

Beneficio de la polinización con abejorros del género *Bombus* sp.(Hymenoptera: Apidae) en tomate (*Solanum lycopersicum*)

Autor: Germán Héctor Lucero

Revisión bibliográfica para acceder al título de Especialista en Horticultura

Docente Tutor: MSc. Patricia Occhiuto

Abril 2024

Resumen

Diferentes autores describen en sus artículos que los insectos antófilos, como los abejorros, aumentan los rendimientos de frutos y semillas de muchas especies vegetales. Esto se realiza mediante polinización natural al aire libre o en algunos casos puede ser bajo cubierta en invernadero. La utilización de los abejorros como polinizadores en cultivos de tomate bajo cubierta, aún no está del todo desarrollada y al alcance de todos los productores hortícolas. En la presente revisión bibliográfica se presentan trabajos que hacen referencia al género *Bombus* y sus diferentes especies en la mejora de la producción de tomate en cultivos bajo cubierta. Se ha determinado en ellos, que la visita de abejorros a flores de tomate aumenta el porcentaje de fecundación entre 13 y 47%, también mejora significativamente el peso, el tamaño y el número de semillas por fruto, en comparación con la obtenida en flores no visitadas por estos insectos. Los diferentes estudios confirman que *Bombus sp.* es el género de “abejorros” más eficiente para el cultivo de tomate bajo cubierta. Se adapta perfectamente a un manejo agroecológico. Sin embargo, la introducción de abejorros exóticos para la polinización de los cultivos, en diversos países ha producido efectos no deseados en el ambiente, por lo que se plantea una controversia para la importación de dichos abejorros. Diferentes autores de todo el mundo recomiendan la utilización de colonias de abejorros nativos, para permitir a los productores de tomate bajo cubierta, aumentar la calidad y el rendimiento de sus cultivos. El objetivo de esta revisión es compilar los beneficios de la polinización con *Bombus sp.* y los factores implicados durante el proceso.

Palabras claves adicionales: Polinizadores, *Bombus sp.*, Horticultura, Cultivo bajo cubierta, *Solanum lycopersicum*

Abstract

Different authors describe in their articles that anthophylous insects, such as bumblebees, increase the fruit and seed yields of many plant species. This is done by natural outdoor pollination or in some cases it may be under greenhouse cover. The use of bumblebees as pollinators in tomato crops under cover is not yet fully developed and accessible to all horticultural producers. In the present bibliographic review are presented works that refer to the genus *Bombus* and its different species in the improvement of tomato production in crops under cover. It has been determined in them that the visit of bumblebees to tomato flowers increases the percentage of fertilization between 13 and 47%, also significantly improves the weight, size and number of seeds per fruit, compared to flowers not visited by these insects. The different studies confirm that *Bombus sp.* is the genus of

"bumblebees" more efficient for the cultivation of tomato under cover. It adapts perfectly to agro-ecological management. However, the introduction of exotic bumblebees for the pollination of crops in various countries has produced undesirable effects on the environment, therefore a controversy arises for the import of such bumblebees. Different authors from all over the world recommend the use of colonies of native bumblebees, to allow producers of tomato under cover, to increase the quality and yield of their crops. The objective of this review is to compile the benefits of pollination with *Bombus* sp. and the factors involved during the process.

Introducción

La gran mayoría de las especies de plantas angiospermas sólo producen semillas si los agentes polinizadores han transferido previamente el polen de las anteras a los estigmas de sus flores. Si este servicio no se realizara, muchas especies que interactúan entre sí y muchos procesos del ecosistema desaparecerían. Existen más de 200.000 especies de angiospermas que dependen de aproximadamente 100.000 especies de organismos polinizadores, por lo cual la polinización es esencial para el mantenimiento general de la diversidad biológica. (Maglianesi, 2016)

La polinización entomófila es indispensable para la producción global de alimentos, de modo que se considera un servicio ecosistémico clave. (Miñarro et al., 2018). Para optimizar tales servicios, es necesario asegurar la biodiversidad y permitir que se den las interacciones necesarias (Sarandón & Flores, 2014). Numerosos estudios indican que la producción de más del 80% de las especies cultivadas en el mundo depende, en mayor o menor medida, de organismos polinizadores, principalmente insectos y, dentro de estos, de las abejas (silvestres y domésticas). (Guiomar, 2016, Ecocolmena, 2017).

El polinizador ha de recibir una recompensa suficiente de su visita a las flores para convertirse en parte habitual de la actividad vital de éstas (FAO, 2008; Herrera, 2009). La disponibilidad de recursos florales es uno de los principales factores que amenazan la conservación de abejorros a nivel mundial (Williams y Osborne 2009).

La urbanización y la intensificación en la agricultura son los dos principales impulsores de la pérdida de la biodiversidad agrícola (Hennig y Ghazoul, 2012) y de la pérdida de poblaciones de polinizadores (Kennedy et al., 2013; Senapathi et al., 2015). Es probable que la disminución de polinizadores afecte la producción y costos de los cultivos, contribuyendo al desequilibrio alimentario y problemas de salud (Maglianesi, 2016).

Beneficio del zumbido en la polinización

Cada insecto polinizador tiene su propia eficiencia polinizadora, basada en características de comportamiento, tales como velocidad de alimentación, constancia floral, carga de

polen en el cuerpo, recolección y transferencia de polen al estigma (Said et al., 2017; Shaheen et al., 2017; Khan et al., 2012). La masa corporal de los polinizadores juega un papel clave en las redes de interacción ya que influye en la frecuencia, duración de las visitas y en la capacidad de contacto con los órganos reproductivos de las flores (Stang et al., 2009). Por otro lado, la longitud de la lengua determina aspectos ecológicos importantes como la selección de las flores, la eficiencia en la adquisición de los recursos florales y la efectividad en la polinización (Cariveau et al., 2016).

La polinización por zumbido, también conocida como “sonicación floral”, se refiere al proceso de liberación de polen de la antera de la flor mediante las vibraciones torácicas realizadas por los insectos polinizadores. Este proceso de polinización es frecuente y se informa en más de 50 géneros de polinizadores, incluidas varias especies de abejorros. (De Luca y Vallejo-Marín, 2013). A través de la polinización por zumbido, los abejorros pueden acceder a valiosos recursos de polen de más de 20.000 especies de plantas dicotiledóneas y monocotiledóneas de 72 familias cuyas flores exhiben anteras poricidas (Arceo-Gómez et al., 2011). Esto es particularmente frecuente en la región neotropical (Nunes-Silva et al., 2013; Vinícius-Silva et al., 2017). Se ha reportado en abejorros de *B. bellicosus* y *B. pauloensis*, que se encuentran recolectando néctar utilizan un mayor número de especies vegetales que las que colectan polen (Rossi et al., 2015).

Polinizadores del género *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) presentes en Argentina y Mendoza

En Argentina el género *Bombus* está representado por ocho especies neotropicales *Bombus atratus* Franklin, *Bombus bellicosus* Smith, *Bombus brasiliensis* Lepelletier, *Bombus dahlbomii* Guérin, *Bombus morio* (Swederus), *Bombus opifex* Smith, *Bombus baeri* Vachal y *Bombus tucumanus* Vachal y la especie paleártica introducida *Bombus ruderatus* Fabricius. Estos abejorros son robustos, pilosos y deben parte de su atractivo al gran tamaño de su cuerpo, con un promedio de 15 mm de largo, y al color de su pubescencia, a menudo con un patrón extraordinariamente variado. Los colores más comunes son: negro, amarillo, ferruginoso y blanco (Abrahamovich & Díaz, 2001). La distribución de estos abejorros es amplia, llegando una de estas especies (*B. dahlbomii*) hasta Tierra del Fuego (Abrahamovich, A.H. 2007). En la Provincia de Mendoza, están presentes *Bombus opifex*, *Bombus atratus* y *Bombus dahlbomii*. (Abrahamovich & Díaz, 2001) Estos abejorros son típicamente sociales, forman verdaderas colonias a partir de una reina fundadora, con generaciones de obreras infértiles, futuras reinas y machos. La duración de los ciclos de desarrollo varía dependiendo de la temperatura, la calidad y la cantidad de alimento. Para *B. atratus* se ha encontrado que cada ciclo oscila entre 26 a 31 días (Almanza, 2007). Las colonias se establecen formando nidos siempre protegidos,

subterráneos o sobre el suelo aprovechando los nidos construidos por otros animales, lugares escondidos entre la vegetación, piedras o viviendas. El nido se comunica al exterior por una sola abertura y está compuesto de celdas ovas y agrupadas que sirven para contener huevos, larvas, pupas, polen y miel (Almaza, 2007). Esta especie tiene una amplia distribución en Suramérica desde Colombia hasta Argentina; presenta una alta adaptabilidad a ambientes perturbados, tiene un amplio rango de distribución (desde 150 a 3200 msnm), muestra actividad constante durante todo el año y tiene varios ciclos de reproducción de sexados (reinas y machos). Estas características han despertado gran interés en la cría de colonias de *B. atratus* para implementarlas como estrategia de polinización de cultivos para Sudamérica (Salvarrey et al. 2013).

