Ciro Invernizzi¹

Santiago PLISCHUK¹, Sheena SALVARREY^{2,1}
 Jeffrey H. SKEVINGTON⁴, Scott KELSO⁴, Pablo
 Ciro INVERNIZZI², Carlos E. LANGE

Pablo Revainera⁴, Sheena Salvarrey², Daniela Arredondo², Karina Antúnez², Ciro Invernizzi¹, Santiago Plischuk³,
 Alberto Abrahamovich⁵ and Matías D. Maggi⁴



Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

- Leguminosa forrajera de mucha importancia económica.
- Originaria de Europa.
- Se cultiva extensamente, siendo preferida de las praderas mixtas artificiales sobre todo en la zona sur y litoral del país.
- Siembra se realiza con semillas importadas (60% aprox.)
- Promedio nacional de producción es de **119 kg/ha** muy por debajo del potencial de la especie (**600 kg/ha**).

Morfología floral

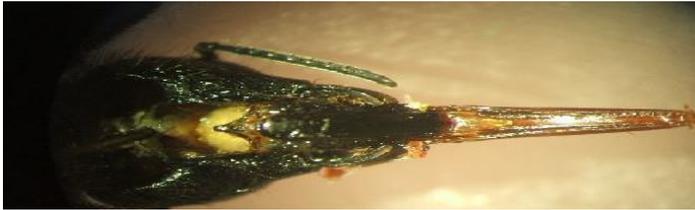
Auto-estéril. Necesita de polinización cruzada.

Inflorescencia con un N° de flores: 76 a 111 .





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)



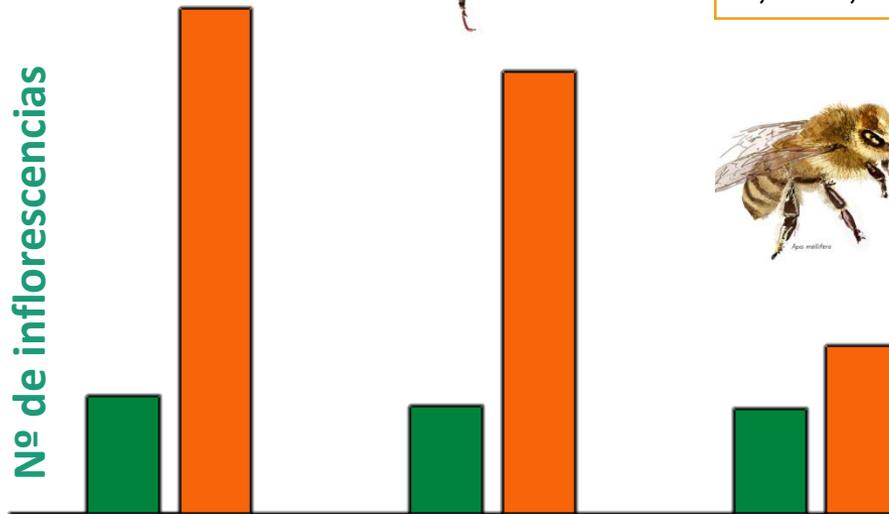
Arbulo et al., 2011

$8,4 \pm 0,65$ mm

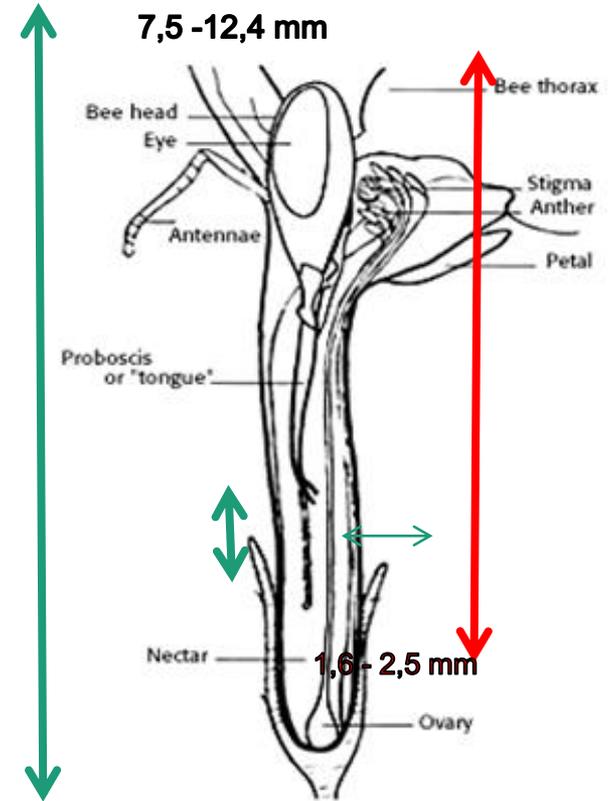
$7,9 \pm 0,79$ mm

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)

