

Las abejas sin aguijón (Tribu Meliponini) en los agroecosistemas de América Latina

Natalia Real-Luna^{1, 2}

Jaime Ernesto Rivera-Hernández³

Graciela Alcántara-Salinas¹

Geovanna Rojas-Malavasi⁴

Ana Paulina Morales-Vargas⁴

Juan Antonio Pérez-Sato^{1§}

¹Colegio de Postgraduados-Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. (nreal@colpos.mx; alcantara.graciela@colpos.mx). CP. 94953.

²Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo-Instituto Tecnológico de Costa Rica-Universidad Nacional-Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. ³Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios SC. Calle Santa María núm. 13, U. Hab. San Román, Córdoba, Veracruz. (jriverah@geobicom.org). ⁴Escuela de Biología-Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Apartado 2060. (geovanna.rojas@ucr.ac.cr; ana.moralesvargas@ucr.ac.cr).

§Autor para correspondencia: pantonio@colpos.mx.

Resumen

Los meliponinos son importantes polinizadores de plantas silvestres y cultivadas en América Latina. Además, estas abejas tienen características de un bioindicador, información necesaria para desarrollar estrategias de conservación y manejo sostenible para las especies de importancia cultural, ecológica y económica. El objetivo de este trabajo es determinar las especies de meliponinos que polinizan los agroecosistemas en América Latina y su uso como bioindicadores, lo cual servirá para implementar estrategias en la conservación y manejo sostenible de estas abejas. En esta investigación se emplearon fuentes de información relacionados con los meliponinos presentes en América Latina, cultivos que polinizan y la utilización de estas abejas sin aguijón como bioindicadores. Se registraron 46 cultivos polinizados por meliponinos en ocho países, en donde se registraron 17 géneros y 54 especies, resultando Brasil donde se tiene mayor registro con 33 cultivos. Los meliponinos contribuyen directamente con la polinización de los agroecosistemas, mejorando el rendimiento y la calidad, por lo cual es importante establecer estrategias de conservación de estas abejas, tales como mantener parches florales que sirvan de alimento durante todo el año. Es necesaria la protección de las abejas sin aguijón por la importancia que tienen en el servicio de polinización; sin embargo, también es necesario realizar investigación sobre su biología y sobre su utilización en invernaderos, además de su utilidad como bioindicadores.

Palabras clave: bioindicadores, meliponinos, polinizadores.

Recibido: enero de 2022

Aceptado: febrero de 2022

Los meliponinos pertenecen al orden Hymenoptera, familia Apidae, subfamilia Apinae, Tribu Meliponini, se encuentran en regiones tropicales y subtropicales de África, Asia, Australia y América, en este último continente se tiene registro de ellos en Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y Venezuela; es decir, se encuentran presentes en la región tropical de América Latina (Portuondo y Fernández, 2004; Genaro, 2004; Micherner, 2007; Ayala *et al.*, 2013; Genaro y Lóriga, 2018; Aldasoro *et al.*, 2021). En el aspecto ecológico, los meliponinos contribuyen en la conservación del germoplasma de poblaciones de plantas silvestres y cultivadas, ya que al ser eficientes polinizadores, ayudan con 50% y hasta 70% de la reproducción de estas plantas, muchas de las cuales sirven como alimento para la especie humana y otros animales, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y el equilibrio ecológico de los ecosistemas (Alquisira-Ramírez, 2019).

Otros aspectos a considerar de las abejas sin aguijón es que han sido usadas como bioindicadores ecológicos y ambientales, pues muestran los efectos de los cambios ambientales como la alteración del hábitat y el cambio climático (Meléndez *et al.*, 2015). Existe también evidencia del uso y valor cultural de esta tribu en diversas partes de Mesoamérica, sur de América y en otras partes del mundo, no solo en la parte de su uso material, sino también en lo relacionado a creencias y tradiciones (Quezada-Euán *et al.*, 2018; Chan-Mutul *et al.*, 2019; Bhatta *et al.*, 2020; Aldasoro *et al.*, 2021). En el presente estudio se determinaron las especies de meliponinos que polinizan los agroecosistemas en América Latina y su uso como bioindicadores, lo cual servirá de base para implementar estrategias para la conservación y el manejo sostenible de estas abejas.

Meliponinos en América Latina

Las abejas sin aguijón (Meliponini), comprenden más de 500 especies. La mayor diversidad se encuentra en la región Neotropical de América con 417 especies (De Menezes, 2014). En el Cuadro 1 se encuentra el número de especies de meliponinos que se encontró registro documentado para América Latina. Brasil presenta el mayor número de especies con 192, seguido de Colombia con 129 especies.

Cuadro 1. Número de especies de meliponinos documentados en América Latina.