Manejo Agroecológico del cultivo con abejorros del género *Bombus*

Se sabe que algunos cultivos dependen totalmente de la polinización animal para dar fruto (por ejemplo, calabaza, calabacín, sandía, melón, kiwi) mientras que otros son capaces de generar el 90% de semillas o el máximo rendimiento de fruto sin ellos (por ejemplo, olivo, pimiento, quínoa, uva) (Klein et al., 2007). Los abejorros son importantes polinizadores en ecosistemas naturales y agrícolas, porque dependen del polen y del néctar para su alimentación y, cuando están presentes en los cultivos, su valor económico, se ve reflejado en el aumento de la producción de numerosas especies vegetales como tomate, pimiento, ciruela, fresa, frambuesa, manzana, melón, pera, girasol, alfalfa, tréboles, etc. (Pinillos y Cuevas, 2008; Abrahamovich, et al., 2007).

La agricultura orgánica combina abundancia y riqueza de polinizadores silvestres en comparación con la agricultura convencional (Kennedy et al., 2013), debido a la ausencia de insecticidas sintéticos y/o a mayores recursos florales no agrícolas. Como ejemplo de ello se puede mencionar el trabajo de Holzschuh et al., (2008) quienes determinaron que, en Alemania, la riqueza de especies de polinizadores aumentó en un 50%, y la de los abejorros aumentó un 150%, respectivamente, con una expansión del 15% en la superficie con manejo orgánico, en un establecimiento agropecuario alemán (Holzschuh et al., 2008). La siembra de cultivos con flores, en lugar de cultivos que no ofrecen recursos florales para los polinizadores, puede mejorar la presencia de polinizadores silvestres en paisajes heterogéneos (Holzschuh et al., 2013). Esto contribuye al mantenimiento y atracción de la diversidad de polinizadores naturales; además mejora la capacidad de recuperación de los servicios de polinización (Gutiérrez- Chacón et al., 2018; Nicholls y Altieri, 2013; Mandelik et al., 2012; Frimpong et al., 2011; Blüthgen & Klein, 2011; Winfree et al., 2008). Según resultados encontrados por Castro et al., 2013, la alta cantidad de flores que ofrecen las plantas aromáticas y la atracción que muchas especies de abejas y abejorros sienten hacia estas plantas, explican la superioridad del

número de especies de polinizadores presentes en estos sistemas (24 especies de polinizadores) sobre los sistemas que sólo cultivan hortalizas (10 especies).

Los agroecosistemas convencionales tienen un manejo diferente a la agricultura ecológica la cual favorece el mantenimiento de las relaciones entre especies de diversos taxones con el objetivo de promover la sostenibilidad ecológica. Estas relaciones son de vital importancia dado que influyen la capacidad de coexistencia de las especies y dan estructura y estabilidad a las comunidades biológicas. Aplicado a las interacciones planta-polinizador, el complemento funcional sugiere que una mayor diversidad de polinizadores contribuye a un mayor éxito de polinización de las plantas y, a su vez, que una mayor diversidad de flores puede satisfacer mejor los requisitos de los polinizadores. (Blüthgen y Klein, 2011). A nivel de especie, los resultados de los autores citados sugieren que las plantas son más especialistas y menos resilientes que los polinizadores, lo que indica que las plantas son más dependientes de polinizadores específicos, particularmente las especies nativas. Como resultado, habría un menor grado de resiliencia en las plantas, en caso de pérdida de alguna especie de polinizador en el agroecosistema. En contraste, los polinizadores del orden himenóptera no mostraron altos grados de especialización, lo que indica una mayor flexibilidad de los mismos a cambios en la oferta de flores gracias a su capacidad de vuelo que les permite encontrar recursos según su disponibilidad (Blüthgen y Klein, 2011).

Los actuales sistemas agrícolas intensivos mundiales se enfrentan a una potencial crisis debido a la tendencia actual de disminución de poblaciones de polinizadores naturales Como consecuencia de su falta de diversidad, (Martin, 2015) y de las formas de manejo. Al respecto, la profundidad y el método de labranza probablemente tengan diferentes impactos sobre los polinizadores y la polinización, debido a que muchas especies de abejorros colocan sus celdas de cría a 30 cm debajo de la superficie del suelo (Roulston & Goodell, 2011). Algunos estudios demuestran que la labranza cero puede mejorar las poblaciones de las abejas y abejorros sociales al respetar sus nidos debido a que muchas especies colocan sus celdas de cría a 30 cm debajo de la superficie (Roulston & Goodell, 2011).

El riego en zonas áridas puede promover la abundancia de insectos silvestres, por la mayor productividad de las plantas con flores, o por favorecer que el suelo sea más fácil de excavar para que los polinizadores puedan instalar sus nidos. Sin embargo, el riego por inundación puede ser perjudicial, en comparación con el riego por goteo, debido a la mayor probabilidad de inundar nidos de abejorros (Julier & Roulston, 2009).

En nuestro país, los estudios relacionados con la polinización son escasos. A pesar de esto, estudios científicos sobre la polinización realizados en Argentina arrojan resultados llamativos, demostrando el beneficio mutuo entre la diversidad de polinizadores y el rendimiento de las cosechas en pequeñas y grandes explotaciones (Garibaldi et al., 2016).

Insecticidas y fungicidas: Peligros para polinizadores

Los pesticidas agrícolas son citados en muchos trabajos como los responsables de la muerte de abejas y abejorros, y los neonicotinoides, son el grupo más mencionado entre los insecticidas (Forster 2009; Blacquiere et al., 2012, Rocha, 2012). Laycock & Cresswell (2013) determinaron que el Imidacloprid redujo la fecundidad de la reina de abejorros (*Bombus sp.*).

Se sabe que el fungicida clorotalonil afecta al “abejorro oriental” (*Bombus impatiens*) reduciendo el tamaño de su cuerpo (Hladik et al., 2016). La reducción del uso de insecticidas sintéticos que son tóxicos para los insectos polinizadores resulta en un importante beneficio (Tuell & Isaacs, 2010).

En un reciente estudio en Uruguay, en cultivos de tomate manejados de forma orgánica y convencional (con agroquímicos) en invernaderos abiertos, los rendimientos del cultivo de tomate fueron comparables, lo que pone de manifiesto que hay un amplio margen para reducir los insecticidas sintéticos sin pérdida de productividad en la producción de hortalizas (Scarlatto et al., 2022). Sin embargo, el uso de tarjetas azules, para controlar plagas, pone en peligro a los abejorros que se sienten atraídos por ellas. (Para Monitorear- Programa de manejo integrado de plagas, 2021) por lo que es importante tener en cuenta todos los factores de producción tanto en agricultura convencional como integrada y orgánica.

Controversias por la introducción de abejorros

El acondicionamiento artificial de colonias a partir de reinas fecundadas, provenientes de hibernación controlada o capturada en la naturaleza, o de remanentes de celdas de cría, permitió que algunas especies, en su mayoría europeas (*B. terrestris*, *B. ruderatus*) y dos especies de Norteamérica, (*B. impatiens* y *B. occidentalis*) fueran introducidas como polinizadores en algunos países y en la actualidad son utilizadas comercialmente (Goulson, 2003)

Goulson (2003a) evalúa el impacto producido por la introducción de estos abejorros *B. terrestris* y *B. impatiens* en nuevos ambientes y plantea cinco posibles efectos negativos: (1) competencia con visitantes florales nativos por el recurso floral; (2) competencia con organismos nativos por sitios de nidificación; (3) transmisión de patógenos a organismos nativos; (4) cambios en la producción de semillas de plantas nativas; y (5) polinización de

malezas no nativas. Según el autor, el tercer impacto podría ser considerado el más serio, ya que podría ser la causa de la disminución de los abejorros nativos (Morales 2007; Montalva et al. 2008; Potts et al., 2010). Al respecto, en varios de los países que han introducido abejorros exóticos se han reportado efectos no deseables por el desplazamiento de los abejorros nativos, por considerar que son polinizadores menos eficientes que sus congéneres nativos en algunas plantas nativas. En general, los abejorros exóticos prefieren especies de plantas no nativas lo que contribuye sustancialmente a la polinización de importantes malezas, si bien su efecto sobre la capacidad de invasión de las mismas no ha sido evaluado (Tanaka et al., 2007; Goulson, 2010; Winfree et al. 2011).

El abejorro *Bombus terrestris* (Apidae), ha sido introducido por razones comerciales en distintas partes del mundo como agente polinizador (Dafni et al. 2010), donde generalmente se ha convertido en una especie invasora con importantes efectos sobre la persistencia de especies nativas y conservación de la biodiversidad (Morales et al. 2013; Schmid-Hempel et al. 2014). Desde 1997, Chile ha importado más de 1.2 millones de colonias de abejorros de Bélgica, Eslovaquia e Israel. Allí esta especie está generando un problema ambiental y probablemente económico creciente, existiendo peticiones para cesar su importación y búsqueda de formas de control de sus poblaciones. Sin embargo, en el vecino país aún está permitida la importación de este abejorro. Por el contrario, en Argentina, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) ha rechazado reiteradamente solicitudes para importar estos abejorros para uso comercial (Veloza, 2013; Velthui y Van Doorn, 2006). Ambas especies han invadido Argentina con efectos negativos generalizados (Arbetman et al. 2013; Morales, Arbetman et al. 2013; Sáez, et al. 2014; Schmid- Hempel et al., 2014)

Respecto a la competencia por el nicho en áreas de nidificación, (efecto no deseado 2) Inoue et al. (2008) plantean que *B. terrestris* es uno de los principales responsables de las extinciones locales de *B. hypocritasapporoensis* en Japón, debido a la usurpación de nidos; aunque de preferencia utiliza madrigueras de roedores desocupadas (Inoue et al. 2008).