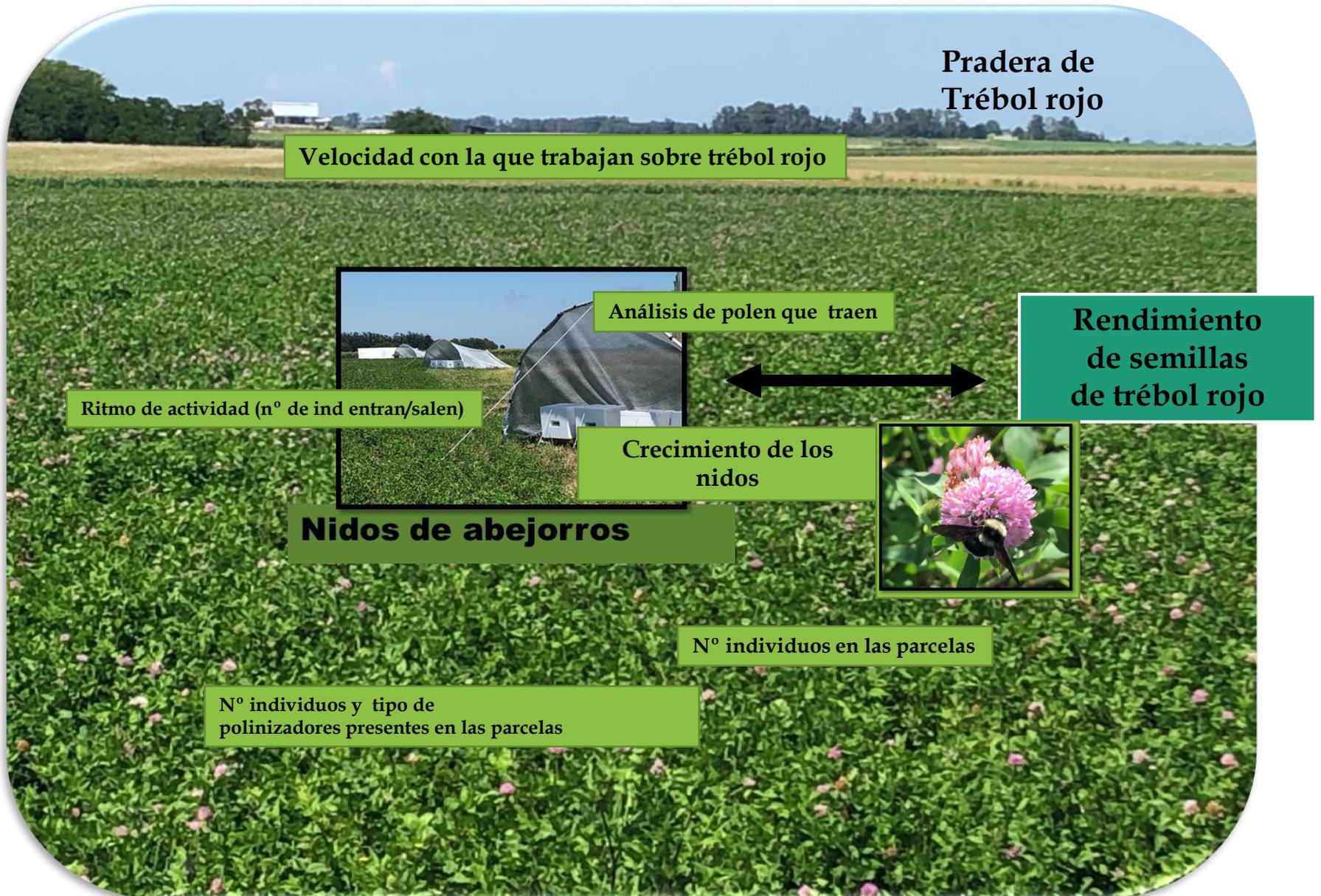
N ARBULO, E SANTOS, S SALVARREY, C INVERNIZZI

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



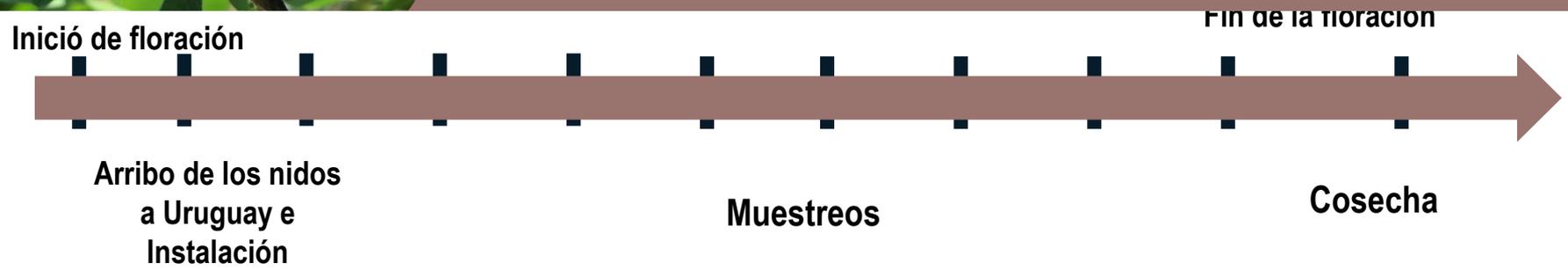


Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)



- El trabajo se realizó en diciembre de 2018 en el INIA - La Estanzuela.
- Semillero: 5 hectáreas de trébol rojo en primera floración.
- 16 colonias de *Bombus atratus* (empresa Brometan)



Nidos de abejorros





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

Actividad sobre el semillero

Se registró sobre la parcela (mañana y tarde):

- número de inflorescencia receptivas
- número de abejorros y abejas melíferas
- otros polinizadores.





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

Actividad de los nidos

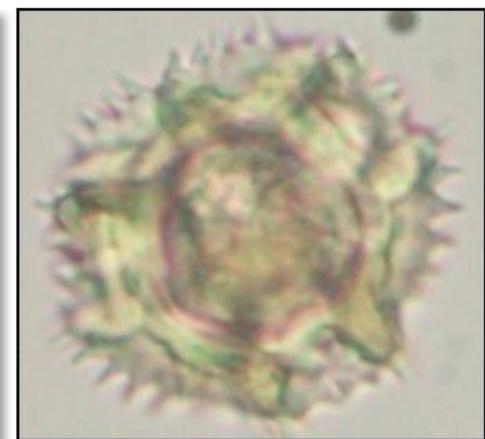
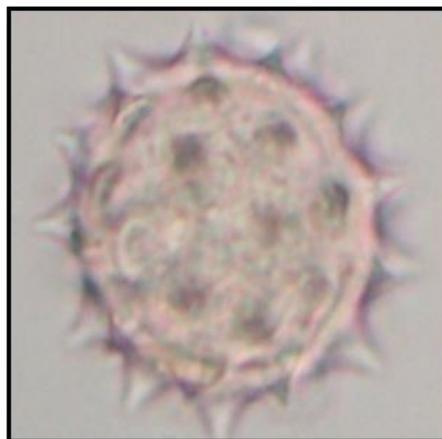
- Ritmo de actividad: número de entradas y salidas (especificando si cargan polen o no).
- Colecta de polen corbicular
- Fotografía de los nidos y toma de muestra de néctar.





Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

Análisis palinológicos



Siguiendo técnicas palinológicas convencionales, se identificaron las especies vegetales con la ayuda de guías palinológicas (Louveaux *et al.*, 1978; Santos, 2009).



Polinización en trébol rojo (*Trifolium pratense*)

Análisis de semillas



Indicadores de rendimiento

- N° de inflorescencias/m².
- Proporción de semillas/inflorescencias.
- Peso de 1000 semillas.
- Peso total (kg/ha)
- Porcentaje de germinación





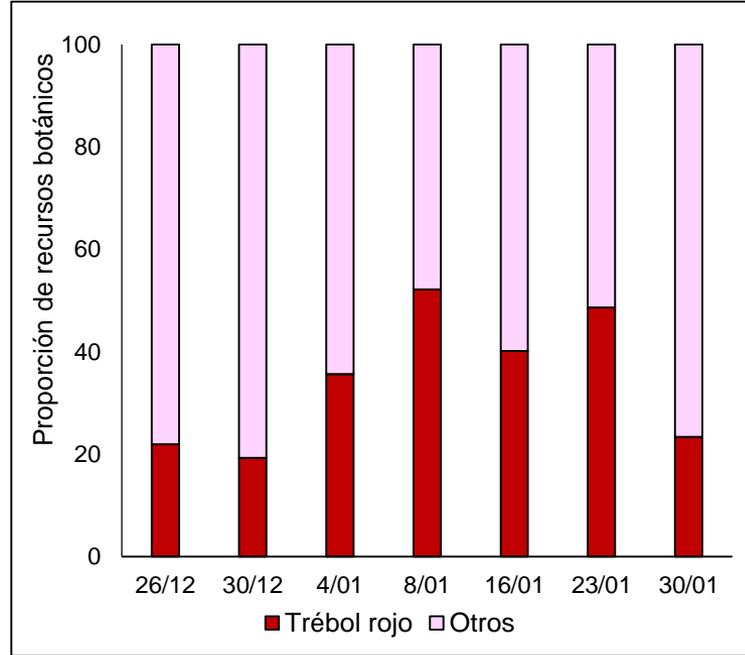
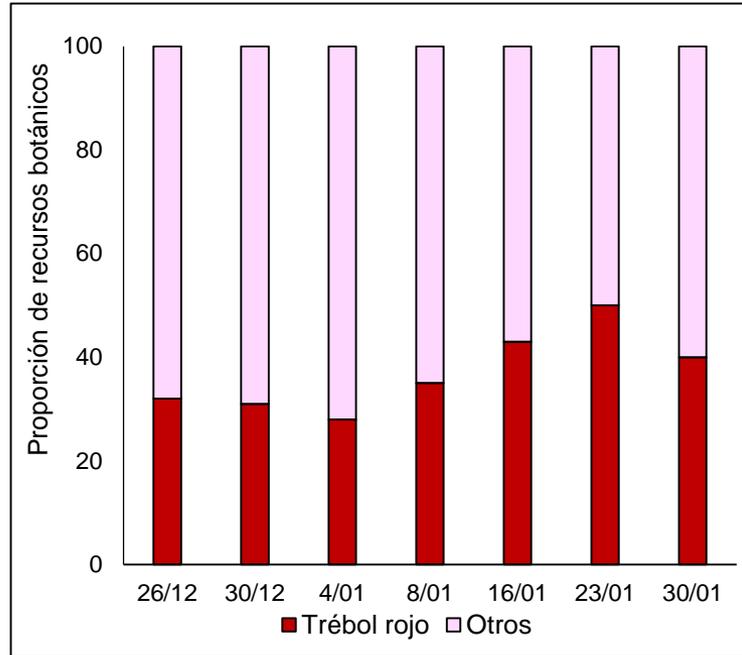
Evolución de los nidos