País	Núm. de especies	Referencia
Argentina	37	Alvarez y Lucia (2018)
Brasil	192	Costa <i>et al.</i> (2018)
Bolivia	12	Ferrufino y Vit (2013)
Colombia	129	Nates-Parra (2001)
Costa Rica	60	Aguilar <i>et al.</i> (2013)
Cuba	1	Genaro y Lóriga (2018)
Ecuador	89	Vit <i>et al.</i> (2017)
Guatemala	33	Enríquez y Ayala (2014)
México	46	Ayala (1999)
Panamá	63	Roubik y Moreno (2018)
Venezuela	83	Silva y Franco (2013)

Las abejas sin aguijón y la polinización

La interacción planta-abeja, sin duda forma parte de una historia coevolutiva importante, como mencionan Bloch *et al.* (2017), las plantas han desarrollado algunas características para facilitar la polinización por las abejas como son: el color, el aroma y la apertura de las flores, así como la producción de recompensas para los polinizadores, tales como néctar, polen y resinas. Estas interacciones entre plantas y abejas sin aguijón contribuyen en la polinización de los agroecosistemas (Kevan y Silva, 2020), lo cual se torna importante debido a que entre 75 y 84% de las especies cultivadas dependen de la polinización para la producción de frutos y semillas (Meléndez *et al.*, 2018; Badillo-Montaña *et al.*, 2019).

Entre otras estrategias que tienen las abejas, es que algunas especies visitan muchas flores (poliflorales) como *Melipona solani* Cockerell, 1912 y *Scaptotrigona mexicana* (Guérin, 1845), otras abejas presentan preferencia a un tipo de flor (monoflorales) como *Melipona beecheii* (Bennett, 1831; Espinoza-Toledo *et al.*, 2018). También algunas especies como *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811, *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier, 1836 y *Partamona helleri* (Friese, 1900), utilizan materiales antropogénicos como material de anidación (Vieira *et al.*, 2016). Por otro lado, otras especies anidan exclusivamente en árboles o sustratos naturales, lo que las vuelve más vulnerables a la fragmentación de los ecosistemas (Lichtenberg *et al.*, 2017).

Las abejas sin aguijón son afectadas por el cambio de uso de suelo y la intensificación agrícola, siendo estas las principales causas de la disminución de estos polinizadores (Thomann *et al.*, 2013; Carneiro-Neto *et al.*, 2017). Por otra parte, las abejas son susceptibles a los agroquímicos como neonicotinoides, permetrina, diazinón, metomilo y organoclorados, los cuales tienen efectos letales y subletales sobre estas abejas, los cuales pueden ser ingeridos a través del néctar, el polen, el agua o cuando recolectan resinas y arcillas. Es importante realizar acciones para prevenir el daño a estas especies de importancia para la agricultura en América Latina (Valdovinos-Núñez *et al.*, 2009; De Souza *et al.*, 2015; Ruiz-Toledo *et al.*, 2018; Cham *et al.*, 2019).

Cultivos polinizados por meliponinos en América Latina

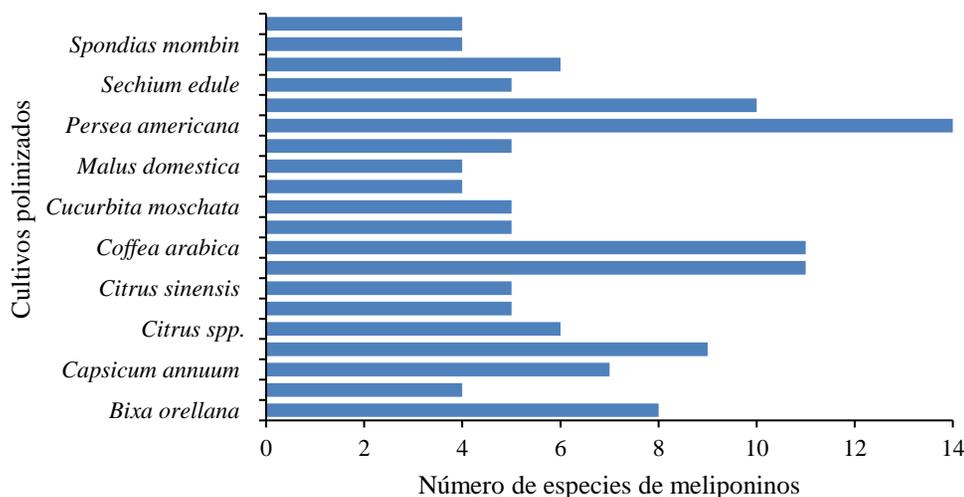
Los meliponinos pueden ser usados de manera eficiente en cultivos estacionales y en invernaderos, ya que están adaptados a las condiciones regionales (Nicodemo *et al.*, 2018; Abrol *et al.*, 2019). Se tienen reportes que 40% de los cultivos producidos en invernaderos requieren agentes polinizadores de meliponinos. También estas abejas se han registrado en mejora de la producción, calidad, vida útil y valor comercial de las semillas de una variedad de cultivos (Rader *et al.*, 2016).

Así mismo, los meliponinos son polinizadores de cultivos abiertos y en invernadero (Heard, 1999; Meléndez-Ramírez *et al.*, 2002; Slaa *et al.*, 2006). En Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, México, Panamá y Perú se registran 17 géneros de meliponinos, entre ellos: *Cephalotrigona*, *Frieseomelitta*, *Geotrigona*, *Lestrimelitta*, *Melipona*, *Nannotrigona*, *Oxytrigona*, *Paratrigona*, *Partamona*, *Plebeia*, *Scaptotrigona*, *Scaura*, *Tetragonisca*, *Tetragona*, *Tetragonula*, *Trigona* y *Trigonisca*, resultando en un total de 54 especies registradas en América Latina. Brasil se encuentra el mayor número de especies con 22 especies, seguido de México con 18 y Costa Rica con 16. Respecto a los estudios que se han realizado sobre la polinización con meliponinos, se tiene registro que, en América Latina, los meliponinos polinizan 46 cultivos. En el (Cuadro 2) se presenta el número de especies y cultivos polinizados por estas abejas, Brasil presenta el mayor número de cultivos con 33, seguido de México con 20.

