

TRABAJO
DE INTENSIFICACIÓN

**Aporte de *Campsomeris bistrimaculata* (Hymenoptera:
Scoliidae) como polinizador nativo en el cultivo de colza en el
centro sur bonaerense**

ALUMNO

Cao, Javier Alberto

DOCENTE TUTOR

Villamil, Soledad C.

DOCENTES CONSEJEROS

Grandinetti, Gisela

Pellegrini, Cecilia N.

CONSULTOR EXTERNO

Marinozzi, Luciano



Bahía Blanca – Julio 2023

Índice de contenidos

Agradecimientos	3
Resumen	4
Introducción	5
La colza	7
La avispa de las flores	11
Hipótesis y Objetivo	18
Materiales y Métodos.....	19
Resultados y Discusión.....	25
Conclusiones	29
Bibliografía.....	30

Agradecimientos

La presente tesis de grado va dedicada a los entomólogos y a todas las personas amantes de los bichos, especialmente aquellos que son nativos y tan aparentemente benéficos para los sistemas agrarios de hoy y del futuro.

Quiero agradecer a Soledad Villamil, mi tutora en este trabajo, que me ayudó de manera muy dedicada en todo lo que necesité, tanto en la parte práctica de la tesis como en la escritura.

A Gisela Grandinetti por sus consejos y ayuda fotográfica en laboratorio.

A Cecilia Pellegrini por su certera revisión de este trabajo.

A Luciano Marinozzi por toda la dedicación y compromiso con este trabajo, desde las salidas a campo a la búsqueda de bibliografía.

Al LabEA y a todos los que ahí trabajan, por haberme dado la oportunidad de usar el equipamiento necesario para el desarrollo de esta tesis.

A mi familia, mamá y hermanos por el soporte durante esta etapa.

A mi esposa, Laura, por su apoyo total e incondicional.

A los amigos de siempre y a los nuevos que aparecieron en este camino.

Resumen

Campsomeris bistrimaculata Lepeletier, es una avispa nativa de Argentina, perteneciente a la familia Scoliidae. En el sur de la Región Pampeana se la encontró visitando las flores de colza (*Brassica napus* L). En 2019 en Tres Arroyos, se capturaron individualmente 20 hembras y 20 machos sobre el cultivo. Se midió la longitud del ala anterior derecha (LA), el ancho de la cabeza (AC) y la distancia intertegular (DI) de cada individuo. Se contabilizaron los granos de polen sobre el cuerpo de los insectos utilizando la técnica adaptada de Marconi y Gallez (2014). Se tomaron alícuotas de la solución de lavado y se llevaron al microscopio en una cámara de Neubauer de 0,9 mm³. El LA de las hembras fue de 18,27 ± 1,66 mm (promedio ± DS), el AC fue 4,93 ± 0,43 mm y la DI fue de 3,74 ± 0,30 mm. En los machos, la LA fue de 16,17 ± 1,49 mm, el AC fue de 3,67 ± 0,41 mm y la DI fue de 3,30 ± 0,36 mm. En los tres parámetros las diferencias fueron significativas ($p < 0.01$). La cantidad de granos de polen promedio que transportaron las hembras (19.079 ± 12.029 granos) fue significativamente mayor que la de los machos (12.315 ± 7.292 granos) ($p < 0.05$). Se encontró que: *i*) las hembras de *C. bistrimaculata* presentan diferencias morfológicas y son significativamente de mayor tamaño que los machos; *ii*) las hembras de *C. bistrimaculata* transportan mayor cantidad de granos de polen que los machos; *iii*) tanto los machos como las hembras de esta especie son abundantes visitantes florales y presentan gran actividad en la colza. Los resultados obtenidos sugieren la posibilidad de que tanto machos como hembras de esta especie sean buenos polinizadores. El presente estudio constituye un primer paso hacia el conocimiento de estos insectos nativos como potenciales polinizadores de la colza.

Palabras clave: *Campsomeris bistrimaculata*, colza, polen, tamaño corporal.

Introducción

La reproducción de las Angiospermas se lleva a cabo en sus órganos reproductivos: las flores. Estas constan de una parte femenina, el gineceo, que está compuesto por estigma, estilo y ovario que contienen la gameta femenina, denominada oosfera. La parte masculina es el androceo que está conformado por los estambres, que constan de filamentos que sostienen las anteras. Las anteras contienen las gametas masculinas o anterozoides. La polinización es la transferencia de granos de polen desde la antera al estigma de otra o de la misma flor. Cuando el óvulo está receptivo, el polen depositado sobre el estigma desarrolla el tubo polínico. Seguidamente, ocurre la transferencia de anterozoides al óvulo, produciéndose la fusión de este último con la oosfera, y dando como resultado la fecundación de la planta. El nuevo cigoto formado dará lugar a semillas que contienen la información genética de ambos padres (de Escobar y Girón, 1982).

La transferencia de polen puede ser mediada por agentes abióticos (viento o agua) o bióticos (mamíferos, aves, insectos) que se denominan polinizadores. Los polinizadores no son lo mismo que los visitantes florales. El término “visitante floral” se refiere a animales que visitan las flores y que pueden ser, pero no necesariamente, polinizadores (Kevan y Baker, 1983). Los visitantes florales pueden desempeñar distintos papeles en la flor, como la polinización en el caso de las abejas polinizadoras, o no tener relación con el proceso reproductivo. Como ejemplo, hay muchos insectos que sólo se posan en la flor para descansar. Otros que, camuflados, acechan a sus presas. También hay artrópodos herbívoros que consumen el néctar o el polen. Algunos visitantes, hasta pueden alimentarse de estructuras florales como pétalos, sépalos y estigmas (Wackers et al., 2007). Es decir, que un visitante floral no necesariamente contribuye a la reproducción de la especie vegetal, pero un polinizador, sí lo hace.

Se considera que una tercera parte de nuestros alimentos depende, directa o indirectamente, de la polinización entomófila. Estas estimaciones corresponden a países desarrollados y pueden variar según las dietas de las naciones, pero destacan el valor de la polinización (Delaplane y Mayer, 2000). Según estos autores, el 90% de los suministros de alimentos del ser humano está compuesto por productos básicos provenientes de 82 especies vegetales, de las cuales 77% son polinizadas en alguna proporción por abejas (insectos pertenecientes a la superfamilia Apoidea del orden Hymenoptera). Las abejas evolucionaron a partir de antiguas avispa depredadoras que vivieron hace 120 millones de años. Cambiaron su dieta de consumo de otros insectos

a polen y néctar, convirtiéndose en vegetarianas (Michener, 2000). Las avispas, que son de hábito carnívoro y obtienen su proteína a partir del consumo de otros insectos, aunque también visitan las flores en busca de néctar como fuente de energía inmediata para los vuelos. De esta manera, su cuerpo queda cubierto de polen y, trasladándose entre flores, pueden desempeñar el rol de polinizadores (Mello et al., 2011).

Otra notable diferencia entre abejas y avispas es que las abejas tienen pelos ramificados en cualquier parte de su cuerpo y generalmente las avispas no los poseen (Packer, 2023) (Figura 1). Los pelos ramificados poseen una superficie electrostática que contribuye a que gran cantidad de polen quede adherido sobre el insecto cuando visita las flores. Las avispas, en cambio, poseen pelos simples en vez de ramificados (Thorp, 1979).