Image J

Origen botánico

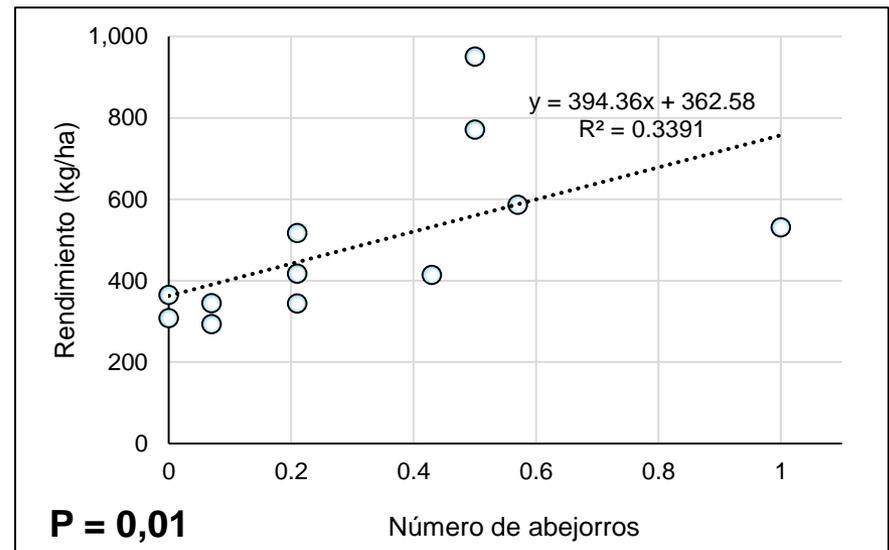
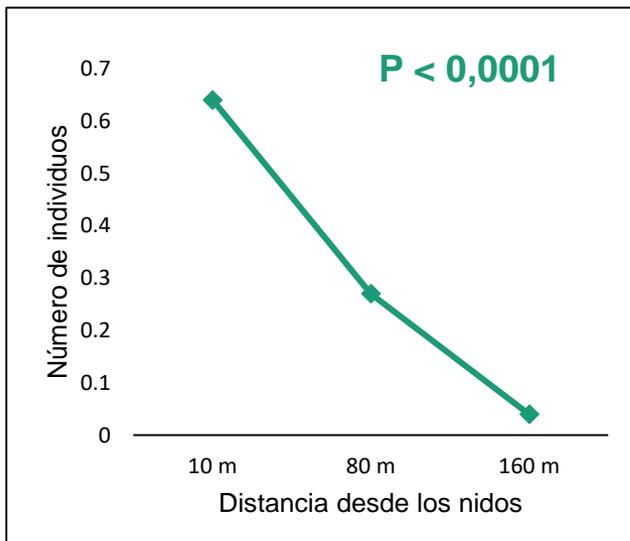
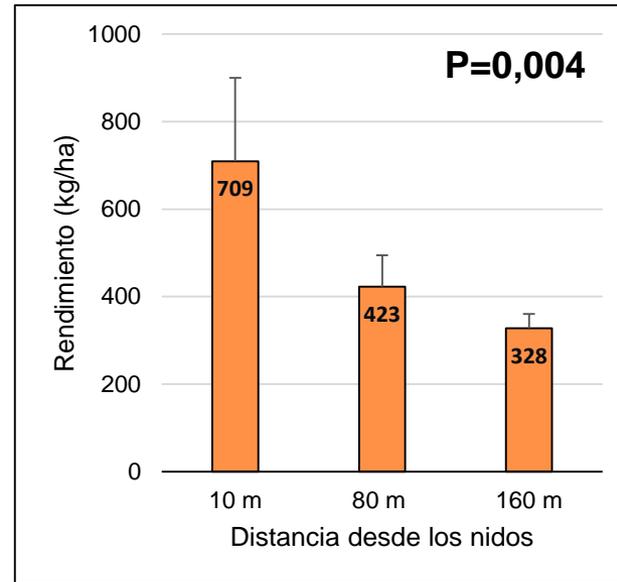
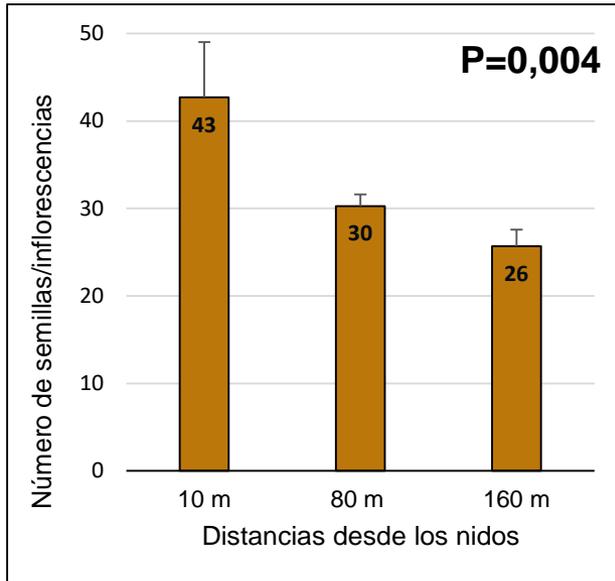
Muestras de polen y néctar



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

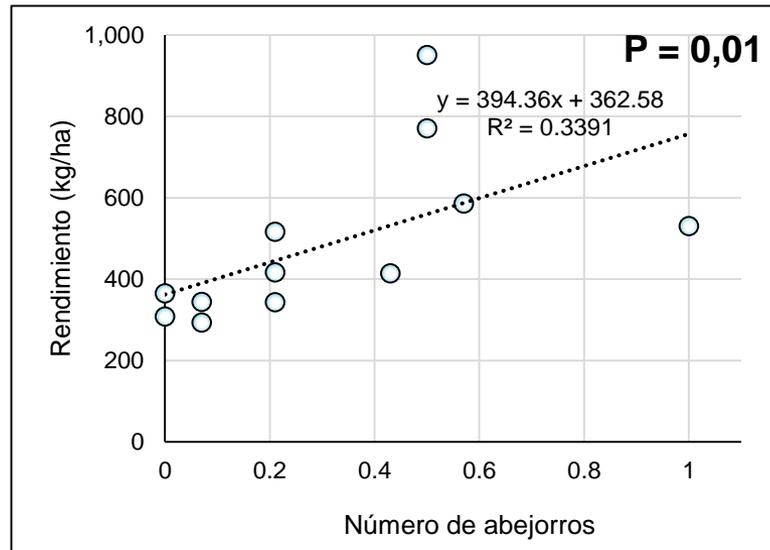
Especies botánicas		Polen	Néctar
	<i>Eucalyptus grandis</i>	✓	✓
	<i>Areaceae</i> spp.	✓	✓
	<i>Trifolium repens</i>	✓	✓
	<i>Medicago sativa</i>	✓	✓
	<i>Lotus</i> spp.		✓
	<i>Solanaceae</i> spp.	✓	
	<i>Myrtaceae</i> spp.		✓

Distribución de los abejorros





Relación entre rendimientos y actividad de los abejorros



- Es posible asignar a la acción de los abejorros un rendimiento cercano a los 400 kg.
- El porcentaje de cuajado y el rendimiento no estuvieron asociados a la presencia de abejas melíferas.
- El valor de rendimiento de peso (kg/ha) fue superior al reportado en estudios anteriores (119 kg/ha) (García et al., 1991).
- Resultado similar al obtenido en otros países utilizando especies de abejorros norteamericanas, donde se utilizaron de 10 a 12 colonias por hectáreas (FAO, 2018).

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 autógamas.**
- ✓ **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

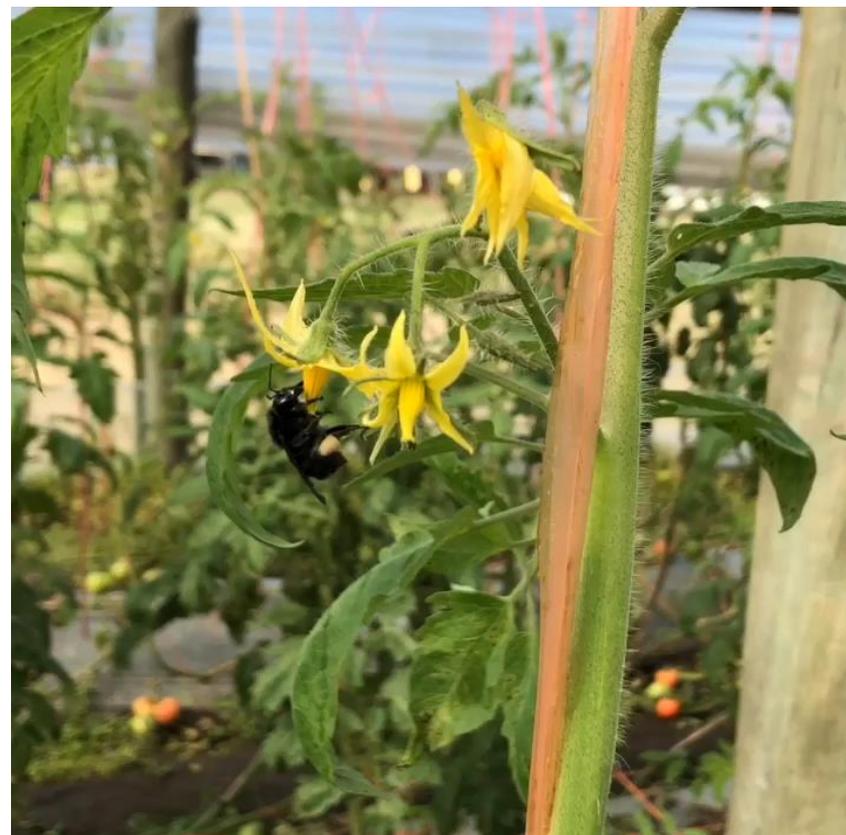
Instalación de las colonias.