Cuadro 2. Número de especies de meliponinos y de cultivos polinizados en América Latina.

País	Núm. de especies	Núm. de cultivos	Referencia
Argentina	2	3	Flores y Sánchez (2010); Flores <i>et al.</i> (2015)
Brasil	22	33	Aurelio (2008); Giannini <i>et al.</i> (2012, 2015, 2020); Fuzaro <i>et al.</i> (2018); Alves <i>et al.</i> (2020); Da Silva <i>et al.</i> (2020) Nicodemo <i>et al.</i> (2013); Malerbo-Souza <i>et al.</i> (2020); Malerbo-Souza y Halak (2009); Pardo y Borges (2020); Santos <i>et al.</i> (2018).
Colombia	5	2	Botero y Morales (2000); Brieva-Oviedo y Núñez-Avellaneda (2020)
Costa Rica	16	9	Hedstrom (1986); Ricketts (2004)
Cuba	1	2	Fonte <i>et al.</i> (2012)
México	18	20	Bonet y Vergara (2016); Delgado-Carrillo <i>et al.</i> (2018); Ish-am <i>et al.</i> (1999); Grajales-Conesa <i>et al.</i> (2013); Quezada-Euán (2009, 2018); Ramírez-Arriaga <i>et al.</i> (2018); Rincón-Rabanales <i>et al.</i> (2015)
Panamá	5	7	Vinícius-Silva <i>et al.</i> (2017)
Perú	2	1	Meléndez <i>et al.</i> (2018)

Los cultivos en los cuales se registró el mayor número de especies de meliponinos, son *Persea americana* Mill. (aguacate) con 14 especies, *Coffea arabica* L. (café) y *Cocos nucifera* L. (coco) con 11 especies, *Psidium guajava* L. (guayaba) con 10 especies, *Capsicum chinense* Jacq. (chile habanero) con nueve especies, *Bixa orellana* L. (achiote) con ocho especies, *Capsicum annum* L. (pimiento morrón) con siete especies, *Citrus* sp. (cítricos) y *Lycopersicon esculentum* Mill. (jitomate) con seis especies, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai (sandía), *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (naranja), *Cucumis sativus* L. (pepino), *Cucurbita moschata* Duchesne (calabaza) y *Nephelium lappaceum* L. (rambután) con cinco especies (Figura 1).

**Figura 1. Número de especies de meliponinos que polinizan los cultivos en América Latina.**

Especies de meliponinos asociados a cultivos en América Latina

Respecto a las especies de meliponinos, se encontró que *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) se encuentra asociada a 22 cultivos, *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) a 17, *Trigona fulviventris* (Guérin-Méneville, 1844) a 11, *Nannotrigona perilampoides* (Cresson, 1878) y *Scaptotrigona mexicana* (Guérin-Méneville, 1844) a 10, *Melipona fasciculata* (Smith, 1854) y *Trigona corvina* (Cockerell, 1913) a siete, *Frieseomelitta nigra* (Cresson, 1878) y *Partamona bilineata* (Say, 1837) a seis y *Melipona beecheii* (Bennet, 1831) a cinco cultivos.

Derivado de lo anterior, es evidente que las abejas sin aguijón contribuyen directamente en la polinización de las plantas en los agroecosistemas de América Latina, también como lo mencionan De Menezes (2014); Halinski *et al.* (2018), estas abejas incrementan en el rendimiento del cultivo y mejoran la calidad de los frutos, por lo cual se considera a estas abejas como un recurso socioeconómico.

Para conservar la diversidad de abejas sin aguijón que contribuyen a la polinización de cultivos, es necesario mantener parches florales cercanos a las plantaciones que sirvan de alimento cuando el cultivo no está en floración (Carneiro-Neto *et al.*, 2017). Asimismo, es importante garantizar la disponibilidad de recursos florales durante las estaciones del año, esto mediante la siembra de diferentes cultivos cuya floración, en conjunto, abarque todo el año (Vollet-Neto *et al.*, 2018).

Esto puede lograrse de forma indirecta mediante la abstención en el uso de herbicidas, ya que gran parte de las plantas consideradas malezas funcionan como fuente de alimento de las abejas, en especial aquellas con altura predominante (Hernández-Villa *et al.*, 2020). Es importante resaltar, que el uso de cualquier tipo de herbicida o plaguicida es fuertemente nocivo para las abejas sin aguijón y aunque ya existen estudios sobre este tema sobre *Apis mellifera* y algunos sobre los meliponinos, es necesario desarrollar protocolos para evaluar los efectos tóxicos de los agroquímicos en las abejas sin aguijón (Lima *et al.*, 2016; Cham *et al.*, 2019).