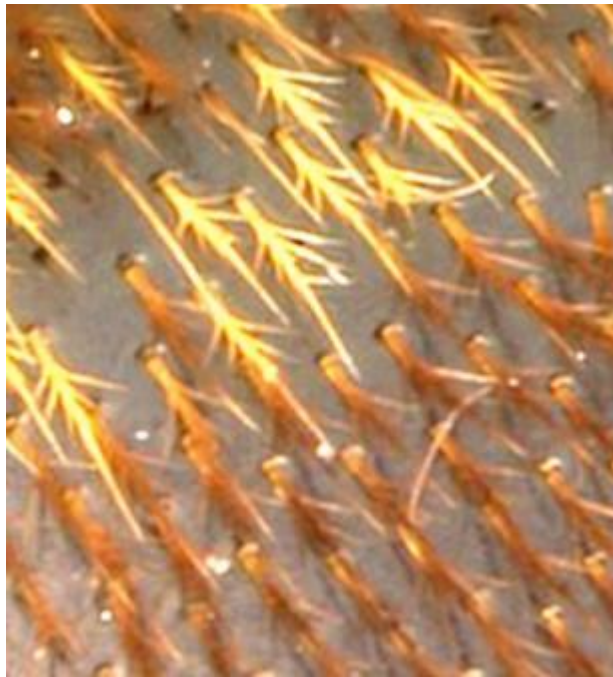


Figura 1. Pelos ramificados de abejas (tomado de Packer, 2023).

Algunos estudios han reportado una disminución en las especies de polinizadores alrededor del mundo (Lennartson, 2002; Biesmeijer et al., 2006; Nath et al., 2023). Las causas probables involucran varios factores incluyendo patógenos, reducción y pérdida de hábitat, competencia por recursos con especies invasoras, prácticas de agricultura agresivas como el uso inapropiado de pesticidas y el cambio climático. En los países en desarrollo, la pérdida de polinizadores es incluso más preocupante ya que puede

resultar en una reducción muy severa de la producción de ciertos cultivos (Cameron et al., 2011).

La dependencia de los sistemas agrícolas de una pequeña cantidad de especies de polinizadores puede traer aparejados riesgos a largo plazo, ya que la reducción o eliminación de una especie tendría un mayor impacto que si se tratara de muchas especies. De esta manera, resulta importante establecer medidas de manejo para la protección de los polinizadores y su hábitat, con énfasis en las especies nativas (Giannini et al., 2015), generando mayor conciencia en la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción agrícola (Ollerton et al., 2011).

La avispa de las flores

Entre los himenópteros con aguijón (Aculeata), las avispas de la familia Scoliidae se distinguen por su aspecto robusto y las hembras, como son de hábitos cavadores, están dotadas de patas notoriamente espinosas. En contraste, los machos son más pequeños y esbeltos, y poseen tres pequeños cercos en el extremo del abdomen (Brothers y Finnamore, 1993). Una de las características que diferencia a los machos es la morfología de las antenas, siendo de casi el doble de longitud que la de las hembras (Figura 2).

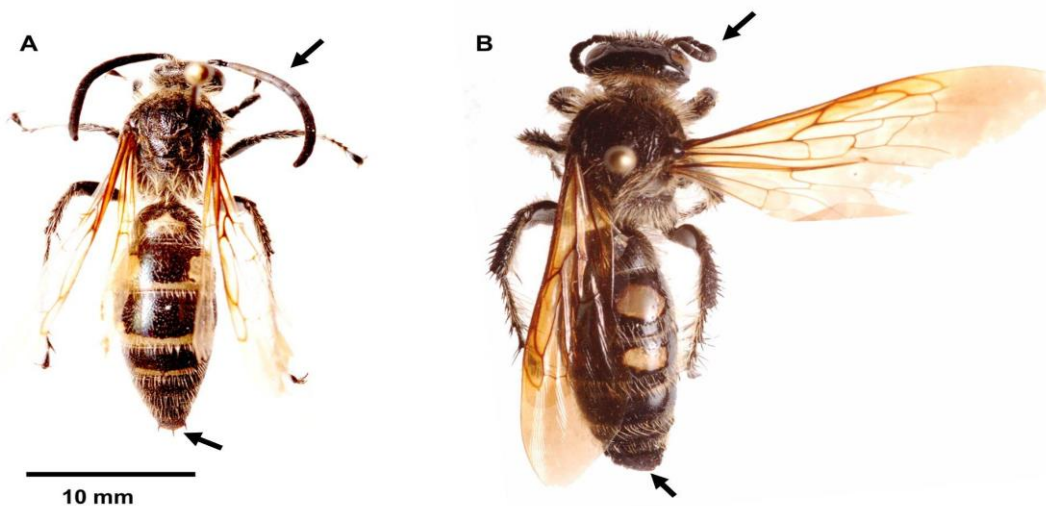


Figura 2. *Campsomeris bistrimaculata* A= macho, B= hembra. Las flechas indican diferencias morfológicas en las antenas y los cercos en el extremo del abdomen.

La familia Scoliidae comprende 560 especies en el mundo que pertenecen a cinco géneros: *Campsomeris*, *Criscolia*, *Scolia*, *Trielis* y *Triscolia*. Las avispas de esta familia son característicamente largas, con patrones brillosos y variadas combinaciones de colores entre rojo, amarillo, blanco y negro. Veinte especies de la familia Scoliidae se encuentran en América del Norte. Con respecto al género *Campsomeris*, las especies de este género presentan una gran variabilidad morfológica que además está presente entre hembras y machos. En la Figura 3, adaptada de las observaciones de Grisell (2007), se muestran estas diferencias entre individuos machos y hembras de distintas especies del género *Campsomeris* y se incluye una imagen propia de *C. bistrimaculata* (no a escala por tener disponibles ejemplares de las otras especies). En dicha figura, se observan notables diferencias morfológicas (por ejemplo, presencia o ausencia de manchas amarillas en el tercer segmento del abdomen) y de tamaño entre los machos y las hembras de este género.