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

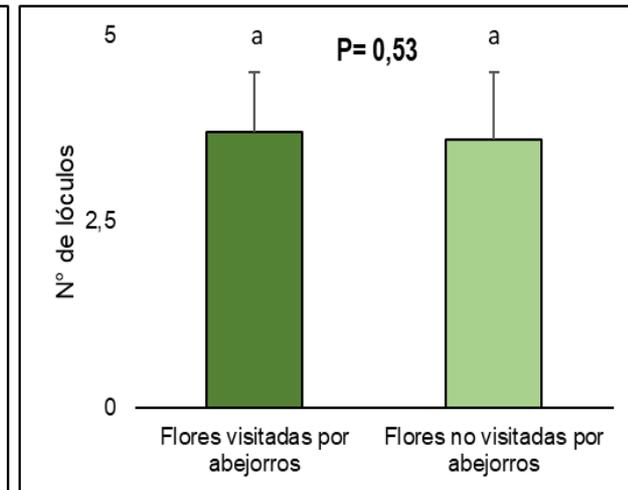
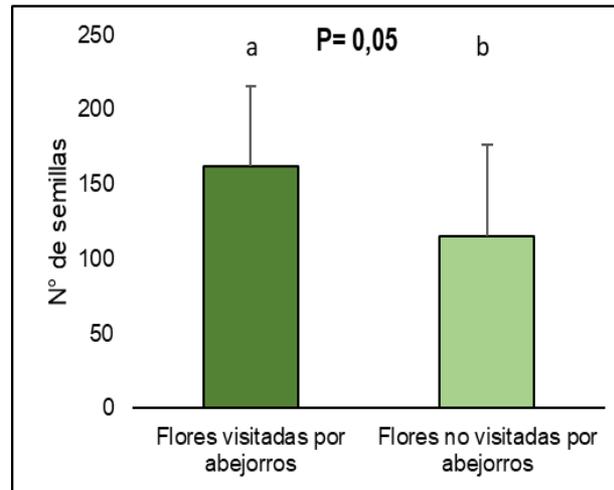
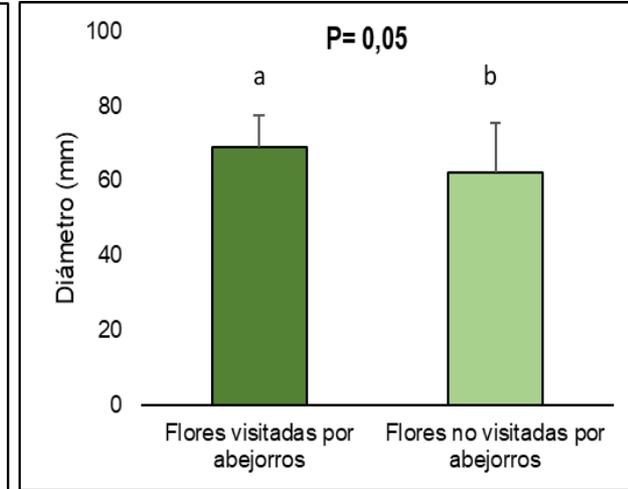
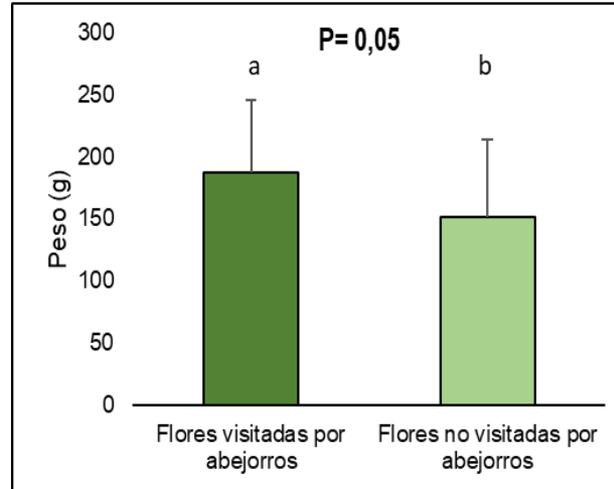
Porcentaje de cuajado:

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:

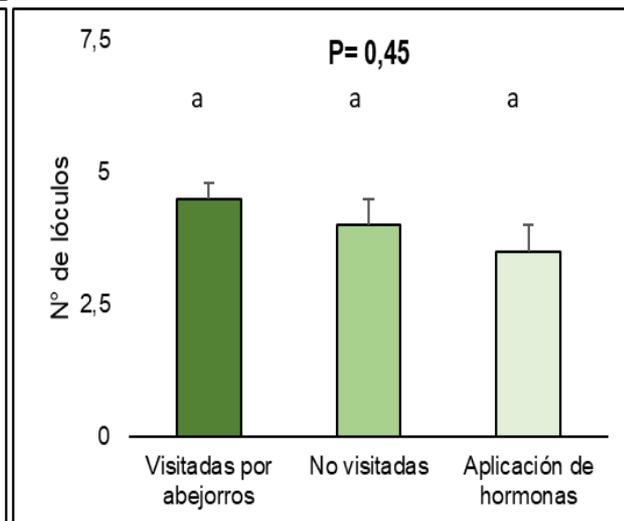
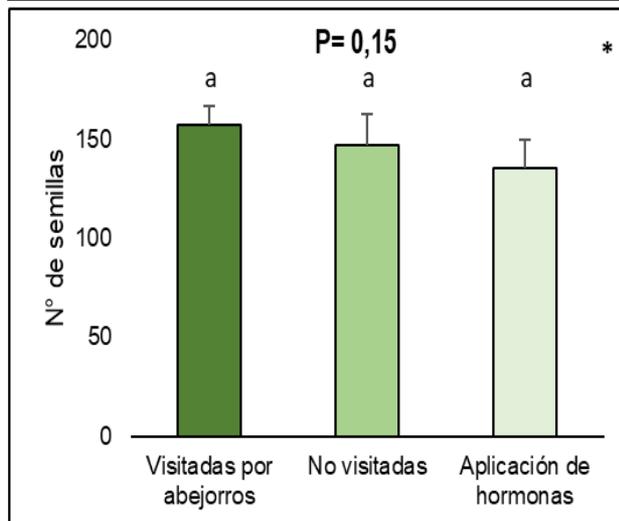
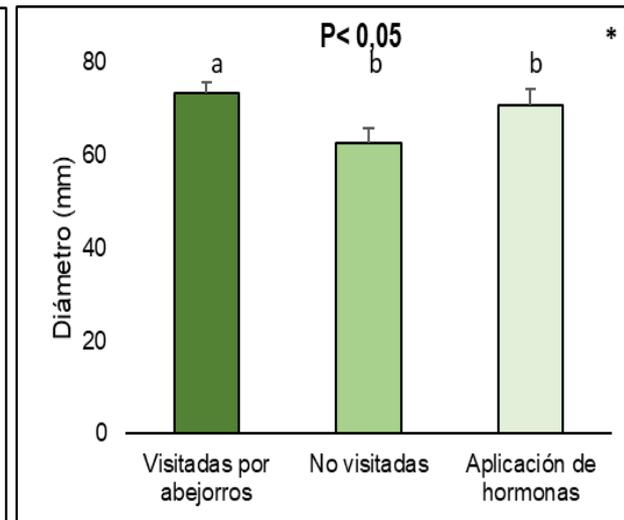
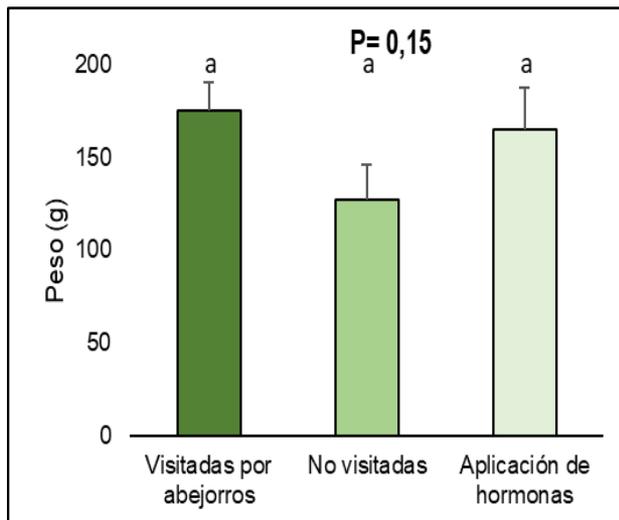
Visitadas 100,0 %