Existe evidencia de fuertes declives poblacionales de abejorros a lo largo de su distribución histórica, tanto en Chile como Argentina (Montalva 2012b, Morales et al. 2013, Schmid-Hempel et al. 2014, Polidori y Nieves 2015). Se plantea la posibilidad de un desplazamiento de *B. dahlbomii* (nativo) por parte de otro abejorro introducido, *B. ruderatus*. La especie *Bombus terrestris* invadió Argentina desde Chile. (Morales, 2007), siendo registrada su presencia por Torreta et al. (2006). A escala regional, estudios en la Patagonia revelan que, a sólo cinco años de la llegada de *B. terrestris*, éste se ha

convertido en el abejorro más abundante y extendido, y su propagación coincide con la retracción geográfica de la única especie nativa, *B. dahlbomii*.

En algunos casos, se ha encontrado que las abejas melíferas (Herbertsson et al., 2016) pueden tener un efecto negativo sobre las densidades de abejorros en paisajes homogéneos como los cultivos, lo que indica competencia interespecífica, y que la presencia de colonias de abejas reduciría el tamaño de abejorros de cuatro especies diferentes en Escocia (Goulson & Sparrow 2009). Los abejorros de lengua corta y larga, y por lo tanto la riqueza de especies de abejorros, son afectados negativamente por las abejas melíferas, y puede sugerir competencia entre las abejas melíferas y algunas especies de abejorros de acuerdo con los hallazgos de Wermuth y Dupont (2010) y Herbertsson et al. (2016). Se han verificado infestaciones de ácaros y otros patógenos en colmenas de abejorros (Graystock et al., 2013). Existe la posibilidad de que ciertas plagas puedan sortear el control sanitario (Montalva et al. 2008) al introducir a *B. terrestris* a un país. El peligro de la propagación de patógenos de *B. terrestris* criado de forma comercial a especies nativas de *Bombus* (efecto negativo 3) ha sido probado en América del Norte (Otterstater y Thompson, 2008). Los abejorros pueden albergar un número importante de ácaros que se transmiten verticalmente a través de la reina (Maggi et al., 2011). En la región Patagónica argentina se ha detectado la presencia de los protistas parásitos *Crithidiabombi* (Kinetoplastida) y *Apicystisbombi* (Apicomplexa), en individuos de *B. terrestris* en el noreste de la región Patagónica argentina, provenientes de Chile (Plischuk & Lange, 2009). Natalia Arbulo, en datos sin publicar, ha encontrado en diferentes poblaciones de *B. atratus* y *B. bellicosus* de Uruguay una alta prevalencia del microsporidio *Nosemacerana*. (Salvarrey et al. 2013). En Argentina se reporta por primera vez la presencia del parásito *Apicystisbombi* en muestras de *B. ruderatus* y de *B. dahlbomii* recolectadas posteriormente a la invasión de *B. terrestris*. Dado que los abejorros invasores pueden desplazar rápidamente a sus congéneres nativos e introducir enfermedades, se debería desalentar la introducción de especies de abejorros exóticos en regiones donde no son nativos. (Arbetman Marina P., 2017). Sin embargo, en un reciente trabajo realizado en Colombia, donde no se han introducido abejorros exóticos, se encontraron en abejas (*Apis mellifera*) y en abejorros nativos (*B. atratus*) los parásitos de los cuales se les acusa ser portadores a los *Bombus* exóticos. En estos estudios la prevalencia de *Apicystisbombi*, *Crithidiabombi* y *Nosemaceranae* fue notablemente alta. Según otros estudios, los dos primeros podrían haber sido co-introducidos en Sudamérica con abejorros exóticos como *Bombus terrestris* o *Bombus ruderatus*. (Gamboa Viviana et al., 2015). Graystock y col. (2013) en Inglaterra, compraron abejorros a diferentes empresas europeas y los examinaron en busca de parásitos de los que

supuestamente se encontraban libres, pero el resultado fue la presencia de múltiples patógenos, entre ellos *A. bombi*, *N. bombi* y *C. bombi*.

Crianza de abejorros nativos para su uso como polinizadores

Con el propósito de mitigar el impacto de la melito fauna exótica (utilizada para polinizar cultivos de importancia económica) en las poblaciones de abejas y abejorros de ecosistemas nativos, muchos países iniciaron la búsqueda de abejorros nativos con potencial para ser incluidas en programas de polinización de cultivos (Palma et al. 2008). En Colinas, Pakistán, ha sido seleccionada la cría de la especie de abejorro indígena o autóctona, *B. haemorrhoidalis* Smith, para evitar los problemas que conlleva la invasión de especies exóticas (Sheikh et al., 2014). En San Andrés Cholula, México, un estudio con diferentes especies de abejorros incluyendo *B. ephippiatus* (nativo), determinó que es posible realizar la cría en cautividad de estas especies con fines comerciales (Vergara y Buendía, 2012). A nivel nacional también se están realizando trabajos para producir abejorros nativos en cautividad con el fin de mejorar la polinización de cultivos bajo cubierta. Al respecto, en la provincia de Tucumán, el INTA junto a una empresa privada realizaron con éxito la crianza en cautividad de un abejorro nativo (*B. atratus*) (INTA informa, 2019). En la provincia de Mendoza, un productor apícola elevó a consideración de las autoridades (Dirección de Recursos Naturales Renovables. SAyOT, 2018 y 2019) una propuesta de crianza de abejorros nativos (*B. opifex*) para utilizarlos en la polinización de cultivos de tomate bajo cubierta. El proyecto, en el cual se solicitaba la captura de un plantel de cría de 300 ejemplares se tramitó en Expediente N° 04241938-19 y Exte. 2019-04242199.GDEMZA-DRNR#SAyOT el cual fue evaluado por investigadores del Consejo Científico Tecnológico (CCT MENDOZA). El informe del Conicet dispuso “en base a la información disponible, se recomienda autorizar la colecta de un máximo de 10 reinas del abejorro *Bombus opifex* para el desarrollo de la cría en cautiverio, con una colecta de un máximo de dos reinas por sitio, en cinco sitios distanciados por al menos diez km entre sí”. Dada la imposibilidad de trabajar con un plantel inicial tan exiguo, se desistió del proyecto (Chambouleyron, M. 2020; comunicación personal).

Cultivos bajo cubierta

Los cultivos en invernadero proporcionan beneficios sustanciales a los agricultores y crean oportunidades de empleo para la población rural, porque estos requieren más mano de obra en comparación con otros cultivos, y requieren un gran cuidado para obtener el máximo rendimiento (Abrol et al., 2017; Adgaba et al., 2016).

En los sistemas de cultivo bajo cubierta se realiza una alta inversión en infraestructura, insumos y mano de obra por unidad de área, ya que los incrementos que se logran en la productividad de los cultivos, el mejoramiento en la calidad de las cosechas, el uso eficiente de los recursos y la posibilidad de obtener producción durante todo el año generan una alta rentabilidad (Guerra-Sanz, 2008).

Abejorros como *B. impatiens* pueden ser utilizados en cultivos bajo invernadero de hortícolas tales como tomate, pimiento, berenjena, calabaza, melón y fresa en un rango de temperatura de entre 15 a 32 °C. Los abejorros adultos (hembras) salen de la colmena a recolectar polen y néctar (dependiendo del tipo de flor) con el propósito de alimentar a las crías o estadios inmaduros (Koppert Biological Systems, 2010). En Europa, diferentes especies de abejorros incluyendo *B. terrestris*, *B. impatiens*, *B. ignitus* y *B. ephippiatus* se crían todo el año para satisfacer las necesidades de polinización (Vergara y Buendía, 2012).

Cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero

Dentro de los principales productores de tomate a nivel internacional están; China, India, Estados Unidos, Vietnam, Turquía, Irán, Rusia, Egipto, México y España. Mientras que los que destacan en las importaciones en el mundo son: Estados Unidos, Alemania y la India. Los principales exportadores son: China, México y países bajos (CEDRSSA, 2020). La producción promedio anual de tomate argentino de los últimos años se ubica en torno a 1.100.000 toneladas en 17.000 hectáreas productivas. El mercado se divide en mercado fresco e industria. Aproximadamente entre 60 y 70 % se destina a consumo en fresco y entre 30% al 40% restante, a la industria. En cuanto a las hectáreas cultivadas en territorio provincial, el 92 % de la superficie está implantada con tomate para industria y ocupa el tercer lugar de la superficie hortícola estival de la provincia, con el 20%. El tomate es la especie más cultivada después de la papa (27%) y el zapallo (24%). De las parcelas de tomate, el 78% se realizan a campo (3.054 hectáreas), mientras que el 22% restante se realiza de forma protegida (291 hectáreas), es decir que en cuanto a hectáreas concentran muy poca superficie (Gobierno de Mendoza, 2022). A pesar de ello, la producción protegida es una tendencia actual ya que asegura que el cultivo llegue a cosecha y mejora la calidad de los frutos obtenidos aumentando así su valor por lo que se espera que dichas superficies aumenten a lo largo del tiempo.

Manejo de la polinización de cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) por *Bombus* sp.