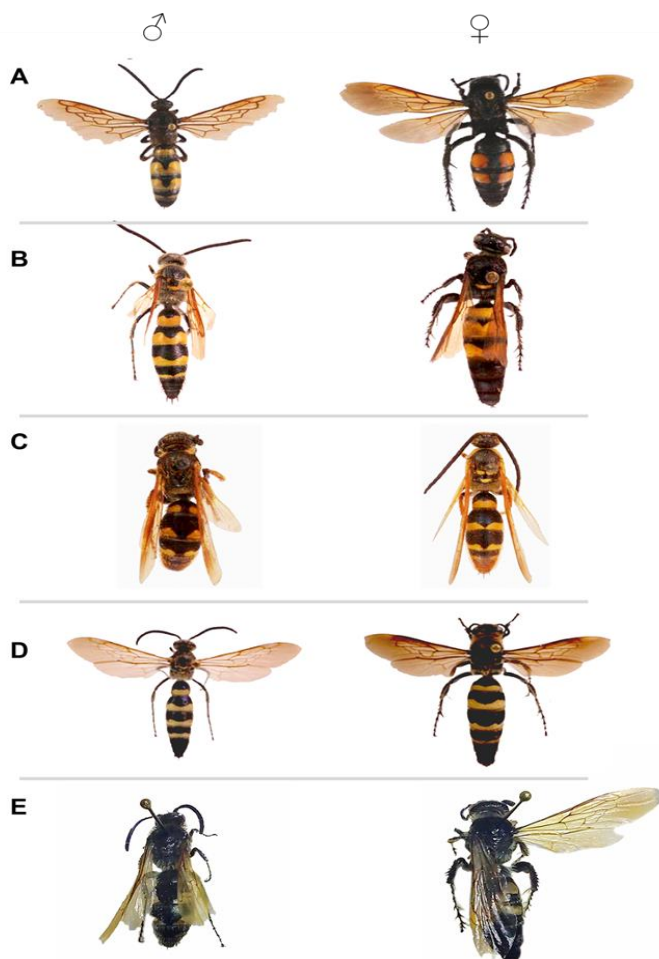


Figura 3. Especies de adultos machos (izquierda) y hembras (derecha) del género *Campsomeris* adaptada de Grisell (2007) A= *C. quadrimaculata*; B= *C. trifasciata*; C= *C. fulvohirta*; D= *C. plumipes fossulana*; E= *C. bistrimaculata* (imagen propia tomada en laboratorio).

Los escólidos son parasitoides de larvas de escarabajos (Scarabaeidae) que habitan en el suelo. Estos insectos cumplirían con un rol de doble propósito, siendo potenciales polinizadores y aportando al control natural de ciertas larvas perjudiciales para los sistemas agrarios. En Argentina, las larvas de *Diloboderus abderus* Sturm. (Scarabaeidae), bicho torito o bicho candado, son consideradas como las más perjudiciales para los cultivos invernales, como el trigo, centeno, cebada, avena, triticale, arveja, lenteja y colza (Zubiaga y Vanzolini, 2019). Su daño también se observa en siembras tempranas de cultivos de verano, como maíz o sorgo, en forrajeras perennes y vegetación espontánea. Algunas otras especies que forman el complejo de gusanos blancos son: *Anomala testaceipennis*, *Archophileurus vervex*, *Cyclocephala* spp., *Dyscinetus* sp., *Heterogeniates bonariensis*, *Phylochloenia bonariensis* (Marcellino et al., 2016).

Existe interacción entre *Campsomeris* spp. y este complejo de gusanos blancos. Las hembras de la avispa excavan en busca de estas larvas a las cuales agujonean, paralizan y depositan un solo huevo sobre ellas. Luego de eclosionar, las larvas de *Campsomeris* spp., se alimentan de su gusano blanco hospedante. Al llegar al momento de empupar, tejen un capullo donde permanecen en estado de diapausa hasta que se transforman en pupas y emergen como adultos al año siguiente completando una generación por año (Abbate et al., 2018).

En Sudamérica, los géneros *Campsomeris* y *Scolia* son los más importantes, siendo el primero, el más abundante. Morfológicamente se diferencian por la presencia, en *Campsomeris*, y la ausencia, en *Scolia*, de la segunda vena recurrente (Nieves-Aldrey et al., 2006) (Figura 4).

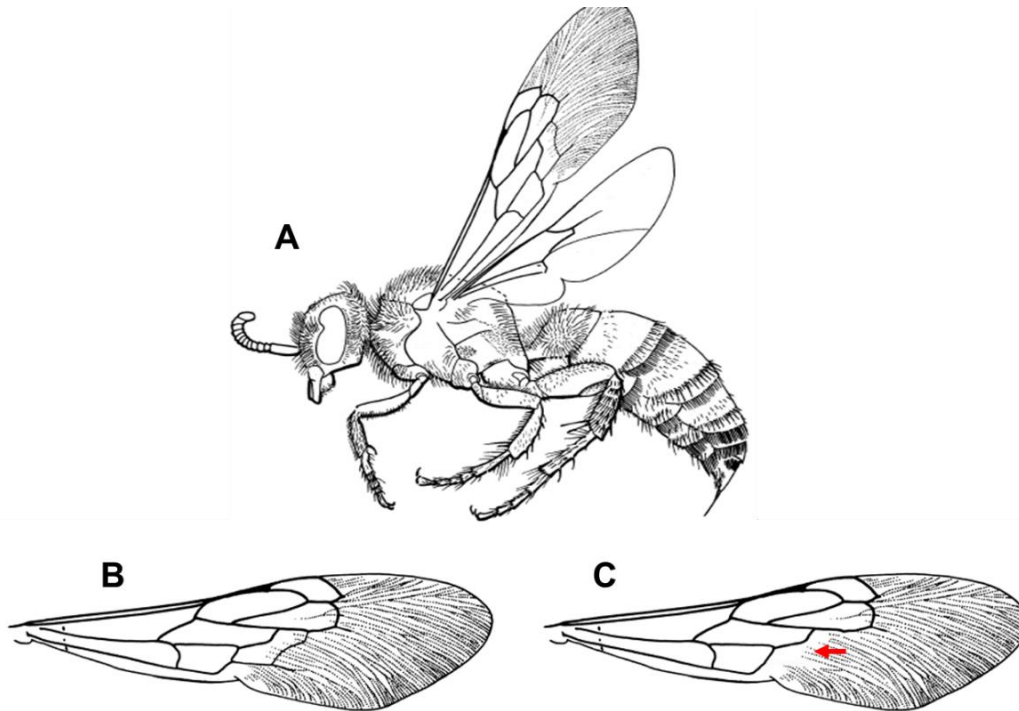


Figura 4. A= avispa de la familia Scoliidae. Diferencias morfológicas en alas de avispas del género *Campsomeris* (B) y *Scolia* (C). La flecha indica la ausencia de segunda vena recurrente.

En un estudio realizado en 2015 en la EEAI, MDA-INTA Barrow, en la localidad de Tres Arroyos, se evaluó la presencia de himenópteros en la colza. La única especie exótica registrada perteneciente al orden Hymenoptera fue *Apis mellifera*. Por el contrario, se encontró gran diversidad de himenópteros nativos, comprendiendo varias especies de abejas y avispas (halíctidos, colétidos, *Xylocopa* spp., *C. bistrimaculata*, *Polybia scutellaris* White, entre otros) (Marinozzi et al., 2017).

Campsomeris bistrimaculata (Lepeletier), la “avispa de las flores” es una especie nativa de Argentina, perteneciente a la familia Scoliidae registrada por primera vez por Bradley (1957). El Sistema de Información de Biodiversidad (SIB) de la Administración de Parques Nacionales de Argentina, indica que esta especie fue también reportada en el año 2005 en las Sierras de Tandil (Buenos Aires) y en el parque nacional El Palmar (Entre Ríos) por Ciotek et al. (2006). En ambos sitios se observó por primera vez la polinización por mimetismo sexual o **pseudocopulación**. Este comportamiento se trata de machos del orden Hymenoptera que intentan copular con el labelo de las flores de las orquídeas, pétalo modificado, que visualmente parece una hembra. Los insectos son atraídos por sustancias volátiles de las flores que pueden ser parecidas a las feromonas de las hembras (Borg-Karlson y Tengo, 1986). Al hacer esto, los insectos se llevan

adheridos al cuerpo los polinios con los que podrán polinizar a otras flores en subsecuentes visitas florales.