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:

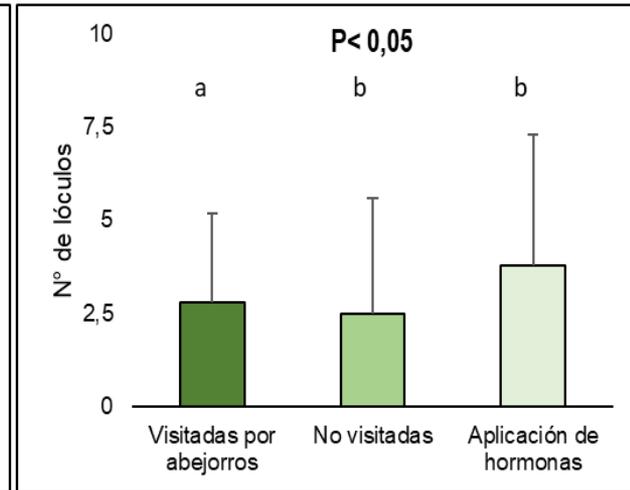
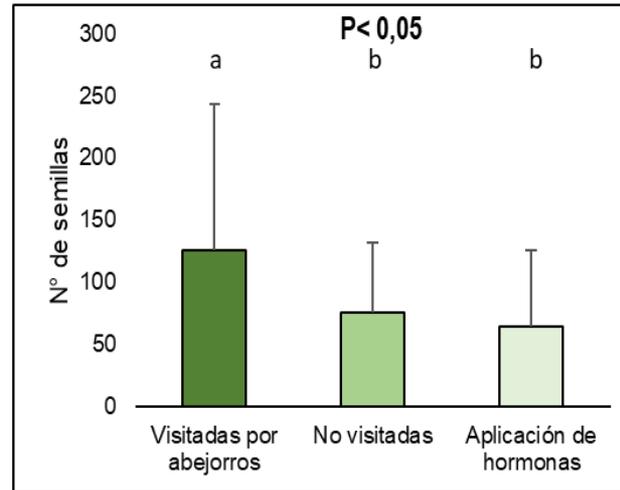
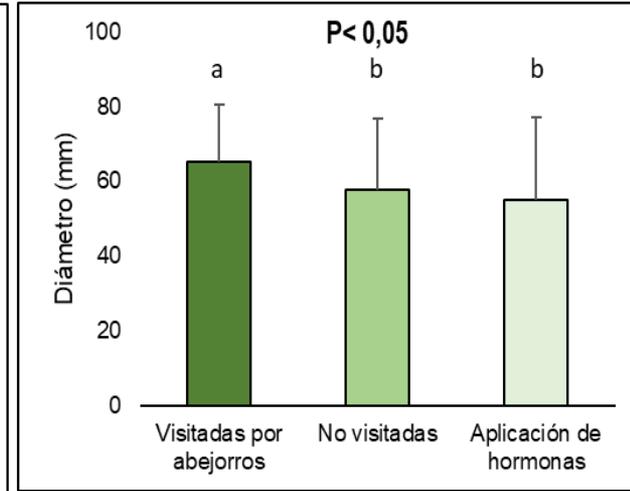
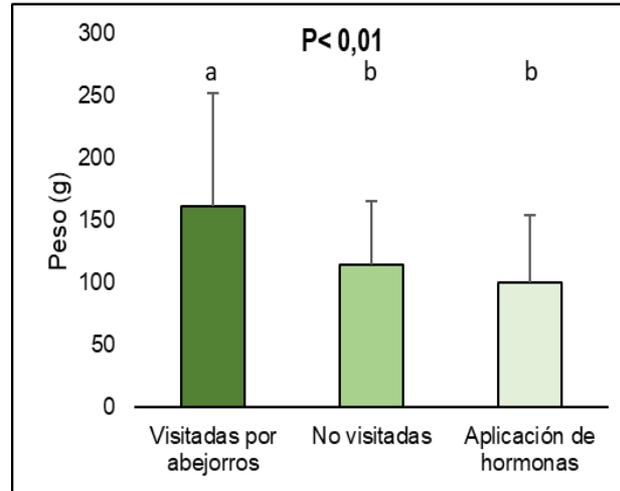
Visitadas 73,3 %