Los abejorros presentan características morfológicas y comportamentales que los convierten en excelentes polinizadores, motivo por el cual en la actualidad han adquirido

protagonismo en la actividad agrícola. En este sentido, en Uruguay, se ha comprobado que pueden contribuir sustancialmente en la producción de cultivos comerciales tales como el tomate (*Solanum lycopersicum*) (Salvarrey et al., 2017; 2020). No obstante, el valor de estos abejorros nativos no se restringe a cultivos agrícolas sino que tienen un rol muy relevante en la conservación de la diversidad vegetal en general, ya que polinizan un gran número de especies vegetales silvestres (Arbulo et al., 2011; Rossi et al., 2015; Santos et al., 2017; Salvarrey, 2020).

Una polinización adecuada es esencial para asegurar una formación correcta de los frutos de tomate y una producción óptima. (González, 2007). En lo referente a la utilización de insectos para la polinización. Como consecuencia de la anteriormente mencionada falta de atracción de las flores de tomate para los polinizadores se han puesto en práctica las diferentes prácticas culturales citadas anteriormente. Al respecto es importante destacar que el método más expandido, la aplicación exógena de hormonas, conocida en la práctica como “hormoneo” ha demostrado ser eficaz pero requiere de mano de obra especializada en la aplicación, la cual no suele estar disponible una vez comenzada la cosecha. Además, la fruta que se obtiene a partir de esta técnica es de escasa calidad, pobre gusto y carente de semilla y de masa gelatinosa.

El insecto más utilizado para la polinización ha sido durante cientos de años, la “abeja de miel” *Apis mellifera*. Pero *Apis sp.*, no trabaja eficientemente sobre las flores de tomate y/o en ambientes confinados como lo son los invernaderos o bajo malla antigranizo. Es por esa razón que la polinización entomófila ha quedado vacante durante decenios. Los abejorros (*Bombus spp.*), son excelentes polinizadores de las flores de tomate y, producen resultados mucho mejores que las abejas, que la vibración manual o la autopolinización (Palma et al. 2008; Choi et al., 2009; Torres-Ruiz y Jones 2012). Los abejorros del género *Bombus* son considerados como polinizadores altamente eficientes en las especies de solanáceas, debido a su comportamiento de vibración que es necesario en estas especies hortícolas para la apertura de las anteras y la liberación del polen (Aldana, 2007). Como consecuencia de lo anterior, en Europa, el tomate es el primer cultivo hortícola en el que la polinización realizada con abejorros (*Bombus sp.*) ha desplazado por completo a la polinización manual, creando al mismo tiempo una actividad comercial de muchos millones de euros (Rundlöf y Smith, 2011).. Existen diversas citas de estudios realizados en invernaderos, evaluando la acción como polinizadores de tomate los géneros *Bombus* y otros (Palma et al. 2008, Vergara y Fonseca- Buendía 2012). En tan sólo cinco años, estos porcentajes han cambiado siendo el 99% de los agricultores los que empleaban abejorros polinizadores en sus invernaderos (González, 2007). El empleo de *Bombus terrestris*, aporta una alternativa muy buena que asegura una producción de excelentes tomates bajo plástico. González

(2007) menciona que en estudios en tomate bajo condiciones de invernadero los abejorros fueron la mejor alternativa para hacer más efectiva la polinización y la fructificación. La visita de los abejorros a las flores, aumentó el porcentaje de fruta fijada entre 13 y 47%, en comparación con la obtenida en flores no visitadas por los insectos. También mejoró significativamente el peso, el tamaño y el número de semillas en comparación con los frutos obtenidos de las flores sin acceso a polinizadores (Velthuis, et al. 2006). En México, durante los primeros años el empleo de abejorros en el cultivo de tomate bajo plástico era de sólo un 5 - 10 %, empleándose fitohormonas en el 80 - 90 % de los casos. En nuestro país, en la provincia de corrientes, el uso de *B. atrattusen* cultivos de invernadero, ha sido una gran estrategia a nivel comercial y ha sustituido técnicas como el uso de vibradores eléctricos o la aplicación de fitohormonas para estimular el crecimiento de los frutos. (Veloza, Lucía E., 2013).

Hay pocos estudios sobre resultados a campo abierto (Macias-Macias et al. 2009, Silva-Neto et al. 2013, Silva-Neto et al. 2016). En la implementación de estrategias de polinización de cultivos es importante considerar que la viabilidad de las colonias de abejorros (crecimiento, desarrollo y actividad polinizadora), depende tanto de la oferta de recursos florales como de la cantidad, tipo de polen, y del néctar (Paoli et al., 2014; Stabler et al., 2015). Se estima que los *Bombus* pueden visitar hasta 450 flores por hora. Una colmena consta normalmente de 50 a 60 obreras y puede polinizar de 1000 a 3000 m² de cultivo (2.000 m² en tomates redondos y 1.250 m² en tomates tipo Cherry aproximadamente) con una esperanza media de vida de 6 a 8 semanas. El número de colonias necesarias para una polinización efectiva depende, además, del tipo de invernadero o túnel, de la estación del año, de la variedad de tomate, de la densidad de plantación y de la presencia de flores silvestres, (Romo-Chacón & Acosta-Muñiz 2009). Los factores ambientales que influyen principalmente en la eficiencia polinizadora de los abejorros son dos: la temperatura y la luz. Cuando estos factores son demasiado elevados o bajos retardan la intensidad de pecoreo en cultivo de tomate en invernadero. Se pudo observar, un rendimiento de 12,329 kilogramos por metro cuadrado, con abejorros, mientras que el lote con manejo convencional alcanzó un rendimiento de 10,329 kg/m² (Roman y Szczêsna, 2008). Aguilar et al (2010) determinaron que aunque el tomate presenta alto porcentaje de autopolinización, al ser polinado por *B. atratus* en condiciones de invernadero, se produjo un aumento en el número de granos de polen que entran en contacto con el estigma, lo que lleva al aumento en el número de semillas, produciéndose frutos de mayor tamaño y de mayor valor comercial. Las comparaciones de las medias de los tratamientos indicaron que los frutos producidos en condiciones de polinización abierta fueron de mayor tamaño (6.90 cm) que los frutos de la polinización eólica (6,02 cm) y la autopolinización (5.19 cm), (Bashir M.A. et al. 2017). Además del

peso y tamaño como factores de importancia para el valor de un cultivo de tomate, se demostró que la cantidad de semillas afecta las características sensoriales de los tomates, resultando los tomates polinizados por insectos preferidos sobre los polinizados con otros medios. (Hogendoorn et al, 2010). En el caso de que el polen se transfiera inadecuadamente al estigma ("déficit de polinización"), la producción de semillas se ve afectada, lo que resulta en rendimientos de cultivo subóptimos. (Vaissière et al. 2011). Para la producción de tomate es importante controlar la intensidad de las visitas de abejorros porque un alto nivel de visitas dañan los órganos reproductores de las flores, causando aborto (Morse 2009).

Ventajas del uso de polinización entomófila en tomates de invernadero

Los polinizadores, deben adaptarse a las condiciones atípicas del invernadero, que afectan a su actividad: la profunda alteración del clima, los tratamientos químicos para el control de plagas y enfermedades, así como las coberturas plásticas con aditivos que reducen la luz, dificultando su visión (Klein et al., 2007; Rundlöf y Smith, 2011).

En cultivos de tomate bajo invernadero, túneles o malla, las corrientes de aire son de menor intensidad y la presencia natural de insectos polinizadores es reducida, en parte porque la flor del tomate no produce néctar, por lo que no se genera un adecuado movimiento de la flor y la polinización no es efectiva. Para resolver este problema, han sido desarrolladas diferentes tecnologías que incrementan la polinización del tomate. Entre ellas se encuentran vibradores eléctricos para la planta, sopladores de aire, aspersión de agua pulverizada sobre las flores, vibraciones de los tutores de alambre, aplicaciones de agroquímicos y más recientemente, el uso de colmenas del abejorro *Bombus terrestris* (Torres, 2017). En otros países se ha comprobado que esta práctica incrementa en un 34 % la producción, además de eliminar la malformación de la fruta (Escobar y Lee, 2009). Otra ventaja fundamental de la polinización entomófila es el uso eficiente y la optimización de la mano de obra para el manejo del cultivo, ya que se elimina la tarea de "hormoneo" de las flores.

La producción bajo invernadero demanda amplios conocimientos en sus diferentes actividades, como por ejemplo, el manejo de las plagas y enfermedades. Sañudo (2013), indica que en los últimos años la producción de tomate en invernadero en México ha disminuido debido a diversos factores, entre ellos, la incidencia creciente de plagas y enfermedades, como consecuencia del uso indiscriminado de insecticidas ya que genera resistencia en los insectos y patógenos en las plantas, esto causa que cada vez sea más difícil de controlar una determinada población de insectos; por lo que, los productores deben implementar técnicas de manejo de dichas plagas que son agresivas con el medio ambiente. El uso de colmenas de abejorros en la polinización obliga a modificar el

esquema sanitario que se aplica sobre el cultivo de tomate, los agricultores ven de inmediato los beneficios que conlleva en términos de calidad y de cantidad el uso de *Bombus*, y por lo tanto, son más cuidadosos en la aplicación de pesticidas. Como consecuencia actualmente se está desarrollando una nueva línea de productos fitosanitarios, de bajo impacto, que emplea el control biológico de plagas, que permite un producto final más sano y mejor para todos los actores de la cadena. De este modo, se pone en marcha un círculo virtuoso disminuyendo el riesgo que opera sobre los trabajadores, sobre los agricultores y finalmente, sobre los consumidores. (Veloza, Lucía E., 2013). Al respecto, Veloza (2013) determinó que el control etológico y biológico son grandes aliados de la técnica de polinización entomófila, ya que proporciona un ambiente adecuado para la implementación de colonias de *Bombus atratus* en cultivos comerciales de tomate por lo que es conveniente continuar investigando en este campo para lograr un uso masivo de la polinización con *Bombus* nativos que conllevan el cambio de paradigma productivo hacia la producción integrada u orgánica favoreciendo al agroecosistema en varios factores.