Del mismo modo, se deben mantener sitios aptos para el anidamiento de estas abejas cerca de los cultivos, de manera que puedan desplazarse para polinizar estos. Es importante tomar en cuenta el impacto que tienen los cultivos en las poblaciones de abejas en cuanto a su acervo genético, ya que muchas veces los nidos quedan muy separados de otros y las nuevas colmenas muestran menor diversidad genética entre ellas (Fonseca *et al.*, 2017). Debido a que la mayoría de nuevas colmenas dependen de la migración de un enjambre y material proveniente de una colmena madre, el aislamiento o traslado de nidos a zonas lejanas conlleva a un alto incremento en la endogamia (Vollet-Neto *et al.*, 2018). Se ha documentado que la poca diversidad genética en abejas puede llevar a las poblaciones a no ser viables y no soportar los cambios del ambiente.

Un ejemplo claro de esto es el incremento significativo de machos diploides, los cuales confieren un peso extra para la colmena, además de reducir el potencial tamaño de obreras, todo esto debido a que originalmente correspondían a huevos depositados con la intención de generar obreras (Vollet-Neto *et al.*, 2018). Por otra parte, es importante realizar estrategias de conservación y restauración de algunas áreas perturbadas para refugio de los polinizadores cuando no se tiene presente cultivos y así proteger los polinizadores (Giannini *et al.*, 2017). Se ha reportado que cultivos con mayor diversidad de plantas ofrecen ambientes más adecuados para los polinizadores, manteniendo buenas poblaciones y beneficiando la producción (Badillo-Montaña *et al.*, 2019).

Particularmente, una gran ventaja que poseen los meliponinos en los trópicos es que, a diferencia de sus variantes de zonas templadas, parece ser que aquellas especies con dietas relativamente más especializadas tienden a adaptarse mejor a ambientes urbanos (Lichtenberg *et al.*, 2017), lo que lo implica que potencialmente se podrían utilizar especies más resilientes en la polinización de cultivos en comparación a utilizar otra tribu de abejas.

Las abejas sin aguijón de la Tribu Meliponini como bioindicadores

Los bioindicadores son una especie o un grupo de especies que se utilizan como medidas indirectas para evaluar cambios positivos o negativos en un ecosistema (Parmar *et al.*, 2016). Las características que debe tener un bioindicador, con énfasis en los insecticidas son: a) facilidad para determinar los impactos biológicos y vigilar los impactos sinérgicos y antagónicos de varios contaminantes; b) facilidad para realizar el diagnóstico en etapas tempranas, así como los efectos nocivos de las toxinas o tóxicos para las plantas y los humanos; c) se pueda evaluar fácilmente, debido a la prevalencia; d) viables económicamente en comparación con otros sistemas de medición más especializados; e) alta riqueza, diversidad de especies; f) facilidad de ser observados y monitoreados; g) la presencia o ausencia proporciona información de la salud ambiental; h) tener fidelidad ecológica; e i) responder a los cambios de la estructura de los ecosistemas o de la calidad del ambiente (Reyes-Novelo *et al.*, 2009; Baldi *et al.*, 2014; Meléndez *et al.*, 2015; Parmar *et al.*, 2016; Nascimento *et al.*, 2018).

Las abejas sin aguijón pueden utilizarse como bioindicadores ecológicos y ambientales porque se ven afectadas por cambios en el entorno natural, como son: la alteración y destrucción del hábitat, la fragmentación, la deforestación, competencia con especies exóticas y el cambio climático (Baldock, 2020); además, de que cumplen las siguientes características que las hace aptas para dicho fin según Reyes-Novelo *et al.* (2009): 1) La taxonomía del grupo es conocida y estable; es decir, que las especies pueden ser identificadas de manera confiable; 2) la biología y la forma de vida son conocidas; 3) son importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas; 4) se pueden observar, capturar y manipular fácilmente, sin poner en riesgo su conservación; 5) la distribución comprende diferentes hábitats; 6) son sensibles a la degradación y regeneración del hábitat en distintos grados; y 7) existen algunas especies de importancia económica.

En América Latina se ha estudiado cómo cambian sus poblaciones con la alteración de ambientes naturales, ya que algunas especies como las del género *Melipona* son muy sensibles a la deforestación; su presencia y densidad está determinada por la cobertura boscosa, según un estudio realizado en Rondonia, Brasil (Brown y Albrecht, 2001). La mayoría de especies de meliponinos anidan en cavidades, ya sea en troncos o en tierra y en estudios realizados en Colombia, la composición de las especies varía dependiendo de la alteración ambiental, por ejemplo, hay especies como *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) y *Tetragona perangulata* (Cockerell, 1917) que se adaptan muy bien a entornos alterados, mientras que otras solo son abundantes en bosques secundarios o maduros como las distintas especies de *Melipona* (Nates-Parra *et al.*, 2008). Esta evidencia respalda su potencial como indicadoras de alteración.

Se ha demostrado que su abundancia y la sobrevivencia de las colonias de abejas sin aguijón responden tanto a esta alteración ambiental como a la exposición a plaguicidas (Baldock, 2020). La exposición aguda a pesticidas como el imidacloprid, spinosad y sulfato de cobre afectan directa o indirectamente su supervivencia y la exposición crónica ocasiona malformaciones en el

desarrollo larval muy severas que ocasionan la muerte, especialmente en las especies *Partamona helleri* (Friese, 1900) y *Scaptotrigona xantorica* (Moure, 1950) en un largo plazo (Araujo *et al.*, 2019; Botina *et al.*, 2020).