Otros registros de *C. bistrimaculata* son aún más nuevos (2019 y 2021) en Buenos Aires y Entre Ríos (Ecoregistros, 2023) . Se ha observado que tanto los machos como las hembras presentan gran actividad sobre el cultivo de colza en el centro sur de la provincia de Buenos Aires; especialmente cuando el día está muy soleado (Figura 5) (comunicación personal, Luciano Marinozzi).

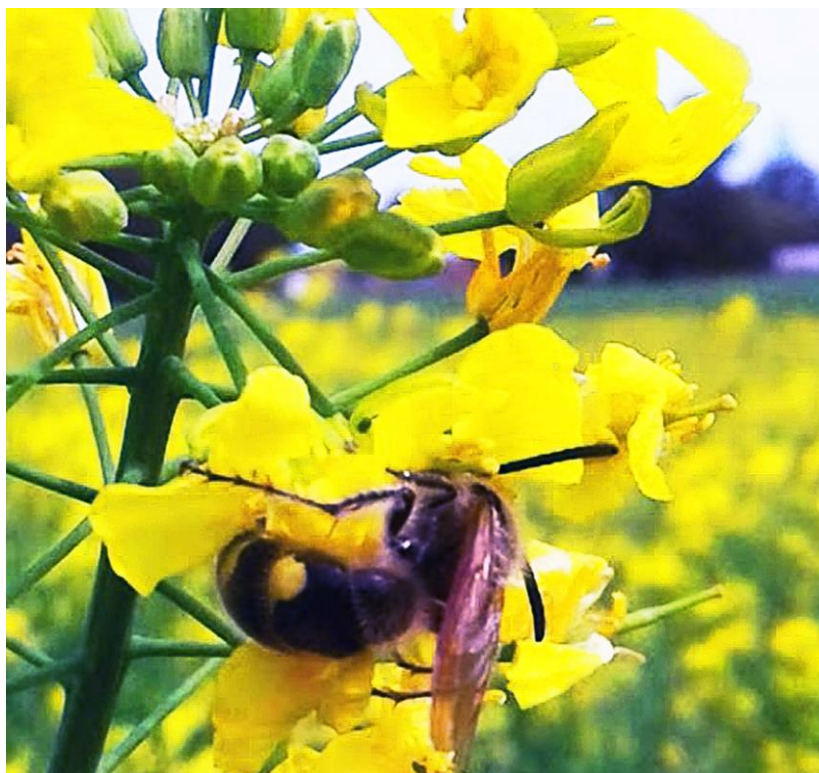


Figura 5. Individuo macho de *Campsomeris bistrimaculata* en flores de colza, Argentina.

La colza

Brassica napus L. pertenece a la familia Brassicaceae; deriva del cruzamiento entre la col (*Brassica oleracea* L.) y el nabo silvestre (*Brassica campestris* L.). Es una especie originaria de Eurasia, que se ha cultivado desde la antigüedad (Gómez et al., 2006). Es una planta herbácea, de ciclo anual que puede alcanzar una altura superior a los 160 cm. Posee un sistema radical pivotante con raíces secundarias. Los tallos son erectos y se ramifican. Las hojas son alternas y presentan diferente morfología según su ubicación en el tallo y momento de aparición. Las hojas inferiores poseen pecíolo y son lobuladas, las de la zona media del tallo son semi-pecioladas y las superiores son

sésiles, abrazando el tallo. Esta especie posee ramificaciones originadas en las axilas de las hojas. Las flores se agrupan en inflorescencias racimosas, tienen cuatro sépalos y cuatro pétalos que se disponen en forma cruz, característica distintiva de esta familia (anteriormente llamada Crucíferas), estambres tetradínamos y un ovario súpero bicarpelar. El fruto es una silicua de aproximadamente 5 cm de longitud con un número de semillas que varía de 20 a 25 según el cultivar (Figura 6) (Chamorro y Bezus, 2023).



Figura 6. Estructuras de *Brassica napus* L. A= flor; B= inflorescencia; C= pétalo; D= silicua; E= hoja expandida; F= semillas; G= campo de colza.

La colza es la segunda oleaginosa en importancia a nivel mundial después de la soja y el algodón. Para el año 2020/21 se estimó una producción de 73,84 millones de toneladas (Mt), y se estima que llegará a 83,14 Mt para la campaña 2022/23 (USDA, 2022). Los principales países productores son Canadá con 20 Mt, seguido por la Unión Europea con 18 Mt y China con 14 Mt. Canadá, particularmente, tuvo gran desarrollo en la década del '60 cuando se desarrolló la colza con bajos tenores de ácido erúxico (el estándar internacional indica menos de 2% de este ácido en el aceite) llamando a esta variedad canola (Canadian Oil Low Acid). Posteriormente, también lograron reducir el tenor de glucosinolatos en la harina luego del proceso de extracción del aceite, llamando a estas variedades 00; es decir, 0% de ácido erúxico y 0% de glucosinolatos. Por lo tanto, las variedades modernas de colza -canola- permiten el consumo humano del aceite y el pellet puede compararse con el de la soja como suplemento proteico para el racionamiento animal (Gómez et al., 2018).

En Argentina, la colza comenzó a cultivarse desde 1930 y, con el transcurso de los años, ha ido creciendo como cultivo invernal alternativo y como cultivo estival de segunda en diferentes áreas de la Región Pampeana. Los genotipos que se encuentran en el mercado argentino corresponden a la especie *Brassica napus* (INTA Barrow, 1996). Actualmente la producción de colza en el país es de 46 mil toneladas (Minagri, 2022), con un rendimiento promedio de 1300 kg ha⁻¹ y 48% de aceite. Las principales zonas productoras de esta oleaginosa se ubican en el centro sur y sudeste de Buenos Aires y en Entre Ríos (Figura 7). Desde 1990, en el país se hallan inscriptos 59 variedades de polinización libre y 24 híbridos. De este total de 83 cultivares hay 72 cultivares de tipo primaveral y 11 cultivares invernales. Actualmente, se ofrecen al productor aproximadamente 25 cultivares: 7 de tipo invernal y 18 primaverales (Iriarte y López, 2014).