Consideraciones finales

1. Los adultos del género *Bombus* se adaptan al cultivo de tomates en invernadero, en comparación a *Apis*, cuyos adultos no trabajan en ambientes confinados.
2. Los abejorros del género *Bombus* aumentan la producción del cultivo de tomate en invernadero, por sus características morfológicas que le ayudan a visitar más flores y ser más eficientes en la distribución del polen.
3. La visita de los abejorros a las flores aumenta la calidad de los frutos (peso, tamaño y número de semillas por fruto)
4. El uso de *Bombus* como polinizador, disminuye el uso de agroquímicos de tomate en invernadero, resultando en frutos con una menor probabilidad de residuos y además se realiza un cultivo más amigable con el medio ambiente.
5. La prohibición de importación y comercialización de abejorros exóticos, no ha impedido el ingreso de *Bombus terrestris* desde países limítrofes como Chile.
6. La cría masiva de abejorros autóctonos para utilizarlos en servicios de polinización de cultivos hortícolas bajo cubierta (sea polietileno o malla antigranizo), podría ser una oportunidad empresarial para quien decida ofrecer colmenas con *Bombus sp.*, sin embargo, esta actividad de crianza en cautividad, aún no está desarrollada en la Provincia de Mendoza.
7. Los estudios de Institutos de Investigación gubernamentales y/o privados, no han podido incorporar aún los abejorros nativos de cada región a la crianza comercial,

por lo que es imperioso continuar estos estudios, para evitar la utilización de los abejorros exóticos.

Agradecimientos: a Dios, Marcelo Scordo, Sonia Calabria, Javier Poblet y Luis Gómez.

Bibliografía:

Abrahamovich, A.H., Díaz N.B. & Lucia M. 2007. Identificación de las “abejas sociales” del género *Bombus* (Hymenoptera, Apidae) presentes en la Argentina: clave pictórica, diagnosis, distribución geográfica y asociaciones florales. *Revista de la Facultad de Agronomía* 106(2): 165-176.

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15694>

Abrahamovich, A.H. & N.B. Díaz. 2001. Distribución geográfica de las especies del género *Bombus* Latreille (Hymenoptera, Apidae) en Argentina. *Revista Brasileira de Entomología* 45(1): 23-36.

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/documentos/sipcyt/bfa004634.pdf>

Abrol, D.P., Gorka, A.K., Ansari, M.J., Al-Ghamdi, A., Al-Kahtani, S., 2017. Impact of insect pollinator on yield and fruit quality of strawberry. *Saudi J. Biol. Sci.*

<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.003>.

Adgaba, N., Al-Ghamdi, A., Tadesse, Y., Getachew, A., Ansari, M.J., 2016. Pollination biology and spatio-temporal structuring of some major *Acacia* species (Leguminosae) of the Arabian Peninsula. *Pak. J. Bot.* 48, 1517–1526.

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163307836>

Aguilar M.L, F Cantor, J.R Cure y D Rodríguez. 2010. Integración del conocimiento y tecnología de la polinización y control biológico. Producción sostenible de tomate. Universidad Militar Nueva Granada.

https://www.researchgate.net/publication/283123250_Integracion_de_conocimientos_y_tecnologias_de_polinizacion_y_control_biologico_Produccion_sostenible_de_tomate

Aldana, J., J.R. Cure, T. Almanza, D. Vecil & D. Rodríguez, 2007. Efecto de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) sobre la productividad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero. *Agronomía Colombiana* 25: 62-72.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99652007000100008&script=sci_arttext

Almanza, M. T. 2007. Management of *Bombus atratus* bumblebees to pollinate Lulo (*Solanum quitoense* L), a native fruit from the Andes of Colombia. *Ecology and Development Series No. 50*. ZFT. Bonn, Alemania.

https://cu villier.de/uploads/preview/public_file/3092/9783867271875.pdf

Arbetman M.P., 2017. La declinación de abejorros (*Bombus*) y sus potenciales causas, a distintas escalas espaciales. p. 2-3.

<http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/183>

Arbetman, M. P., Meeus, I., Morales, C. L., Aizen, M. A., & Smagghe, G. (2013). Alien parasite hitchhikes to Patagonia on invasive bumblebee. *Biological Invasions*, 15, 489–494.

<https://doi.org/10.1007/s10530-012-0311-0>

Arbulo N., Santos E., Salvarrey S. & C. Invernizzi. 2011. Proboscis Length and Resource Utilization in Two Uruguayan Bumblebees: *Bombus atratus* Franklin and *Bombus bellicosus* Smith (Hymenoptera: Apidae). *Neotropical Entomology*, 40(1): 72-77.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000100010>

Arceo-Gómez, G., Martínez, M.L., Parra-Tabla, V. and García-Franco J.G. (2011) Anther and stigma morphology in mirror-image flowers of *Chamacristachamaecristoides* (Fabaceae): implications for buzz pollination. *Plant biology*, 13, 19–24.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1438-8677.2010.00324.x>

Bashir M.A. et al. (2017) Role of pollination in yield and physico chemical properties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X17302425>

Blacquiere, T., Smagghe, G., Gestel, C.V. & Mommaerts, V. (2012) Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology*, 21, 973–992. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880915301717>

Blüthgen N, Klein A. Functional complementarity and specialization: The role of biodiversity in plant-pollinator interactions. *Basic Appl Ecol*. 2011; 12(4):282-291. Doi:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1439179110001350>

Cariveau DP, Nayak GK, Bartomeus I, Zientek J, Ascher JS, Gibbs J, et al. The allometry of bee proboscis length and its uses in ecology. *PLOS ONE*. 2016; 13(11):e0151482. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151482>.

Castro D, Díaz J, Serna R, Martínez M, Urrea P, Muñoz K, Osorio E. Cultivo y Producción de Plantas Aromáticas y Medicinales. 2da Edición. Fondo Editorial Universidad Católica del Oriente. Antioquía, 2013.

<https://repositorio.uco.edu.co/bitstream/20.500.13064/278/11/Libro.pdf>

CEDRSSA, (2020). Análisis de la producción y consumo de las hortalizas. Recuperado el 05 de noviembre de 2021. En

http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/88Ana%CC%81lisis_produccio%CC%81n_consumo_hortalizas.pdf

Choi YH, Kang NJ, Park KS, Chun H, Cho MW, Um, YC, You HY (2009) Influence of fruiting methods on fruit characteristics in cherry tomato. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology* 27(1):62-66.

http://www.favri.org.vn/images/2019/Bai_bao/71919-Yield-and-fruit-characteristics-4.pdf

Dafni, A., Kevan, P., Gross, C. L. & Goka, K. (2010). *Bombus terrestris*, pollinator, invasive and pest: An assessment of problems associated with its widespread introductions for commercial purposes. *Applied Entomology and Zoology*, 45 (1): 101-113. <https://doi.org/10.1303/aez.2010.101>

De Luca, P.; Vellejo-Marin, M. What's the 'buzz' about? The ecology and evolutionary significance of buzz-pollination. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2013, 16, 429–435. [CrossRef] [PubMed]

https://plant-evolution.org/Papers%20PDF/DeLuca%20and%20Vallejo-Marin_2013_Buzz-pollination%20review.pdf

Dirección de Recursos Naturales Renovables. SAyOT. (2019) Informe Conicet-captura abejorros. Exte N 04241938-19.

Dirección de Recursos Naturales Renovables. SAyOT. (2018) Solicitud autorización criadero abejorros silvestres nativos. Exte. 2019-04242199.GDEMZA-DRNR#SAyOT

Ecocolmena. (2017). Importancia de la polinización para una agricultura sostenible. <https://www.ecocolmena.org/la-importancia-de-la-polinizacion-para-una-agricultura-sostenible/>

Escobar, H., & Lee, R. (2009). Manual de producción de tomate bajo invernadero. Universidad Jorge Tadeo Lozano.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6QZHEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+Escobar,+H.,+%26+Lee,+R.+\(2009\).+Manual+de+producci%C3%B3n+de+tomate+bajo+invernadero.+Universidad+Jorge+Tadeo+Lozano.+DOI&ots=JmzmX8SvLr&sig=A9EylwbVwT3GhskcQcq2DMmcbUw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6QZHEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+Escobar,+H.,+%26+Lee,+R.+(2009).+Manual+de+producci%C3%B3n+de+tomate+bajo+invernadero.+Universidad+Jorge+Tadeo+Lozano.+DOI&ots=JmzmX8SvLr&sig=A9EylwbVwT3GhskcQcq2DMmcbUw#v=onepage&q&f=false)

FAO (2008). Rapid assessment of pollinators' status: A contribution to the international initiative conservation and sustainable use of pollinators. FAO, Rome, 124 pp. <https://www.fao.org/3/i1046e/i1046e00.pdf>

Forster, R. (2009) Bee poisoning caused by insecticidal seed treatment of maize in Germany in 2008. *Julius-Kuhn-Archiv*, 423, 126–131 https://www.researchgate.net/publication/277828441_Bee_poisoning_caused_by_insecticidal_seed_treatment_of_maize_in_Germany_in_2008

Frimpong, E.A., Gemmill-Herren, B., Gordon, I., & Kwapong, P.K. (2011) Dynamics of insect pollinators as influenced by cocoa production systems in Ghana. *Journal of Pollination Ecology*. 5: 74–80. <https://pollinationecology.org/index.php/jpe/article/view/111/16>

Gamboia, Viviana; Ravoet, Jorgen ; Brunain, Marleen; Smaghe, Guy; Meeus, Ivan; Figueroa, Judith; Riaño, Diego; Dirk C. de Graaf. Patógenos de la abeja encontrados en *Bombus atratus* de Colombia: un estudio de caso. *Revista de patología de invertebrados*. Vol. 129. Julio 2015. Pág.36 a 39.