Un efecto similar se observó con clorpirifós en la especie *Plebeia droyana* (Holmberg, 1903), en la cual, además de los efectos ya mencionados, ocurrió una reversión de reinas a obreras, lo cual podría afectar el impedir la formación de los enjambres (Sponsler *et al.*, 2019). Por lo anterior, la abundancia de colmenas por área y su diversidad podría correlacionarse, además de la alteración física del hábitat, con la exposición a plaguicidas y otras sustancias tóxicas. Adicionalmente se tienen que considerar a las abejas sin aguijón y otros polinizadores, en la regulación de la diversidad de productos agrícolas, ya que solo se utiliza a la abeja melífera para la evaluación tóxica básica y para el registro de estos productos (Barbosa *et al.*, 2015).

Considerando lo anterior, es importante realizar estudios sobre exposición y acumulación de plaguicidas en las abejas sin aguijón, ya que al emplear solamente a la abeja melífera, se corre el riesgo de subestimar la acumulación de otros plaguicidas (Boyle *et al.*, 2019), ya que algunas especies de abejas sin aguijón anidan en tierra, usan barro o resinas de ciertas plantas para sus nidos, por lo cual podrían estar más expuestas a algunos pesticidas que la abeja *Apis mellifera* L. (Linnaeus, 1758; Thompson, 2016; Rortais *et al.*, 2017). Se han dado casos donde existe afectación a las abejas que viven en el suelo por neonicotinoides aplicados solamente en la cáscara de las semillas y otras rutas que no afectan a la abeja melífera. Por lo anterior, es necesario estudiar otros polinizadores, ya que estas rutas no son las mismas para cada grupo de abejas, ni les afectan de las mismas maneras (Sponsler *et al.*, 2019).

Emplear a otras abejas como las de la Tribu Meliponini, podría también dar a conocer cuáles prácticas, formas de cultivar u otros métodos son más nocivos y cuáles de estas actividades requieren ser modificadas. Esto se está realizando en Europa, donde la Autoridad Europea en Seguridad Alimentaria (EFSA) está investigando para hacer una gestión de riesgo no solamente para los consumidores, sino para polinizadores nativos que incluya tanto pesticidas como otras amenazas (Rortais *et al.*, 2017). Esto es un ejemplo de cómo se podría avanzar más en la sostenibilidad de nuestra producción, al emplear abejas de distintas especies como indicadoras de efectos de plaguicidas.

Para *Apis mellifera* ya existen métodos validados para el análisis químico de plaguicidas en el polen que han sido capaces de detectar hasta 26 plaguicidas y estos mismos, con adaptaciones, podrían ser aplicados para el polen que almacenan las abejas sin aguijón (De Oliveira *et al.*, 2016). Es importante considerar, estos mismos métodos o una modificación de estos quizá se pueden utilizar para realizar análisis de contaminantes ambientales, a través de la matriz abeja, miel y polen (Baldi *et al.*, 2014). Ya se ha detectado la presencia de neonicotinoides en *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Moure, 1942) (De Souza *et al.*, 2015). Asimismo, también se han detectado insecticidas organoclorados en miel y polen de *Scaptotrigona mexicana* en la región del Soconusco, Chiapas, México (Ruiz-Toledo *et al.*, 2018).

Al analizar los resultados arriba mencionados, es probable que en México aún se siga usando el DDT a pesar de la prohibición. Los organoclorados pueden ingresar a la cadena alimentaria principalmente a través de productos grasos, pero también a través de productos no grasos como la miel, causando daños en la salud. Los estudios realizados por Ruiz-Toledo *et al.* (2018), muestran

el uso de las abejas como bioindicadores de pesticidas organoclorados, lo cual representa un riesgo para las abejas y para la salud humana al consumir productos de abejas como la miel contaminada con estos compuestos, además de la presencia de un amplio espectro de organoclorados a pesar de su prohibición desde 2000, lo que indica que es necesario realizar más estudios sobre su procedencia por el impacto que estos tienen en la salud de los consumidores. Para este fin, las abejas sin aguijón podrían ser una valiosa herramienta que permitiría darle seguimiento al uso de estas sustancias.

Conclusiones

La demanda de alimentos en el mundo se incrementa cada día y una estrategia para asegurarla en América Latina es la conservación de las abejas sin aguijón, por el servicio de la polinización para la producción de semillas y frutos, ya que sin la ayuda de estos insectos no sería factible la producción agrícola, siendo necesaria su protección para continuar recibiendo ese servicio ecosistémico que beneficia al medioambiente, a la agricultura y a la humanidad.