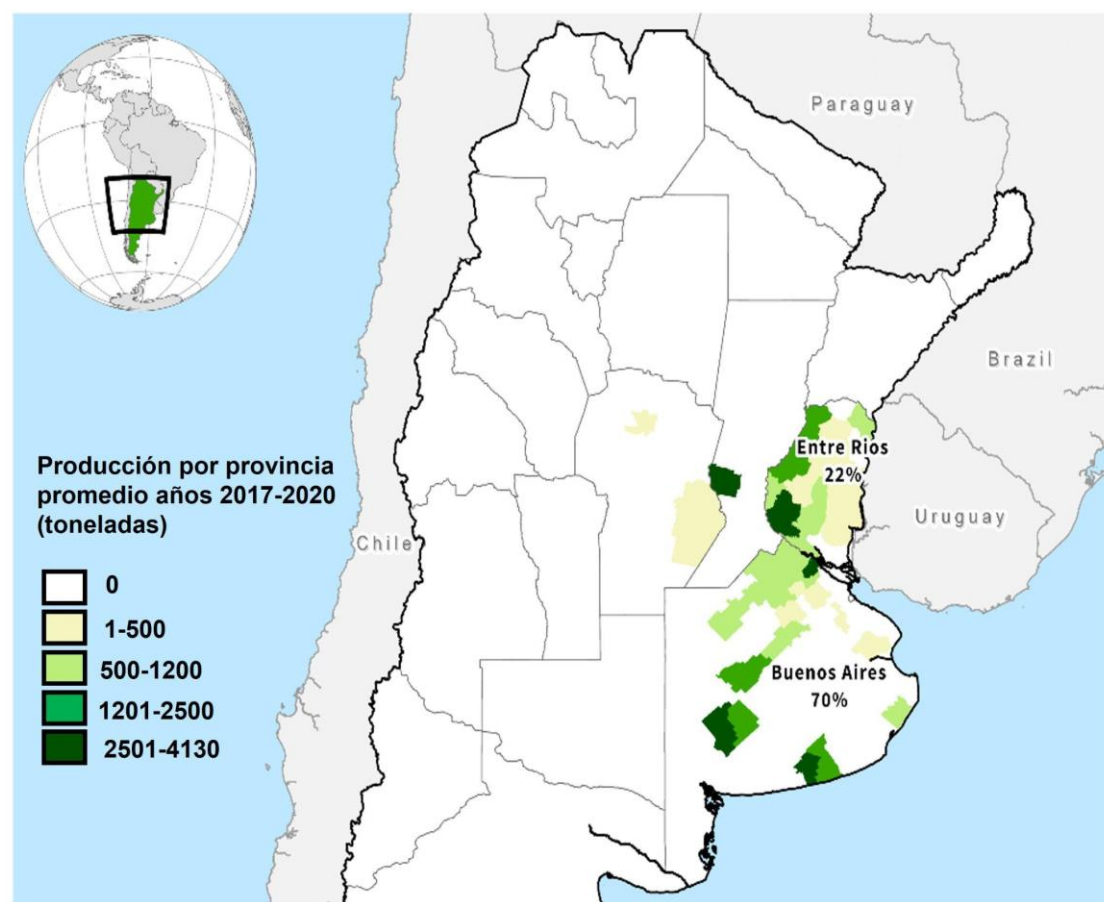


Figura 7. Distribución del cultivo de colza en Argentina en promedio para los años 2017 a 2020 (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023).

El ambiente influye de manera considerable en el rendimiento de la colza, existiendo etapas fenológicas de mayor sensibilidad, en las cuales el estrés afecta en mayor medida el rendimiento en grano. El período que media entre el inicio de la floración y el comienzo de crecimiento de los frutos, momento en el que el 50% de las plantas tienen una flor abierta sobre el tallo principal, es particularmente importante ya que se establece el número final de silicuas y de granos por silicua que la planta puede sostener. Durante este período se genera el número potencial de granos por unidad de superficie, principal componente del rendimiento (Mendham et al., 1984; Tommey et al., 1992). Factores como fecha de siembra, dependiente de factores climáticos (como precipitaciones y humedad del suelo), y elección del cultivar toman un rol protagónico en el ajuste de dichos períodos críticos a las condiciones ambientales. En ese sentido, la polinización es un proceso clave durante el período crítico determinante del número de silicuas por planta (Sabbahi et al., 2005).

Según la revisión bibliográfica realizada, no se halló información científica publicada sobre *Campsomeris bistrimaculata* en agroecosistemas de Argentina. Por lo tanto, resulta de gran importancia estudiarla como un polinizador nativo complementario a la abeja *Apis mellifera* en el cultivo de colza.

La utilización de medidas del tamaño de los himenópteros es fundamental para realizar estudios sobre la energía, ecología de pecoreo, alometría, anatomía, reproducción, comportamiento sexual y biología de nidificación, entre otros parámetros (Cane, 1987). La distancia intertegular (DI) es un adecuado estimador del tamaño de los insectos y permite hacer comparaciones alométricas entre especies. También, es un buen estimador del área de alimentación y nidificación, ya que el tamaño influye en las distancias que las abejas pueden recorrer (Bailey, 2014). Factores como el tamaño corporal y/o la pubescencia de los polinizadores pueden influir en la cantidad de polen depositado en los estigmas de las flores (Goulson et al., 2002; Stavert et al., 2016).

Hipótesis y Objetivo

Hipótesis

Los machos y hembras de *C. bistrimaculata* son insectos nativos de gran tamaño que movilizan una cantidad significativa de polen en el cultivo de colza en el centro sur bonaerense.

Objetivo

Determinar si la diferencia de tamaño entre machos y hembras de *C. bistrimaculata* influye en la cantidad de polen de colza que transportan sobre el cuerpo.

Materiales y Métodos

Se colectaron muestras de *C. bistrimaculata* en parcelas de ensayo de cultivo de colza localizadas en la Estación Experimental Agropecuaria Integrada Barrow (EEAI, MDA-INTA Barrow) ($38^{\circ} 20' \text{ LS}$, $60^{\circ} 13' \text{ LW}$, 120 m.s.n.m), ubicada a 12 km al noroeste de la ciudad de Tres Arroyos, en el kilómetro 487,5 de la Ruta Nacional N°3, Buenos Aires (Figura 8). La EEA MDA-INTA Barrow tiene un promedio de 756 mm de precipitaciones por año y el suelo se clasifica como un Paleudol Petrocálcico (Borda, 2016).



Figura 8. En amarillo, se indica el lote de colza muestreado para el presente ensayo, localizado en la EEA MDA-INTA Barrow, en cercanías de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires.

Con el objetivo de evaluar las diferencias de tamaño entre machos y hembras de *C. bistrimaculata* y su capacidad de transporte de polen de colza, se capturaron 20 hembras y 20 machos sobre flores de colza (Figura 9, A-B) mediante una red entomológica. Las capturas se realizaron en tres fechas en el mes de noviembre del año 2019, cuando el cultivo se encontraba en plena floración. Una vez capturados los insectos, se colocaron individualmente en tubos Falcon de 15 ml y se transportaron al Laboratorio de Estudios Apícolas (LabEA) del Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, donde se conservaron en freezer a -20 °C hasta el momento de su procesamiento.

Se cuantificó la cantidad de granos de polen sobre los cuerpos de los insectos siguiendo el protocolo de lavado descrito por Marconi y Gallez (2014). Cada ejemplar se “lavó” individualmente con 3 ml de una solución de 40 ml de agua destilada + 0.2 g de Tween 20 mediante agitación en vórtex (10 minutos); se retiró el insecto y se centrifugó 10 minutos a 2500 rpm. Seguidamente se descartó el sobrenadante, se agregó agua destilada al residuo hasta completar 1 ml, se homogeneizó la solución. Se contabilizaron los granos de polen de tres alícuotas en una cámara de Neubauer de 0,9 mm³ (Figura 10) bajo microscopio óptico binocular marca Zeiss, modelo Axiostar Plus, con un aumento de 400X. Se utilizó como dato el promedio de las tres alícuotas de cada muestra.