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%

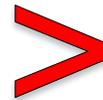


POLINIZACIÓN EN TOMATE

POLINIZACIÓN CON ABEJORROS

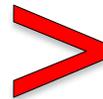


SIN POLINIZADORES



Peso 30 %
Diámetro 65%
Nº de semilla 10%

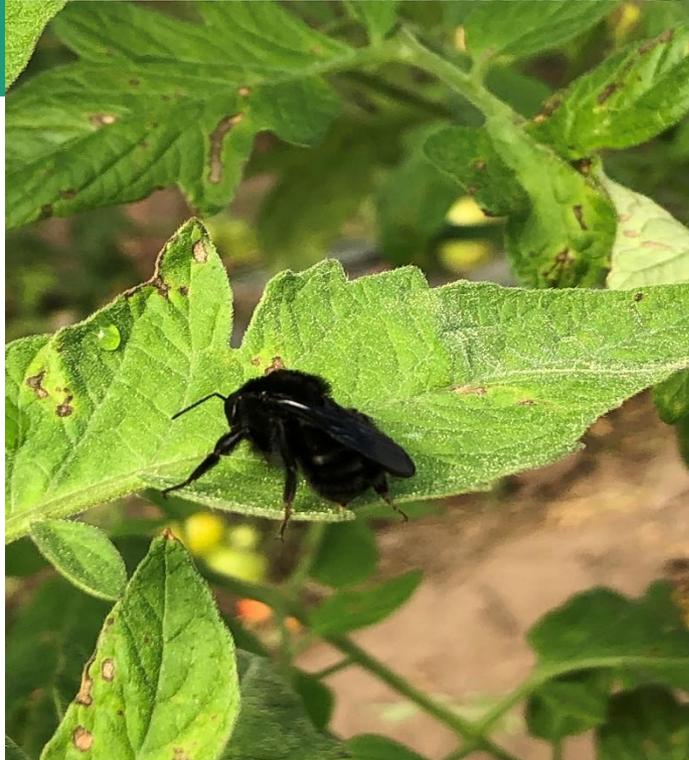
APLICACIÓN DE HORMONA



Peso 60 %
Diámetro 18%
Nº de semilla 94%



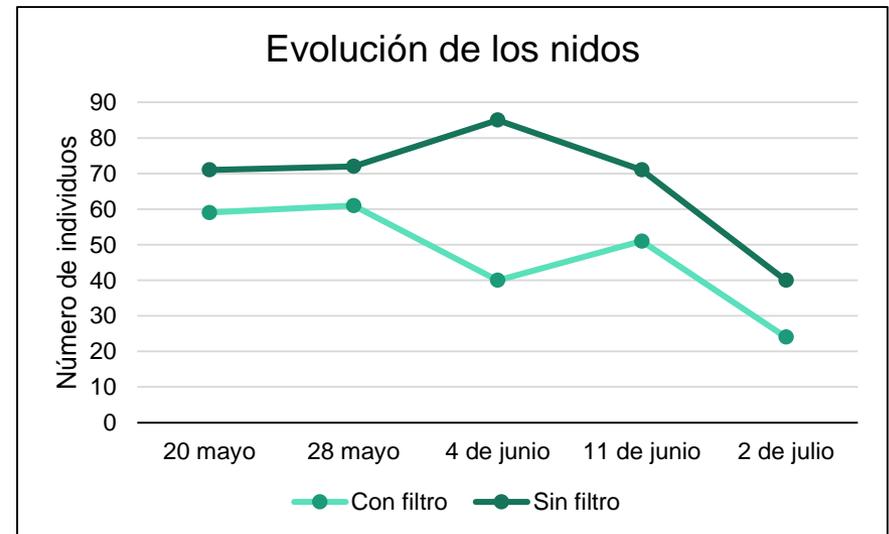
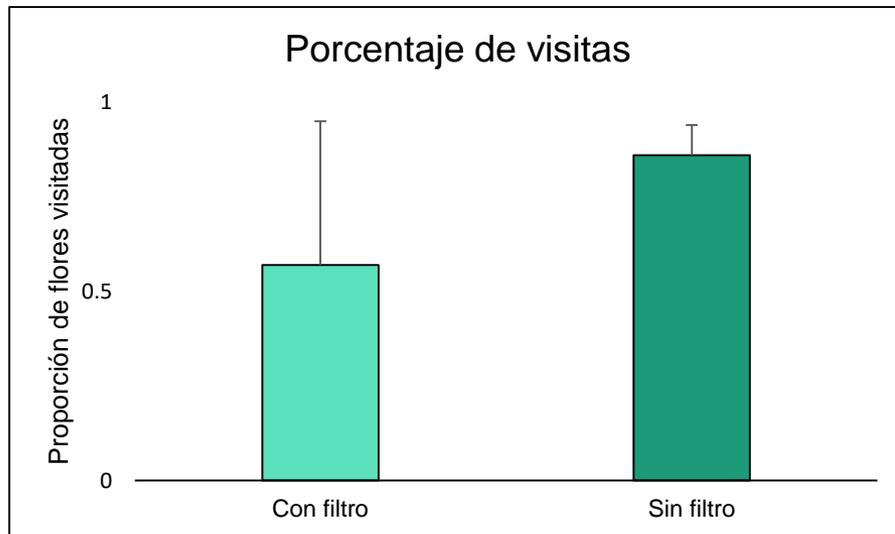
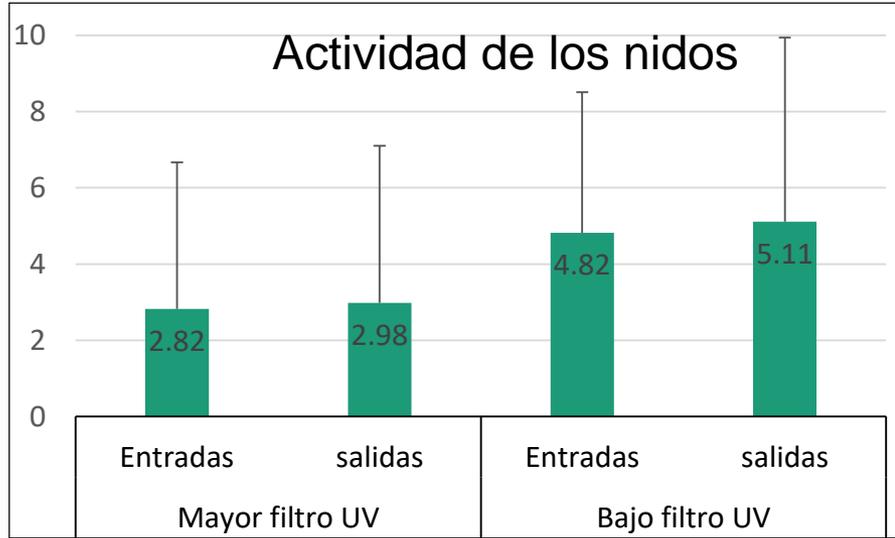
Problemas de orientación ?



Posibles problemas de orientación



Posibles problemas de orientación



POLINIZACIÓN EN MELÓN (*Cucumis melo*)



- ✓ Producción de melón para abastecimiento de consumo interno y exportación.
- ✓ Frutos fuera de estación, tienen un alto valor económico.
- ✓ Favorece al sistema de producción en cultivo protegido.

Desafíos de polinización:

- ✓ Flores unisexuadas.
- ✓ Polen denso
- ✓ Alta dependencia a la polinización entomófila (75 %).

POLINIZADORES

- *Apis mellifera*



Su capacidad polinizadora en cultivo de melón están condicionadas por:

- ✓ Problemas de orientación bajo invernáculo
- ✓ Preferencias de pecoreo en cultivos alternativos.

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*)



OBJETIVO

Evaluar el rol polinizador de *Bombus pauloensis* y *Apis mellifera* en la producción de melón (*Cucumis melo*) bajo invernáculo.



METODOLOGIA

- Se utilizó un cultivo de melón variedad Golden en invernáculo (800 m²).
- Al inicio del estudio, se contaba con una alta presencia de *A. mellifera* que ingresaban al cultivo.
- Se instalaron 4 colonias de abejorros *B. pauloensis* adquiridas de la empresa Brometan (Argentina).
- Se registró la actividad de los polinizadores como: velocidad de pecoreo, presencia en el cultivo y carga de polen removida.



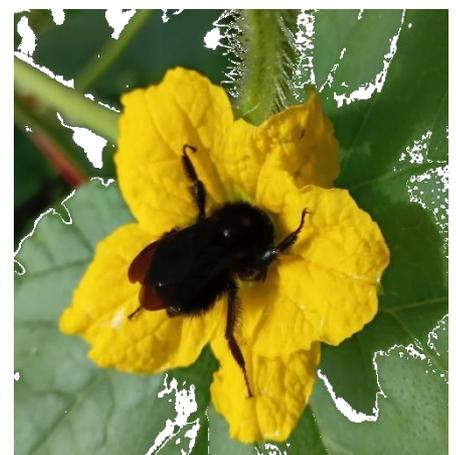


METODOLOGIA

- En el cultivo

Se seleccionaron 25 flores femeninas para cada uno de los siguientes tratamientos:

- Sin polinizadores (flores excluidas)
- Polinización libre con *A. mellifera*.
- Polinización libre con *B. pauloensis*.





METODOLOGIA

- Se realizó seguimiento a los frutos.
- Cosecharon y evaluaron los siguientes indicadores de rendimiento:
 - Peso en fresco
 - Nº de semillas
 - Peso de 100 semillas
 - Diámetro
 - Espesor de cáscara
 - Concentración de azúcares