De acuerdo con la revisión bibliográfica se obtuvieron registros de meliponinos y cultivos en solo diez países, encontrando 17 géneros, por lo que es necesario realizar más investigaciones para evaluar otros polinizadores en los agroecosistemas e invernaderos. Las abejas sin aguijón son bioindicadores de la salud de un ecosistema debido a que dan información sobre los impactos de la contaminación ambiental, que puede tener un efecto directo en la salud humana. Por otra parte, la conservación de las poblaciones de abejas puede dar información para desarrollar estrategias integrales y así contribuir a la seguridad alimentaria. Además, hacen falta más estudios sobre las abejas como bioindicadores, ya que la mayoría se centran en el impacto de estos en *Apis mellifera*, cuando las poblaciones más afectadas por los químicos que los componen son las abejas nativas.

Literatura citada

- Abrol, D. P.; Gorka, A. K.; Ansari, M. J.; Al-Ghamdi, A. and Al-Kahtani, S. 2019. Impact of insect pollinators on yield and fruit quality of strawberry. Saudi J. Biol. Sci. 26(3):524-530. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.003>.
- Aguilar, I.; Herrera, E. and Zamora, G. 2013. Stingless bees of Costa Rica. In: Vit, P.; Roubik, D. W. and Pedro, S. R. M. (Ed.). Pot-Honey: a legacy of stingless bees. Springer science New York. 113-124 pp. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7>.
- Aldasoro, M. M.; Luna, D. G. Y., y Enriquez, C. M. E. 2021. Abejas sin aguijón y legado biocultural en mesoamérica. Ecofronteras. 25(73):6-9.
- Alquisira-Ramírez, E. V. 2019. La importancia de la meliponicultura en México. Retos y oportunidades. Parte 2. Los saberes y conocimientos como parte de la seguridad alimentaria. In: Román-Montes de Oca, E. (Ed.). Prácticas agropecuarias como estrategias de seguridad alimentaria. 103-129 pp. <http://investigacion.uaem.mx/archivos/epub/practicas-agropecuarias-seguridad/practicas-agropecuarias-seguridad.pdf>.
- Álvarez, L. J. y Lucía, M. 2018. Una especie nueva de Trigonisca y nuevos registros de abejas sin aguijón para la Argentina (hymenoptera: apidae). Caldasia. 40(2):232-245. <https://doi.org/10.15446/caldas.v40n2.70870>.
- Alves, P. A. D.; Absy, M. L.; Rech, A. R. and Righetti, A. V. H. 2020. Pollen sources used by Frieseomelitta Ihering 1912 (hymenoptera: apidae: meliponini) bees along the course of the Rio Negro, Amazonas, Brazil. Acta Botanica Brasilica. 34(2):371-383. <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0391>.

- Araujo, R. S.; Pereira, M. L.; Faria, B. W. P.; Barbosa, W. F.; Gonzaga, W. G.; Morais, K. F.; Ferreira, M. G. and García, T. M. 2019. Spinosad-mediated effects on survival, overall group activity and the midgut of workers of *Partamona helleri*. *Ecotoxicology and Environ. Safety*. 175:148-154. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.03.050>.
- Aurelio, M. F. L. 2008. Abelhas visitantes das flores do urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) e suas eficiências de polinização. Universidade Federal Do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia. 55 p. <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/15679/1/2008-dis.flamesquita.pdf>.
- Ayala, B. R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (hymenoptera: apidae: meliponini). *Folia Entomol. Mex.* 123(106):1-123.
- Ayala, R.; González, H. V. and Engel, M. S. 2013. Mexican stingless bees (hymenoptera: apidae): diversity, distribution, and indigenous knowledge. *In: Vit, P.; Roubik, D. W. and Pedro, S. R. M. (Ed.). Pot-honey: a legacy of stingless bees.* 135-152 pp. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7>.
- Badillo-Montaño, R.; Aguirre, A. and Munguía-Rosas, M. A. 2019. Pollinator-mediated interactions between cultivated papaya and co-flowering plant species. *Ecol. Evol.* 9(1):587–597. <https://doi.org/10.1002/ece3.4781>.
- Baldi, C. B.; Vallejos, O.; Pancrazio, G.; Lopez, M. N.; Goldaracena, C. y Taus, M. 2014. Empleo de la abeja melífera como bioindicador de contaminación ambiental con herbicidas en áreas cultivadas con soja en la Prov. De entre ríos y su relación con el contenido residual en la miel. *ciencia, docencia y tecnología suplemento.* 4(4):89-114.
- Baldock, K. C. 2020. Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and cities. *Current Opinion in Insect Science.* 38:63-71. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.01.006>.
- Barbosa, W. F.; Smagghe, G. and Guedes, R. N. C. 2015. Pesticides and reduced-risk insecticides, native bees and pantropical stingless bees: Pitfalls and perspectives. *Pest Manag. Scie.* 71(8):1049-1053. <https://doi.org/10.1002/ps.4025>.
- Bhatta, C. P.; Gonzalez, V. H. and Smith, D. R. 2020. Traditional uses and relative cultural importance of *Tetragonula iridipennnis*. *J. Melittol.* 97:1-13.
- Bloch, G.; Bar-Shai, N.; Cytter, Y. and Green, R. 2017. Time is honey: circadian clocks of bees and flowers and how their interactions may influence ecological communities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biol. Sci.* 372(1734):1-11. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0256>.
- Bonet, F. M. y Vergara, C. H. 2016. Abejas silvestres de un cafetal orgánico en Veracruz, México. Universidad de las Américas Puebla. Colección Sapientias. 333-343 pp.
- Botero, G. N. y Morales, S. G. 2000. Producción del manzano (*Malus* sp. CV Anna) en el oriente antioqueño con la abeja melífera, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *Rev. Facultad Nacional de Agronomía.* 53(1):849-862.
- Botina, L. L.; Bernardes, R. C.; Barbosa, W. F.; Lima, M. A. P.; Guedes, R. N. C. and Martins, G. F. 2020. Toxicological assessments of agrochemical effects on stingless bees (Apidae, Meliponini). *MethodsX.* 7:1-18. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100906>.
- Boyle, N. K.; Pitts-Singer, T. L.; Abbott, J.; Alix, A.; Cox-Foster, D. L.; Hinarejos, S.; Lehmann, D. M.; Morandin, L.; O'Neill, B.; Raine, N. E.; Singh, R.; Thompson, H. M.; Williams, N. M. and Steeger, T. 2019. Workshop on pesticide exposure assessment paradigm for Non-*Apis* bees: foundation and summaries. *Environ. Entomol.* 48(1):4-11. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy103>.