<https://10.1016/j.jip.2015.05.013>

Garibaldi L., Carvalheiro L., Vaissière B., Gemmill-Herren B., Hipólito J., Freitas B., Ngo H., Azzu N., Sáez A., Åström J., An J., Blochtein B., Buchori D., Chamorro García F., Oliveira da Silva F., Devkota K., Ribeiro M., Freitas L., Gaglianone M., Goss M., Irshad M., Kasina M., Pacheco Filho A., Piedade Kiill L., Kwapong P., Parra G., Pires C., Pires V., Rawal R., Rizali A., Saraiva A., Veldtman R., Viana B., Witter S. & Zhang H. (2016) *Revista Science*. 351 (6271): 388-391.

<https://doi.org/10.1126/science.aac7287>

Gobierno de Mendoza (2022). La superficie cultivada con tomate en Mendoza se incrementó 29,5% en el último año. IDR.

<https://www.idr.org.ar/nuevo-informe-cultivo-de-tomate-industria-en-mendoza/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20promedio%20anual%2C%20de,40%20%25%20restante%20para%20la%20industria.>

González Rodrigo, 2007. Polinización con abejas en Invernaderos.

www.noticiasapicolas.com/invernadero.htm.

Goulson D. 2010. *Bumblebees. Behavior, ecology and conservation*. 2a edición, Oxford University Press, New York, 330 pg.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=F6wVDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Goulson+D.+2010.+Bumblebees.+Behavior,+ecology+and+conservation.+2a+edici%C3%B3n,+Oxford+University+Press,+New+York,+330+pg.&ots=3Vtzy6xrS&sig=DtnOt_6D4wsbljHrPjDtWyMIY0#v=onepage&q&f=false

Goulson, D. & Sparrow, K. R. (2009). Evidence for competition between honeybees and bumblebees; effects on bumblebee worker size. *Journal of Insect Conservation*, 13 (2): 177-181.

<https://doi.org/10.1007/s10841-008-9140-y>

Goulson D. 2003a. *Bumblebees: their behavior and ecology*. Oxford University Press, UK.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=doYgikR6ZjcC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Goulson+D.+2003a.+DOI:+Bumblebees:+their+behaviour+and+ecology.+Oxford+University+Press,+UK.+&ots=imwOkQ5ZHT&sig=MYQValnxNebkn_IRSF8F2qRP5Rw#v=onepage&q&f=false

Goulson, D. (2003). Efectos de las abejas introducidas en los ecosistemas nativos. *Revisión anual de ecología, evolución y sistemática*, 34 (1), 1-26.

<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132355>

Guerra-Sanz, J. M. 2008. Capítulo 3: Crop Pollination in Greenhouses. pp. 27-47. En: R.R. James y T. L. Pitts-Singer (Eds). *Bee Pollination in Agricultural Ecosystems*. Oxford University Press, Nueva York, USA.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gn88DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA27&dq=Guerra-Sanz,+J.+M.+2008.+Cap%C3%ADtulo+3:+Crop+Pollination+in+Greenhouses.+pp.+27-47.+En:+R.R.+James+y+T.+L.+Pitts-Singer+\(Eds\).+Bee+Pollination+in+Agricultural+Ecosystems.+Oxford+University+Press,+Nueva+York,+USA.&ots=NetErPlqSV&sig=3C6VFZtSxeLkZyAKLXCeoyaYLYk#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gn88DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA27&dq=Guerra-Sanz,+J.+M.+2008.+Cap%C3%ADtulo+3:+Crop+Pollination+in+Greenhouses.+pp.+27-47.+En:+R.R.+James+y+T.+L.+Pitts-Singer+(Eds).+Bee+Pollination+in+Agricultural+Ecosystems.+Oxford+University+Press,+Nueva+York,+USA.&ots=NetErPlqSV&sig=3C6VFZtSxeLkZyAKLXCeoyaYLYk#v=onepage&q&f=false)

Guiomar, N. (2016). Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - ICPA. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

<https://promotepollinators.org/wp-content/uploads/sites/507/2019/11/abejas-polinizadoras-ebook-40217.pdf>

Graystock, P., Yates, K., Evison, S.E.F., Darvill, B., Goulson, D. and Hughes, W.O.H. (2013). The Trojan hives: pollinator pathogens, imported and distributed in bumblebee colonies. *Journal of Applied Ecology*, 50 (5): 1207– 1215.

<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12134>

Gutiérrez-Chacón C., Dormann C.F. y Klein A.M. Forest-edge associated bees benefit from the proportion of tropical forest regardless of its edge length. *Biol Cons.* 2018; 220:149-160.

<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.009>.

Hennig, E.I., Ghazoul, J., 2012. Pollinating animals in the urban environment. *Urban Ecosyst.* 15, 149–166.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11252-011-0202-7>

Herbertsson, L., Lindström, S. A., Rundlöf, M., Bommarco, R. & Smith, H. G. (2016). Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context. *Basic and Applied Ecology*.

<https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.05.001>

Herrera, C. (2009). Evolución de las relaciones entre plantas y polinizadores: logros y deficiencias de la agenda darwiniana. *Memorias de la Real Academia Sevillana de Ciencias*, 9: 159-174.

<https://www.plant-animal.es/pdfs/Herrera.2008.Mem.R.Acad.Sev.Cien.pdf>

Hladik, Michelle; Vandever Mark y Smalling, Kelly. Exposure of native bees foraging in an agricultural landscape to current-use pesticides. In: *Science of the Total Environment*. 2016. vol. 542. p. 469–477.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.077>

Hogendoorn K, Bartholomaeus F, Keller MA (2010) Chemical and sensory comparison of tomatoes pollinated by bees and by a pollination wand. *Journal of Economic Entomology* 103(4):1286-1292.

<https://doi.org/10.1603/EC09393>

Holzschuh, A., Dormann, C.F., Tschardtke, T., & Steffan-Dewenter, I. (2013). Mass-flowering crops enhance wild bee abundance. *Journal Oecologia*. 172: 477–84.

<https://doi.org/10.1007/s00442-012-2515-5>

Holzschuh, Andrea, Ingolf Steffan-Dewenter y Teja Tschardtke. "Los paisajes agrícolas con cultivos orgánicos admiten una mayor diversidad de polinizadores". *Oikos* 117.3 (2008): 354-361.

<https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.16303.x>

Inoue M, J Yokoyama, I Washitani. 2008. Displacement of Japanese native bumblebees by the recently introduced *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Insect Conservation* 12:135-146.

<https://doi.org/10.1007/s10841-007-9071-z>

INTA informa, 2019. <https://intainforma.inta.gob.ar/abejas-nativas-un-estudio-del-inta-recibio-el-premio-fidel-roig/>

Julier, H.E. & Roulston, T.H. (2009) Wild bee abundance and pollination service in cultivated pumpkins: farm management, nesting behavior and landscape effects. *Journal of Economic Entomology*. 102: 563–73.

<https://doi.org/10.1603/029.102.0214>

Kennedy, C.M., Lonsdorf, E., Neel, M.C., Williams, N.M., Ricketts, T.H., Winfree, R., Bommarco, R., Brittain, C., Burley, A.L., Cariveau, D., 2013. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecol. Lett.* 16, 584–599.

<https://doi.org/10.1111/ele.12082>

Khan, K.A., Ahmad, K.J., Razzaq, A., Shafiqe, M., Abbasi, K.H., Saleem, M., Arshad-Ullah, M., 2012. Pollination effect of honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on apple fruit development and its weight. *Persian Gulf Crop Protection*. 1 (2), 1–5.

https://www.researchgate.net/profile/Khalid-Khan-31/publication/256838387_Pollination_Effect_of_Honey_Bees_Apis_mellifera_L_Hymenoptera_Apidae_on_Apple_Fruit_Development_and_its_Weight/links/00463523d3cff5fc870000/Pollination-Effect-of-Honey-Bees-Apis-mellifera-L-Hymenoptera-Apidae-on-Apple-Fruit-Development-and-its-Weight.pdf

https://www.researchgate.net/profile/Khalid-Khan-31/publication/256838387_Pollination_Effect_of_Honey_Bees_Apis_mellifera_L_Hymenoptera_Apidae_on_Apple_Fruit_Development_and_its_Weight/links/00463523d3cff5fc870000/Pollination-Effect-of-Honey-Bees-Apis-mellifera-L-Hymenoptera-Apidae-on-Apple-Fruit-Development-and-its-Weight.pdf

Klein AM; Be Vaissiere; JH Cane; I Steffandewenter; SA Cunningham; C Kremen & T Tschardtke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society*, 274, 303-313.

<https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

Koppert Biological Systems. 2010. Ficha técnica "Natupol". Estados Unidos.