RESULTADOS

Actividad de los polinizadores

PRESENCIA EN CULTIVO

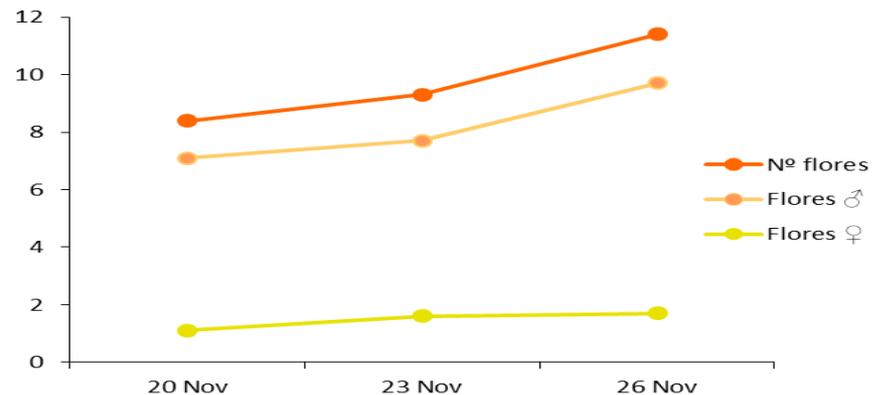
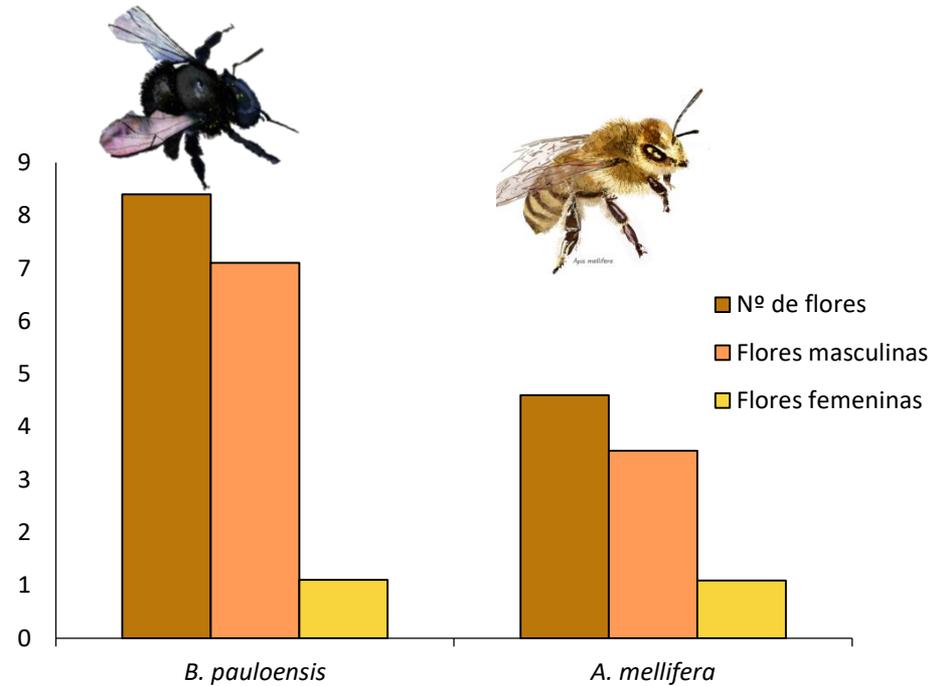
La observación de las abejas melíferas en el cultivo disminuyó con la introducción de los abejorros en el invernáculo.

Esto indicaría una competencia entre estos ápidos.

VELOCIDAD DE PECOREO

B. pauloensis visitó un mayor número de flores por unidad de tiempo.

Esta velocidad de pecoreo fue aumentando en siguientes muestreos.





RESULTADOS

Porcentaje de cuajado:

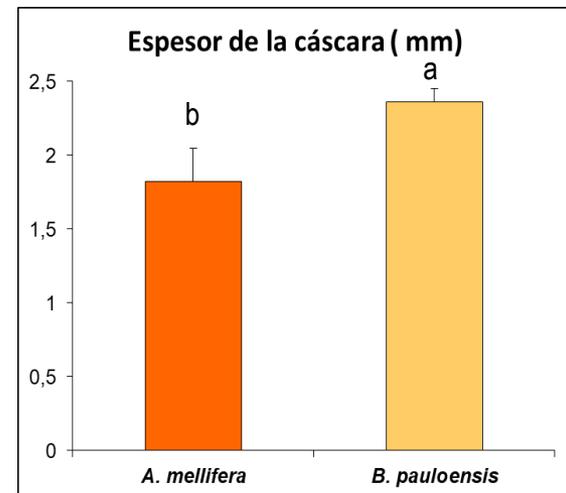
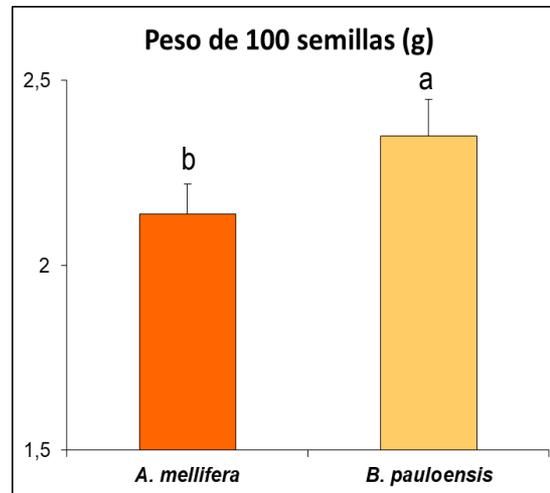
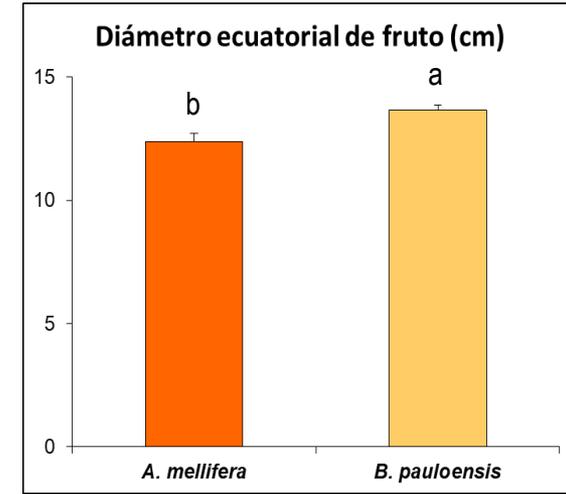
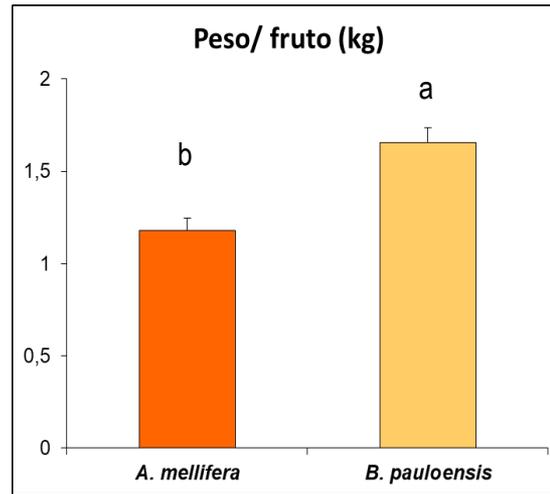
A. mellifera: 69,5 %

B. pauloensis: 93,0 %

Característica de los frutos

Indicadores de rendimientos
evaluados:

- Peso en fresco ✓
- Diámetro ecuatorial (cm) ✓
- Número de semillas
- Peso de 100 semillas (g) ✓
- Espesor de cáscara ✓



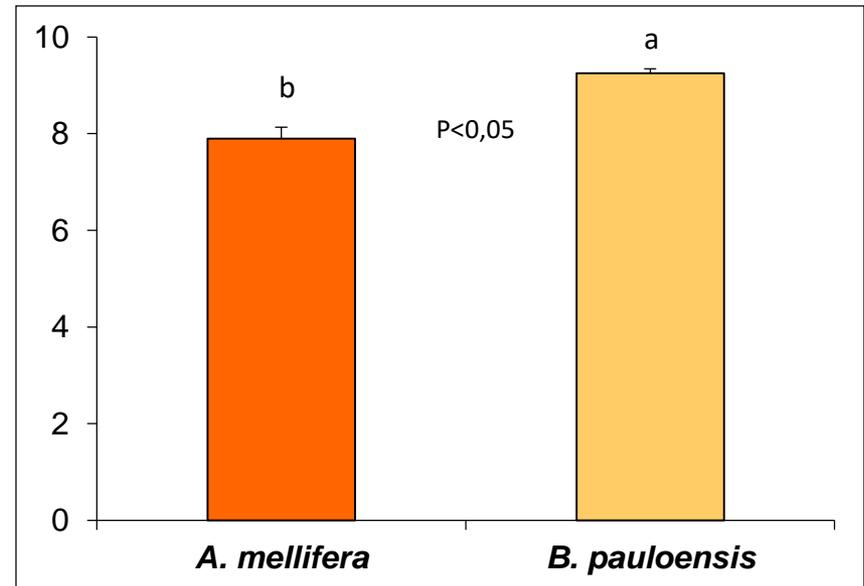
Prueba de Tukey P<0,05



RESULTADOS

Característica fisicoquímicas de los frutos

- Concentración de azúcares (° Brix) ✓





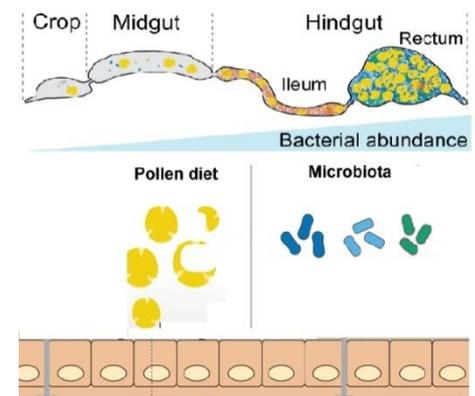
DISCUSIÓN

- Los abejorros presentaron una mayor frecuencia de visita y velocidad de pecoreo en el cultivo de melón, mostrando un buen desempeño como polinizador bajo invernáculo.
- Los frutos polinizados por abejorros presentan valores mayores de indicadores de rendimiento, lo que sugiere que estos insectos serían más eficientes que *A. mellifera* en la polinización de melón.
- Por otro lado, los frutos polinizados por abejorros exponen características físicas y químicas (espesor de cáscara y concentración de azúcares) que podrían indicar que una polinización efectiva, incluso, mejorarían aspectos relacionados a la calidad de fruto y a la conservación en la poscosecha.
- Estos resultados complementan los obtenidos en otros estudios, valorizando el rol de los abejorros nativos en diversos cultivos de importancia económica en Uruguay, aportando a su utilización como polinizadores.