- Brieva-Oviedo, E. y Núñez-Avellaneda, L. A. 2020. Biología reproductiva de la palma amarga (*Sabal mauritiiformis*: Arecaceae): especie económicamente importante para la Costa Caribe Colombiana. *Caldasia*. 42(2):278-293.
- Brown, C. J. and Albrecht, C. 2001. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in Central Rondonia, Brazil. *J. Biogeogr.* 28(5):623–634. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00583.x>.
- Carneiro-Neto, T. F. S.; Rebouças, P. O.; Pereira, J. E.; Duarte, P. M.; Santos, L. C.; Silva, G. C. and Siqueira, K. M. M. 2017. Spectrum of pollen stored by *Melipona mandacaia* (Smith, 1863) (*Hymenoptera*: Apidae, Meliponini) in an urban arid landscape. *Sociobiology*. 64(3):284-291. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v64i3.1257>.
- Cham, K. O.; Nocelli, R. C. F.; Borges, L. O.; Viana-Silva, F. E. C.; Tonelli, C. A. M.; Malaspina, O.; Menezes, C.; Rosa-Fontana, A. S.; Blochtein, B.; Freitas, B. M.; Pires, C. S. S.; Oliveira, F. F.; Contrera, F. A. L.; Torezani, K. R. S.; Ribeiro, M. D. F.; Siqueira, M. A. L. and Rocha, M. C. L. S. A. 2019. Pesticide exposure assessment paradigm for stingless bees. *Environ. Entomol.* 48(1):36-48. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy137>.
- Chan-Mutul, G. A.; Aldasoro-Maya, E. M.; Sotelo-Santos, L. E. y Vera-Cortés, G. 2019. Retomando saberes contemporáneos. Un análisis del panorama actual de la meliponicultura en Tabasco. *Estudios de Cultura Maya*. 53:289-326.
- Costa, A. C. V.; Sousa, J. M. B.; Da-Silva, M. A. A. P.; Garruti, D.; Dos, S. and Madruga, M. S. 2018. Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the Brazilian semiarid region. *Food Res. Inter.* 105:110-120. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.043>.
- Da-Silva, S. R.; De-Oliveira, M. M.; Moura, S. M.; Tavares, C. L. and Cardoso, C. C. 2020. Butterflies provide pollination services to macadamia in northeastern Brazil. *Sci. Hortic.* 259(108818):1-8. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108818>.
- De-Menezes, P. S. R. 2014. The stingless bee fauna in Brazil (*Hymenoptera*: apidae). *Sociobiology*. 61(4):348-354. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.348-354>.
- De-Oliveira, R. C.; Queiroz, S. C. D. N.; Da-Luz, C. F. P.; Porto, R. S. and Rath, S. 2016. Bee pollen as a bioindicator of environmental pesticide contamination. *Chemosphere*. 163:525-534. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.022>.
- De-Souza, R. A.; I'Anson, P. R.; Ferreira, C. M. J.; Pereira, Q. E.; Blochtein, B.; Soares, P. C. S. and Imperatriz-Fonseca, V. L. 2015. The stingless bee species, *Scaptotrigona* aff. *Depilis*, as a potential indicator of environmental pesticide contamination. *Environ. Toxicol. Chem.* 34(8):1851-1853. <https://doi.org/10.1002/etc.2998>.
- Delgado-Carrillo, O.; Martén-Rodríguez, S.; Ashworth, L.; Aguilar, R.; Lopezaraiza-Mikel, M. and Quesada, M. 2018. Temporal variation in pollination services to *Cucurbita moschata* is determined by bee gender and diversity. *Ecosphere*. 9(11):1-16. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2506>.
- Enríquez, E. y Ayala, R. 2014. Impacto de la colección de abejas nativas de Guatemala, luego de 14 años de su conformación. *Ciencia y Conservación*. 5:38-47.
- Espinoza-Toledo, C.; Vázquez-Ovando, A.; Torres -Santos, R.; López-García, A.; Albores-Flores, V. and Grajales-Conesa, J. 2018. Stingless bee honeys from soconusco, Chiapas: a complementary approach. *Rev. Biol. Tropical*. 66(4):1536-1546. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32181>.
- Ferruffino, U. and Vit, P. 2013. Pot-Honey of six meliponines from Amboró national park, Bolivia. *In*: Vit, P.; Roubik, D. W. and Pedro, S. R. M. (Ed.). *Pot-honey: a legacy of stingless Bees*. Springer New York. 409-416 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7>.