<https://fertienda.com/control-biologico/natupol-abejorros-koppert.html>

Laycock, I. & Cresswell, J.E. (2013) Repression and recuperation of brood production in *Bombus terrestris* bumble bees exposed to a pulse of the neonicotinoid pesticide imidacloprid. PLOS ONE, 8, e79872.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079872>

Macias & Macias, O., Chuc, J., Ancona Xiu, P., Cauich, O., & Quezada Euán, J. J. G. (2009). Contribution of native bees and Africanized honey bees (Hymenoptera: Apoidea) to Solanaceae crop pollination in tropical México. *Journal of Applied Entomology*, 133(6), 456-465.

<https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01399.x>

Maggi M, Lucía M, Abrahamovich HA. 2011. Study of the acarofauna of native bumblebee species (*Bombus*) from Argentina. *Apidologie*, 42: 280 -292

<https://doi.org/10.1007/s13592-011-0018-8>

Maglianesi, A. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización agrícola en América Tropical, *Revista Ingeniería*, 26(1), 25-38.

<https://doi.org/10.15517/jte.v26i1.25272>

Mandelik, Y., Winfree, R., Neeson, T., & Kremen C. (2012) Complementary habitat use by wild bees in agro-natural landscapes. *Journal Ecological Applications*. 22: 1535–46.

<http://dx.doi.org/10.2307/41722872>

Martin C. Are-examination of the pollinator crisis. *Curr Biol*. 2015; 25(19):811-815.

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.09.022>.

Miñarro, M., García, D., Martínez-Sastre, R. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad.

<https://doi.org/10.7818/ECOS.1394>

Montalva J (2012b) La difícil situación del abeja más austral del mundo (*Bombus dahlbomii* Guérin-Méneville, 1835). *Boletín de Biodiversidad de Chile*. 7: 1-3.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5523733.pdf>

Montalva J L Ruz Y MTK Arroyo (2008) *Bombus terrestris* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae: Bombini) en Chile: causas y consecuencias. *Revista del Jardín Botánico Chagual*. 6(6): 13-20.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32925547/terrestris_chagual_montalva_2008-

[libre.pdf?1392027652=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32925547/terrestris_chagual_montalva_2008-libre.pdf?1392027652=&response-content-)

[disposition=inline%3B+filename%3DBombus_terrestris_Linnaeus_Hymenoptera_A.pdf&Expires=1685295944&Signature=Ze7YDmJKmh5cEFz736yUHhq8ZSaKGUHXe25tzvhP3b](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32925547/terrestris_chagual_montalva_2008-libre.pdf?1392027652=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DBombus_terrestris_Linnaeus_Hymenoptera_A.pdf&Expires=1685295944&Signature=Ze7YDmJKmh5cEFz736yUHhq8ZSaKGUHXe25tzvhP3b6hulrySNKd2lvfPyLuvHCpi~LgBhHFoYTd1uLLfsCtQGB3JXVfuUUiv6uyfmTB1NgZfwx24n)

[6hulrySNKd2lvfPyLuvHCpi~LgBhHFoYTd1uLLfsCtQGB3JXVfuUUiv6uyfmTB1NgZfwx24n](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32925547/terrestris_chagual_montalva_2008-libre.pdf?1392027652=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DBombus_terrestris_Linnaeus_Hymenoptera_A.pdf&Expires=1685295944&Signature=Ze7YDmJKmh5cEFz736yUHhq8ZSaKGUHXe25tzvhP3b6hulrySNKd2lvfPyLuvHCpi~LgBhHFoYTd1uLLfsCtQGB3JXVfuUUiv6uyfmTB1NgZfwx24n)

[Ki1WhPFyiWh3RCxvfEHBUfZPxeVXFd51SlyQNOcxv-m1XJxUmnMk2Mc~1H-6hlgBD-u6cKj5FkGd2SghFaowB1GuuonAzNWTrO7TOXGjoCIP8g40XM0nskKiZYH~4saBiDHQb42mkIUdAgyY0fiU20Tq5fjvyE13hBos9J4p1qTbNDUbf47ihlbr423eueEJINaaJx~yrSvDkZE1H1NRu6--qGrgy7fCRekQ &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2007.01246.x)

Morales CL, MP Arbetman, SA Cameron, MA Aizen (2013) Rapid ecological replacement of a native bumble bee by invasive species. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 11(10): 529-534.

<https://doi.org/10.1890/120321>

Morales Carolina L., 2007. Introducción de abejorros (*Bombus*) no nativos: causas, consecuencias ecológicas y perspectivas.

<http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v17n1/v17n1a05.pdf>

Nicholls C, Altieri M. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agron Sustain Dev*. 2013; 33(2):257-274. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0092-y>.

Nunes-Silva, P., Hnrcir, M., Shipp, L., Imperatriz-Fonseca, V.L. and Kevan, P.G. (2013) The behaviour of *Bombus impatiens* (Apidae, Bombini) on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. Solanaceae) flowers: pollination and reward perception. *Journal of Pollination Ecology*, 11, 33–40.

[https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2013\)3](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2013)3)

Otterstater, M. C. and J. D. Thompson (2008) Does pathogen spill-over from commercially reared bumble bees threaten wild Pollinators? *PLoS3* (7).

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2464710>

Palma G., J. Quezada-Euán, V. Reyes-Oregel, V. Melendez & H. Moo-Valle. 2008. Production of greenhouse tomato (*Lycopersicon sculentum*) using *Nannotrigonaperilampiodes*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hym. Apoidea). *J. Appl. Entomol.* 132: 79-85.

<https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2007.01246.x>

Paoli PP, Donley D, Stabler D, Saseendranath A, Nicolson SW, Simpson SJ, Wright GA. Nutritional balance of essential amino acids and carbohydrates of the adult worker honeybee dependsonage. *Amino Acids* 2014; 46:1449-1458.

<https://doi.org/10.1007/s00726-014-1706-2>

Para Monitorear, Uso de Tarjetas Adhesivas, and Insectos en Invernaderos. "Programa de Manejo Integrado de Plagas."(2021)

<https://ipm.cahn.r.uconn.edu/wp-content/uploads/sites/3216/2022/11/USODET1.pdf>

Pinillos, V. y Cuevas, J. (2008). Artificial pollination in tree crop production. *Horticultural Reviews*, 34: 239-271.

<https://doi.org/10.1002/9780470380147.ch4>

Plischuck, S. & Lange C.E., 2009. Invasive *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) parasitized by a flagellate (Euglenozoa: Kinetoplastea) and aneogregarine (Apicomplexa: Neogregarinorida). *Journal of Invertebrate Pathology*, 102(3), 263-265.

<https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.08.005>

Polidori C Y Nieves JL (2015) Comparative flight morphology in queens of invasive and native Patagonian bumblebees (Hymenoptera: Bombus). *Comptes Rendus Biologies*. 338 (2): 126-133.

<https://doi.org/10.1016/j.crvi.2014.11.001>

Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W.E. (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends In Ecology & Evolution*, 25, 345–353.

<https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>

Rocha, M.C.L.S.A. 2012. Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, Brazil.

https://www.researchgate.net/publication/364457964_Efeitos_dos_Agrotoxicos_Sobre_as_Abelhas/link/63518bf012cbac6a3edddced6/download

Roman, A. and Szczêsna, N. 2008, Assessment of the flying activity of the buff-tailed bumblebee (*Bombus terrestris* L.) on greenhouse-grown tomatoes. *J. Apic. Foraging and pollination of tomato crop by bumblebees* 1285 *Sci.*, 52: 93-101.

https://www.researchgate.net/publication/288570853_Assessment_of_the_flying_activity_of_the_buff-tailed_bumblebee_Bombus_terrestris_L_on_greenhouse-grown_tomatoes

Romo-Chacón A & Acosta-Muñiz C (2009) Validación de la eficiencia de los abejorros en la polinización del cultivar de tomate en condiciones de invernadero en el Noroeste de Chihuahua. Folleto técnico generado en el proyecto 08 2008 0656 financiado por Fundación Produce Chihuahua. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Unidad Cuauhtémoc. Fisiología y Tecnología de Alimentos de la Zona Templada.

<https://docplayer.es/55301847-Validacion-de-la-eficiencia-de-los-abejorros-en-la-polinizacion-del-cultivar-del-jitomate-en-condiciones-de-invernadero-en-el-noroeste-de-chihuahua.html>

Rossi N., Santos E., Salvarrey S., Arbulo N. & C. Invernizzi. 2015. Determination of Flower Constancy in *Bombus atratus* Franklin and *Bombus bellicosus* Smith (Hymenoptera: Apidae) through Palynological Analysis of Nectar and Corbicular Pollen Loads. *Neotropical Entomology*, 44(6):546-52.