Perspectivas

Profundizar en el comportamiento y la adaptación de las colonias a los sistemas productivos:

- Adecuación de los materiales de construcción de invernáculo.
- Evaluar otras cultivos en los que los abejorros puedan actuar como polinizadores aumentando los rendimientos.
- Fomentar el conocimiento del funcionamiento y requerimientos básicos de las colonias de abejorros (*B. atratus*).



Nutrición-Microbiota-Patógenos



Abejas nativas

Para la región sur del Uruguay están registradas hasta el momento, cerca de 40 especies de abejas nativas pertenecientes a 5 familias:

Megachilidae

Halictidae

Andrenidae

Colletidae

Apidae

Environmental Entomology, 49(5), 2020, 1232–1241

doi: 10.1093/ee/nvaa078

Advance Access Publication Date: 14 August 2020

Research

Pollinator Ecology and Management

OXFORD

Diversity of Bee Assemblage (Family Apidae) in Natural and Agriculturally Intensified Ecosystems in Uruguay

Estela Santos,^{1,3} Gloria Daners,¹ Enrique Morelli,¹ and Guillermo A. Galván²

Familia Megachilidae

Megachílidos



Megachile spp



Megachile spp



Megachile spp



Nidos de megachílidos



Familia Halictidae

Halíctidos



Augochlora semiramis



Augochlora amphitrite



Familia Andrenidae



Familia Colletidae



Familia Apidae

Mangangá (*Xylocopa* spp)



Xylocopa augusti - Hembra



Macho



Xylocopa artifex



Xylocopa frontalis

Nidos de mangangá



Abeja del zapallo

Familia Apidae

Peponapis fervens

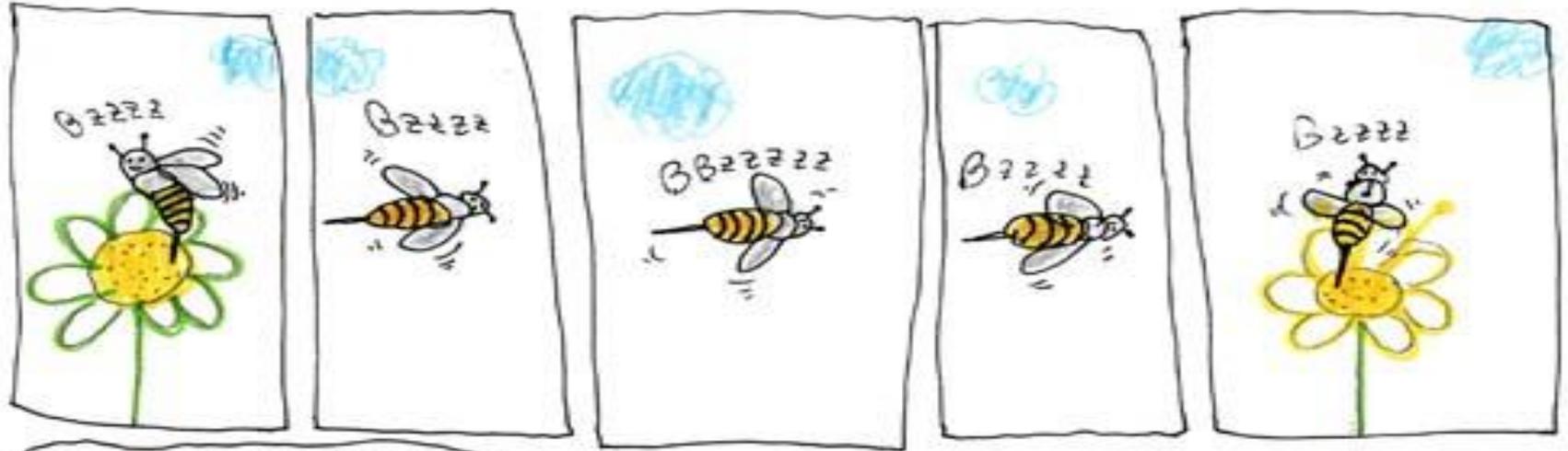


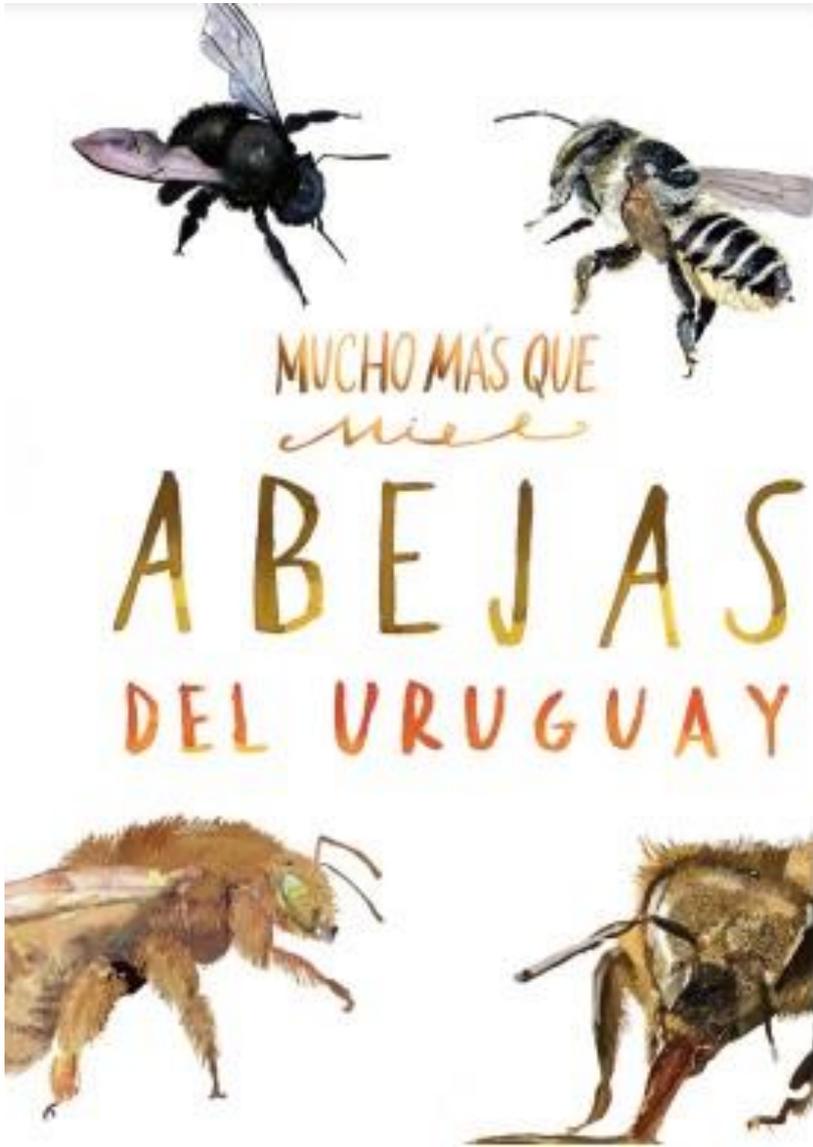
• Situación de polinizadores – producción → Conservación

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.







Gracias!!!