Figura 9. Individuos de *C. bistrimaculata* en flores de colza (A, B), y flora espontánea (C, D) a campo en la EEAI, MDA-INTA Barrow.



Figura 10. A= Elementos de laboratorio utilizados: 1= vórtex; 2= cámara de Neubauer; 3= tubo Falcon de 15 ml; 4= pipeta. B= parte superior hembras, parte inferior machos; C, D= Detalle de individuos de *C. bistrimaculata* en el laboratorio.

Por otro lado, a los individuos de *C. bistrimaculata* capturados se les tomaron las medidas de longitud del ala anterior derecha (LA), del ancho de cabeza (AC) y la distancia intertegular (DI) (Figura 11) utilizando un calibre digital marca Rok de 0,01 mm de precisión (Figura 12).



Figura 11. Parámetros medidos en los individuos de *Campsomeris bistrimaculata*. Longitud del ala anterior derecha (LA), ancho de cabeza (AC) y distancia intertegular (DI).



Figura 12. A= calibre digital B= detalle de pantalla de medición.

Los datos registrados fueron analizados con el fin de determinar diferencias estadísticas en el tamaño y la cantidad de polen de colza transportado por los insectos. Para los análisis estadísticos se siguió un diseño completamente aleatorizado y se utilizó el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2018). Previamente se corroboró la homocedasticidad y normalidad de los datos de recuento, los cuales se analizaron mediante Test de Student.

Resultados y Discusión

Las mediciones realizadas sobre un total de 40 individuos *C. bistrimaculata* mostró que el número promedio de granos de polen de colza que transportaron las hembras fue de 19079 ± 12029 y resultó significativamente mayor que el de los machos, de 12315 ± 7292 ($p < 0,05$). En la Figura 13, se observan los granos de polen de *B. napus* cuantificados en cámara de Neubauer.

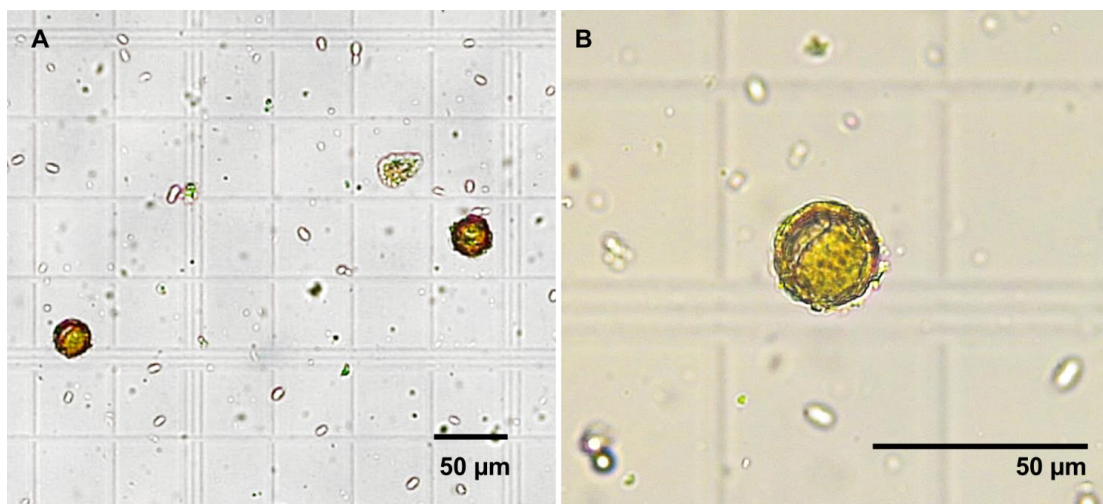


Figura 13. Granos de polen de colza recolectados sobre individuos de *Campsomeris bistrimaculata* observados al microscopio óptico en cámara de Neubauer. A= magnificación 100X. B= magnificación 400X.

De manera similar, las hembras tuvieron valores significativamente mayores de longitud del ala anterior derecha, el ancho de la cabeza y distancia intertegular que los machos ($p < 0,001$) (Figura 14, 15).



Figura 14. Detalle de individuos de *Campsomeris bistrimaculata*. A= macho; B= hembra.

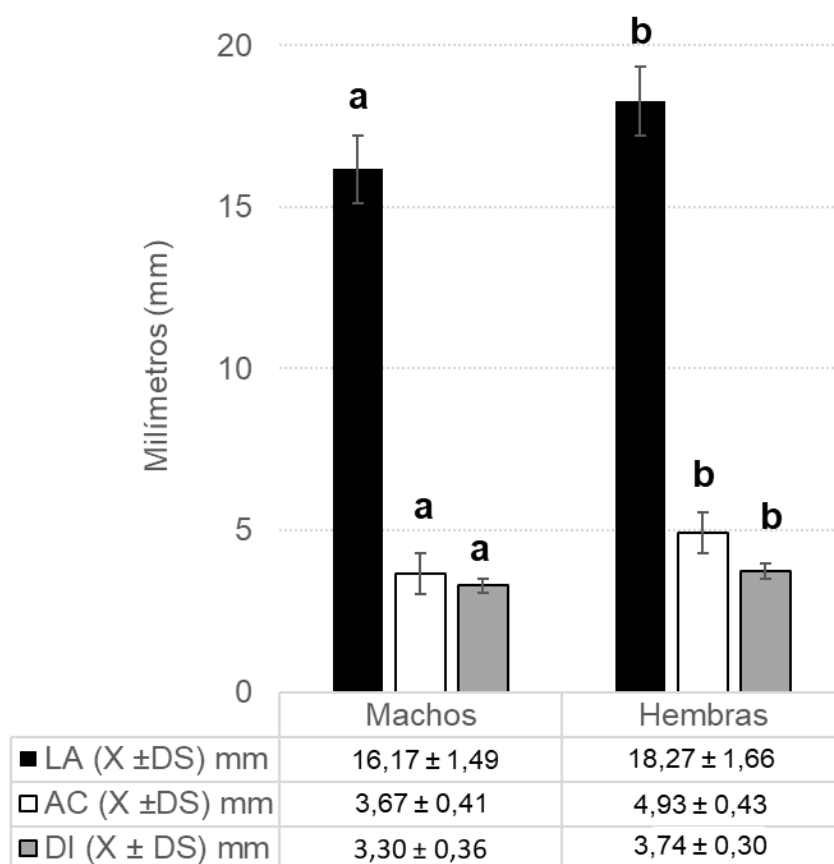


Figura 15. Longitud del ala anterior derecha (LA), el ancho de la cabeza (AC) y distancia intertegular (DI) en machos y hembras de *C. bistrimaculata* expresadas en milímetros. Letras iguales para la misma variable indican que no se detectaron diferencias significativas con $p > 0,01$ (Test de Student).

La presencia de suficiente cantidad de individuos de *Campsomeris bistrimaculata* en el sitio de estudio, coincidió con un estudio anterior sobre la diversidad de especies de himenópteros polinizadores en cultivo de colza realizado en la misma estación experimental que el presente trabajo. En el mismo, se había observado que *C. bistrimaculata* tenía gran presencia en el cultivo, destacándose por su abundancia e intensa actividad de pecoreo (Marinozzi et al., 2017).