<http://dx.doi.org/10.1007/s13744-015-0322-5>

- Roulston, T.H. & Goodell, K. (2011) The role of resources and risks in regulating wild bee populations. *Annual Review Entomology*. 56: 293–312.
<https://www.researchgate.net/publication/46169180> [The Role of Resources and Risks in Regulating Wild Bee Populations](https://www.researchgate.net/publication/46169180)
- Rundlöf, M. y Smith, H. (2011). Status and Trends of European Pollinators (STEP Project), Universidad de Lund, 22 pp.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.02.027>
- Ruz, L. (2002). Bee pollinators introduced to Chile: A review. In P. Kevan & V. L. Imperatriz Fonseca (Eds.), *Pollinating bees – The conservation link between agriculture and nature* (pp. 155–167). Brasillia, Brazil: Ministry of Environment.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-017-0008-x>
- Sáez, A., Morales, C. L., Ramos, L. Y., & Aizen, M. A. (2014). Extremely frequent bee visits increase pollen deposition but reduce drupelet set in raspberry. *Journal of Applied Ecology*, 51, 1603–1612.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12325>
- Said, F., Inayatullah, M., Ali, H., 2017. Studies on visitation pattern of honeybee (Hymenoptera: Apidae) and its impact on the yield and oil contents of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed in Peshawar valley, Pakistan. *Pak. J. Zool.* 49 (3), 943–949.
<http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.3.943.949>
- Salvarrey S. 2020. Utilización de abejorros nativos como polinizadores de trébol rojo (*Trifolium pratense*) y tomate (*Solanum lycopersicum*). Tesis doctoral presentada para la obtención del título Doctor en Ciencias Agrarias en Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
<http://dx.doi.org/10.31285/AGRO.21.1.11>
- Salvarrey S., Arbulo N., Rossi C., Santos E., Salvarrey L. & C. Invernizzi. 2017. Utilización de abejorros nativos (*Bombus atratus* Franklin y *Bombus bellicosus* Smith) para mejorar la producción de semillas del trébol rojo (*Trifolium pratense*). *Agrociencia Uruguay*, 21:95-104.
<http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v21n1/2301-1548-agro-21-01-00095.pdf>
- Salvarrey S., Arbulo N., Santos E. & Invernizzi C. 2013. Cría artificial de abejorros nativos *Bombus atratus* y *Bombus bellicosus* (Hymenoptera, Apidae). *Agrociencia Uruguay – Volumen 17* 2:75-82.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482013000200008&lng=es.
- Santos E., Arbulo N., Salvarrey S. & C. Invernizzi. 2017. Distribución de las especies del género *Bombus* Latreille (Hymenoptera, Apidae) en Uruguay. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 76(1-2):22-7.

<https://doi.org/10.25085/rsea.761203>

Sañudo, R. (2013). El cultivo de tomate (*lycopersicum esculentum* mill.) y el potencial endofítico de diferentes aislados de *beauveria bassiana*. Universidad Autónoma Indígena de México. Recuperado el 04 de marzo de 2021. En <http://www.uaim.mx/cgip/PDF/TesisRosarioRaudelSanudo.pdf>

Sarandón S.J. & Flores C. (2014) Agroecología. Bases teóricas para diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Pp. 130-154. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>. Último acceso: mayo 2017.

Scarlato, M., Dogliotti, S., Bianchi, F.J.J.A., Rossing, W.A.H., 2022. Ample room for reducing agrochemical inputs without productivity loss: the case of vegetable production in Uruguay. *Sci. Total Environ.* 810, 152248. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152248>.

Schmid-Hempel R, Eckhardt M, Goulson D, Heinzmann D, Lange C, Plischuk S, et al. The invasion of southern South America by imported bumblebees and associated parasites. *J Anim Ecol.* 2014; 83:823–37. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12185>

Senapathi, D., Carneiro, L.G., Biesmeijer, J.C., Dodson, C.-A., Evans, R.L., McKeerchar, M., Morton, R.D., Moss, E.D., Roberts, S.P., Kunin, W.E., 2015. The impact of over 80 years of land cover changes on bee and wasp pollinator communities in England. *Proc. Roy. Soc. B: Biol. Sci.* 282, 20150294. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0294>

Shaheen, F.A., Khan, K.A., Husain, M., Mahmood, R., Rafique, M.K., 2017. Role of honey bees (*Apis mellifera* L.) foraging activities in increased fruit setting and production of apples (*Malus domestica*). *Pak. J. Agric. Res.* 30, 1–6. https://www.researchgate.net/publication/317559961_ROLE_OF_HONEY_BEES_APIS_MELLIFERA_L_FORAGING_ACTIVITIES_IN_INCREASED_FRUIT_SETTING_AND_PRODUCTION_OF_APPLES_MALUS_DOMESTICA

Sheikh, U.A.A., Ahmad, M., Imran, M., Nasir, M., Saeed, S. And Bodlah, I., 2014. Distribution of bumblebee, *Bombus haemorrhoidalis* Smith, and its association with flora in lower Northern Pakistan. *Pakistan J. Zool.*, 46: 1045-1051. https://www.researchgate.net/publication/264862143_Distribution_of_Bumblebee_Bombus_haemorrhoidalis_Smith_and_its_Association_with_Flora_in_Lower_Northern_Pakistan

Silva-Neto, C. D. M., Bergamini, L. L., Elias, M. A. D. S., Moreira, G. L., Morais, J. M., Bergamini, B. A. R., & Franceschinelli, E. V. (2016). High species richness of native pollinators in Brazilian tomato crops. *Brazilian Journal of Biology*, 77, 506-513. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.17515>

Silva-Neto, C.M., F.G. Lima, B.B. Gonçalves, L.L. Bergamini, B.A. Bergamini, M.A.S. Elias, and E.V. Franceschinelli. 2013. Native bees pollinate tomato flowers and increase fruit production. *J. Pollinat. Ecol.* 11(6), 41-45.

[https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2013\)4](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2013)4)

Stabler D, Paoli PP, Nicolson SW, Wright GA. Nutrient balancing of the adult worker bumblebee (*Bombus terrestris*) depends on the dietary source of essential amino acids. *The J Exp Bio.* 2015; 218:793–802.

<http://dx.doi.org/10.1242/jeb.114249>

Stang M, Klinkhamer P, Waser NM, Stang I, van der Meijden E. Size-specific interaction patterns and size matching in a plant– pollinator interaction web. *Ann Bot.* 2009; 103(9):1459-1469.

<https://doi.org/10.1093/aob/mcp027>.

Tanaka K, N Inari, T Nagamitsu, K Goka y Tlura. 2007. Commercialized European bumblebee can cause pollination disturbance: An experiment on seven native plant species in Japan. *Biological Conservation*, 134: 298-309.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.07.023>

Torres, A. 2017. Manual de cultivo del tomate al aire libre. Boletín Inía N° 11. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 93 pág.

Torres-Ruiz A, Jones RW (2012) Comparison of the efficiency of the bumble bees *Bombus impatiens* and *Bombus ephippiatus* (Hymenoptera: Apidae) as pollinators of tomato in greenhouses. *Journal of Economic Entomology* 105(6):1871-1877.

<http://dx.doi.org/10.1603/EC12171>

Torreta, J.P., Medan D., & Abramovich A.H., 2006. First record of the invasive bumblebee *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae) in Argentina. *Transactions of the American Entomological Society*, 132, 285-289.

[http://dx.doi.org/10.3157/0002-8320\(2006\)132\[285:FROTIB\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.3157/0002-8320(2006)132[285:FROTIB]2.0.CO;2)

Tuell, J.K. & Isaacs, R. (2010) Community and species-specific responses of wild bees to insect pest control programs applied to a pollinator-dependent crop. *Journal of Economic Entomology*. 103: 668–75.

<https://doi.org/10.1603/ec09314>

Vaissière B, Freitas B, Gemil-Herren B (2011) Protocol to detect and assess pollination deficits in crops. FAO. Rome, Italy. 70pp.

https://www.researchgate.net/publication/274031908_Protocol_to_Detect_and_Assess_Pollination_Deficits_in_Crops_A_Handbook_for_its_Use

Veloza Lucía Elizabeth, Programa de Apoyo a la Competitividad de la Horticultura de Corrientes. Consejo Federal de Inversiones. Tomate: Polinización Entomófila. Informe Final Diciembre 2013.

<http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2015/12/50467.pdf>

Velthuis HHW, van Doorn A. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*. 2006; 37:421–51.

<http://dx.doi.org/10.1051/apido:2006019>

Vergara, C. H., & Fonseca-Buendía, P. (2012). Pollination of greenhouse tomatoes by the Mexican bumblebee *Bombus ephippiatus* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Pollination Ecology*, 7.

[http://dx.doi.org/10.26786/1920-7603\(2012\)1](http://dx.doi.org/10.26786/1920-7603(2012)1)

Vinícius-Silva, R., Parma, D.F., Tostes, R.B., Arruda, V.M. and Werneck, M.V. (2017) Importance of bees in pollination of *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) in open-field of the Southeast of Minas Gerais State, Brazil. *Hoehnea*, 44, 349–360.

<https://doi.org/10.1590/2236-8906-07/2017>

Wermuth, K. H. & Dupont, Y. L. (2010). Effects of field characteristics on abundance of bumblebees (*Bombus spp.*) and seed yield in red clover fields. *Apidologie*, 41 (6): 657-666.

<http://dx.doi.org/10.1051/apido/2010038>

Williams PH, JL Osborne (2009) Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie*. 40: 367-387.

[DOI: 10.1051/apido/2009025](https://doi.org/10.1051/apido/2009025)

Winfree R, B Gross, C Kremen (2011) Valuing pollination services to agriculture. *Ecological Economics*. 71: 80-88.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.08.001>

Winfree, R., Williams, NM, Gaines, H., Ascher, JS y Kremen, C. (2008). Las abejas silvestres polinizadoras brindan la mayor parte de las visitas a los cultivos a través de los gradientes de uso de la tierra en Nueva Jersey y Pensilvania, EE. UU. *Revista de ecología aplicada*, 45 (3), 793-802.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01418.x>