En *Apis mellifera*, la distancia intertegular varía entre 2,77 mm y 3,04 mm (Medina, 2018), y las medidas promedio de longitud de ala anterior derecha en Argentina es de aproximadamente $9,07 \pm 0,20$ mm (Arca, 2016). Según los resultados de este trabajo, todas las dimensiones registradas del macho de *C. bistrimaculata* son notablemente

mayores que las de *A. mellifera*. La hembra de la avispa es aún más grande, pudiendo llegar a tener el doble de longitud de ala anterior derecha que la abeja.

El ancho de la cabeza de las hembras de *C. bistrimaculata* fue de $4,93 \pm 0,43$ mm en hembras y $3,67 \pm 0,41$ mm en machos. Según McMullan et al. (2006), el ancho de cabeza de *A. mellifera* es de $3,80 \pm 0,06$ mm. A pesar de que el ancho de cabeza ha sido ampliamente utilizado para la estimación del tamaño del cuerpo de las avispas del género *Philanthus* (O'Neill, 1983), esta medida es menos adecuada para comparar distintos géneros ya que la alometría de la cabeza varía reflejando el desarrollo mandibular/labial o la biología de nidificación (Cane, 1987).

En base a los resultados obtenidos, y comparando con la abeja melífera, es posible afirmar que la avispa *C. bistrimaculata* presenta gran tamaño corporal, y que, además, hay diferencias significativas entre el tamaño de los machos y las hembras.

Cuando un himenóptero visita las flores en busca de néctar, numerosos granos de polen se adhieren a sus pelos. El número de granos de polen de *B. napus* promedio cuantificado sobre *C. bistrimaculata* fue de 12315 para los machos y de 19079 para las hembras. La cantidad de polen presente en el cuerpo de *A. mellifera* pecoreando *Diplotaxis tenuifolia*, una especie espontánea con aptitud melífera fue de 37625 según Marconi y Gallez (2014). Dado que *B. napus* y *D. tenuifolia* pertenecen a la familia Brassicaceae y que el polen tiene tamaño similar y misma escultura (Halbritter et al., 2020), se podría pensar que la cantidad de polen transportado por las dos especies sería similar. Sin embargo, a pesar de la diferencia de tamaño, los valores de cantidad de polen sobre la avispa son muy inferiores a los obtenidos sobre la abeja melífera. La cantidad de polen que transporta la avispa podría estar influenciada por sus hábitos alimenticios y comportamiento. Por ejemplo, *C. bistrimaculata* no visita las flores para obtener polen, sino que, al ser un insecto predador, únicamente las visita para alimentarse de su néctar que le provee de energía inmediata para volar. El gran tamaño de la avispa se traduce en que una gran cantidad de polen se adhiera a su cuerpo, que luego será transportado entre las flores de colza, favoreciendo así la polinización cruzada. A pesar de ello, la enorme cantidad de polen que queda sobre el cuerpo de la abeja melífera responde, en parte, a que las abejas poseen pelos ramificados densamente compactados; a diferencia de las avispas, que presentan pelos simples (Thorp, 1979).

Otro factor para considerar es la abundancia relativa de las especies de polinizadores sobre el cultivo. En este sentido, Marinozzi et al. (2017) determinaron que el número de

himenópteros nativos, compuesto por varias especies de abejas y avispas, superó a la abeja melífera en cinco de las seis fechas de muestreo realizados con trampas de agua sobre colza en EEAI, MDA-INTA Barrow. Por lo tanto, para conocer el aporte de cada especie de polinizador, se necesitarán más estudios evaluando cada especie por separado y su abundancia relativa en el cultivo.

Conclusiones

El presente estudio constituye la primera determinación de cantidad de granos de polen de *B. napus* sobre el cuerpo de *C. bistrimaculata* en Argentina.

Además, se documentó que:

i) las hembras de *C. bistrimaculata* son significativamente de mayor tamaño que los machos.

ii) las hembras de *C. bistrimaculata* transportan mayor cantidad de granos de polen de colza que los machos.

iii) tanto los machos como las hembras de esta especie son abundantes y presentan gran actividad durante la floración del cultivo de colza.

Siendo *Campsomeris bistrimaculata* una especie nativa de Argentina de la cual existe poca información, sería importante ampliar su estudio en aspectos relevantes para el manejo sustentable del cultivo de colza y otros. Esta especie podría aportar al aumento de rendimiento del cultivo por contribuir a la polinización, además de ser controladora natural del complejo del gusano blanco, una de las plagas más perjudiciales de los cultivos de invierno. Así, su característica de especie doble propósito la convierte en un recurso nativo de importancia para su conservación y aprovechamiento. En este contexto, sería ampliamente recomendable el uso racional de fitosanitarios en la agricultura, implementando prácticas de manejo integrado que contemplen la conservación de especies nativas benéficas, como *Campsomeris bistrimaculata*, que están presentes en numerosos sitios de Argentina.

Bibliografía

Abbate, A., Campbell, J., Bremer, J., y Kern, W. 2018. The introduction and establishment of *Campsomeris dorsata* (Hymenoptera: Scoliidae) in Florida. *Florida Entomologist*, 101(3), pp.543-545.

Arca, O., Arca, B., y Silva, R.E.A. 2016. Características morfológicas, comportamiento higiénico y agresividad de abejas criollas *Apis mellifera* sp. *UCV Hacer*, 5(1), pp.16-23.

Barrow, C. E. I. 1996. El cultivo de colza canola. *Convenio MAAyP-INTA*.

Bailey, S., Requier, F., Nusillard, B., Roberts, S.P., Potts, S.G., y Bouget, C. 2014. Distance from forest edge affects bee pollinators in oilseed rape fields. *Ecology and Evolution*, 4(4), pp.370-380.

Biesmeijer, J., Roberts, S., Reemer, M., Ohlemuller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A., Potts, S., Kleukers, R., Thomas, C., y Settele, J. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5785), pp.351-354.

Borda, M. 2016. Características meteorológicas de la zona de Barrow. https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/INTADig_3b2cc75f4bdc39ce41026f8c18c9d133

Borg-Karlson, A. y Tengö, J. 1986. Odor mimetism? Key substances in *Ophrys lutea*-*Andrena* pollination relationship (Orchidaceae: Andrenidae). *Journal of Chemical Ecology*, 12, pp.1927-1941.

Bradley, J. 1957. The taxa of *Campsomeris* (Hymenoptera: Scoliidae) occurring in the new world. *Transactions of the American Entomological Society* 83(2), pp. 65-77.

Brothers, D.J. y Finnamore, A.T. 1993. Superfamily Vespoidea. En: Hymenoptera of the world: An identification guide to families (H. Goulet & JT Huber, eds.). *Agriculture Canada, Ottawa, Canada*, pp.161-278.

Cameron, S.A., Lozier, J.D., Strange, J.P., Koch, J.B., Cordes, N., Solter, L.F., y Griswold, T.L. 2011. Patterns of widespread decline in North American bumble bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(2), pp.662-667.

Cane, J.H. 1987. Estimation of bee size using intertegular span (Apoidea). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 60, pp.145-147.

Chamorro, A. M., y Bezus, R. 2023 CAPÍTULO 5 Morfología y ecofisiología del cultivo de colza. *Lino, colza y cártamo*, 85.

Ciotek, L., Giorgis, P., Benitez-Vieyra, S., y Cocucci, A. A. 2006. First confirmed case of pseudocopulation in terrestrial orchids of South America: pollination of *Geoblasta pennicillata* (Orchidaceae) by *Campsomeris bistrimacula* (Hymenoptera, Scoliidae). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 201(5), 365-369.

de Escobar, L. y Girón, M. 1982. Biología de la reproducción en las plantas superiores. *Actualidades Biológicas*, 11(41), 78-85.

Delaplane, K. y Mayer, D. 2000. *Crop Pollination by Bees*. CABI publishing.

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C. 2018. InfoStat (Versión 2018) [Computer software]. InfoStat group, Faculty of Agricultural Sciences, National University of Córdoba. <https://www.infostat.com.ar>

EcoRegistros. 2023. Avispa Escólida (*Campsomeris bistrimacula*) - Ficha de la especie. Accedido de <http://www.ecoregistros.org> el 30/06/2023.

Giannini, T., Boff, S., Cordeiro, G., Cartolano, E., Veiga, A., Imperatriz-Fonseca, V., y Saraiva, A. 2015. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie*, 46(2), pp.209-223.

Gómez, N., Miralles, D., Mantese, A., Menendez, Y., y Rondanini, D. 2018. Colza: Un cultivo con historia en la FAUBA, *Agronomía & Ambiente*. 38 (1), pp.23-36.

Goulson, D., Peat, J., Stout, J., Tucker, J., Darvill, B., Derwent, L., y Hughes, W. 2002. Can alloethism in workers of the bumblebee, *Bombus terrestris*, be explained in terms of foraging efficiency? *Animal Behaviour*, 64(1), pp.123-130.

Grissell, E. 2007. Scoliid Wasps of Florida, *Campsomeris*, *Scolia* and *Trielis* spp. (Insecta: Hymenoptera: Scoliidae). Institute of Food and Agricultural Sciences Extension Electronic Data Information Source, pp.1-9.

Halbritter H., Auer W., y Svojtka M. 2020. *Diplotaxis tenuifolia*. In: PalDat - A palynological database. https://www.palдат.org/pub/Diplotaxis_tenuifolia/303971; accessed 2023-03-03.

Iriarte, L. y López, Z. 2014. El cultivo de colza en Argentina. Situación actual y perspectivas. Actas del 1º Simpósio Latino Americano de Canola. Passo Fundo, RS, Brasil. 7pp. Disponible en: <http://www.cnpt.embrapa.br/slac/cd/pdf/Iriarte>, 20.

Kevan, P. y Baker, H. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology*, 28(1), 407-453.

Lennartson, T. 2002. Extinction thresholds and disrupted plant–pollinator interactions in fragmented plant populations. *Ecology*, 83(11), pp.3060-3072.

Marcellino, M., Chila Covachina, J., Sgarbi, C., Bertone, K., Yapur, A., y Ricci, E. 2016. Diversidad de Escarabaeidos en cinco localidades del noroeste de la Provincia de Buenos Aires. *Revista Núcleos*, 2, pp.11-17.

Marconi, A., y Gallez, L. 2014. Cuantificación de granos de polen en el cuerpo de *Apis mellifera*. XI Congreso Latinoamericano de Apicultura FILAPI 2014, Puerto Iguazú (Argentina), 4 al 6 de septiembre de 2014. *Libro de Actas* P157.

Marinozzi, L., Villamil, S., y Gallez, L. 2017. Himenópteros nativos y exóticos de *Brassica napus* L. en el centro sur de la provincia de Buenos Aires. In *IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico-CONCYT 2017*.

Mazzei, M., y Vesperini, J. 2017. Importancia del servicio de la polinización en el cultivo de la colza (*Brassica napus*). Facultad de ciencias agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

https://www.researchgate.net/publication/348807067_Importancia_del_servicio_de_la_polinizacion_en_el_cultivo_de_la_colza_Brassica_napus.

McMullan, J. y Brown, M. 2006. The influence of small-cell brood combs on the morphometry of honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 37(6), pp.665-672.

Medina, M. 2018. Reservas energéticas (carbohidratos, lípidos y proteínas) de abejas (*Apis mellifera* L.) a lo largo de un gradiente de urbanización en Pachuca, Hidalgo. Tesis doctoral. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

Mello, M., de Mendonça Santos, G., Mechi, M., y Hermes, M. 2011. High generalization in flower-visiting networks of social wasps. *Acta Oecologica*, 37(1), pp.37-42.

Mendham, N., Russell, J., y Buzza, G. 1984. The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oil-seed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*, 103(2), pp.303-316.

- Michener, C. 2000. *The Bees of the World* (Vol. 1). JHU press.
- Minagri. 2022. <https://www.magyp.gob.ar/datosabiertos/> (accedido en noviembre, 2022).
- Nath, R., Singh, H., y Mukherjee, S. 2023. Insect pollinators decline: an emerging concern of Anthropocene epoch. *Journal of Apicultural Research*, 62(1), pp.23-38.
- Nieves-Aldrey, J., Fontal-Cazalla, F., y Fernández, F. 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Universidad Nacional de Colombia. <http://hdl.handle.net/10261/79928>.
- Ollerton, J., Winfree, R., y Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), pp.321-326.
- O'Neill, K. M. 1983. The significance of body size in territorial interactions of male bees (Hymenoptera: Sphecidae, Philanthus). *Animal Behaviour*, 31(2), 404-411.
- Packer, L. 2023. *Bees of the World: A Guide to Every Family* (Vol. 5). Princeton University Press.
- Sabbahi, R., De Oliveira, D., y Marceau, J. 2005. Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) density on the production of canola (Crucifera: Brassicaceae). *Journal of Economic Entomology*, 98(2), pp.367-372.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca 2023. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura>.
- Stavert, J., Liñán-Cembrano, G., Beggs, J., Howlett, B., Pattemore, D., y Bartomeus, I. 2016. Hairiness: the missing link between pollinators and pollination. *PeerJ*, 4, p.e2779.
- Tomme, A. y Evans, E.J. 1992. Analysis of post-flowering compensatory growth in winter oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*, 118(3), pp.301-308.
- Thorp, R. 1979. Structural, behavioral, and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66(4), pp.788-812.
- USDA, 2022. United States Department of Agriculture. <https://www.fas.usda.gov/regions/argentina> (accedido en Noviembre, 2022).
- Wackers, F. L., Romeis, J., y van Rijn, P. 2007. Nectar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interactions. *Annual Review of Entomology*, 52, pp.301-323.

Zubiaga, L. y Vanzolini, J. 2019. Manejo integrado del gusano blanco o bicho torito (*Diloboderus abderus* Sturm.) en los cultivos y pasturas de ciclo invernal. *Boletín Técnico* N°3. ISSN 0328-3321. INTA.