- Flores, F. F.; Lupo, L. C. y Hilgert, N. I. 2015. Recursos tróficos utilizados por plebeia intermedia (Apidae, Meliponini) en la localidad de Baritú, Salta, Argentina. Caracterización botánica de sus mieles. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 50(4):515-529. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v50.n4.12914>.
- Flores, F. F. and Sánchez, A. C. 2010. First results of botanical characterization of honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae) in los naranjos, salta, Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 45(1-2):81-91.
- Fonseca, A. S.; Oliveira, E. J. F.; Freitas, G. S.; Assis, A. F.; Souza, C. C. M.; Contel, E. P. B. and Soares, A. E. E. 2017. Genetic diversity in *nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera: apidae) aggregations in southeastern Brazil. J. Insect Sci. 17(1):0-5. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew101>.
- Fonte, L.; Milera, M.; Demedio, J. y Blanco, D. 2012. Selectividad de pecoreo de la abeja sin aguijón *Melipona beecheii* bennett en la EEPF 'Indio Hatuey', Matanzas foraging selectivity of the stingless bee *melipona beecheii* bennett at the EEPF 'Indio Hatuey', matanzas. Pastos y Forrajes. 35(3):333-342.
- Fuzaro, L.; Xavier, N. L.; Carvalho, F. J.; Nery, F. A. N.; Carvalho, S. M. and Andaló, V. 2018. Influence of pollination on canola seed production in the cerrado of uberlândia, minas gerais state, Brazil. Acta Scientiarum. Agronomy. 40(1):1-7. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.39315>.
- Genaro, J. A. 2004. Las abejas de la isla de la juventud, Cuba (Hymenoptera: apoidea). Boletín de la S. E. A. 34:177-179.
- Genaro, J. A. and Lóriga, W. 2018. *M. beecheii* Bennett (Hymenoptera: apidae): origen, estudios y meliponicultura en Cuba. Insecta Mundi A. J. World Insect Systematics. 0643:1-18.
- Giannini, T. C.; Acosta, A. L.; Garófalo, C. A.; Saraiva, A. M.; Alves-dos-Santos, I. and Imperatriz-Fonseca, V. L. 2012. Pollination services at risk: bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. Ecological Modelling. 244:127-131. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.06.035>.
- Giannini, T. C.; Araujo, A. D.; Alves, R.; Duran, C. G.; Campbell, A. J.; Awade, M.; Simões, B. J. M.; Saraiva, A. M. and Imperatriz-Fonseca, V. L. 2020. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. Apidologie. 51(3):406-421. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00727-3>.
- Giannini, T. C.; Boff, S.; Cordeiro, G. D.; Cartolano, E. A.; Veiga, A. K.; Imperatriz-Fonseca, V. L. and Saraiva, A. M. 2015. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. Apidologie, 46(2):209-223. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0316-z>.
- Giannini, T. C.; Maia-Silva, C.; Acosta, A. L.; Jaffé, R.; Carvalho, A. T.; Martins, C. F.; Zanella, F. C. V.; Carvalho, C. A. L.; Hrcir, M.; Saraiva, A. M.; Siqueira, J. O. and Imperatriz-Fonseca, V. L. 2017. Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. Apidologie. 48(6):784-794. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0523-5>.
- Grajales-Conesa, J.; Meléndez-Ramírez, V.; Cruz-López, V. and Sánchez, L. 2013. Native bees in blooming orange citrus *sinensis* and lemon (*C. limon*) Orchards in Yucatán, Mexico. Acta Zoológica Mexicana. 29(2):437-440.
- Halinski, R.; Dos-Santos, C. F.; Kaehler, T. G. and Blochtein, B. 2018. Influence of wild bee diversity on canola crop yields. Sociobiology. 65(4):751-759. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3467>.
- Heard, T. A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. Annual review of entomology, 44(1):183-206. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.183>.

- Hedstrom, I. 1986. Pollen carriers of cocos *nucifera* L. (Palmae) in Costa Rica and Ecuador Neotropical Region. *Rev. Biología Tropical*. 34(2):297-301. <https://doi.org/10.15517/rbt.v34i2.24345>.
- Hernández-Villa, V.; Vibrans, H.; Uscanga-Mortera, E. and Aguirre-Jaimes, A. 2020. Floral visitors and pollinator dependence are related to floral display size and plant height in native weeds of central Mexico. *Flora: morphology, distribution, functional ecology of lants*. 262(151505):1-9. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151505>.
- Ish-am, G.; Barrientos-Priego, F.; Castaneda-Vildozola, A. and Gazit, S. 1999. Avocado (*Persea Americana* Mill.) pollinators in its region of origin. *Rev. Chapingo Ser. Hortic*. 5:137-143.
- Lichtenberg, E. M.; Mendenhall, C. D. and Brosi, B. 2017. Foraging traits modulate stingless bee community disassembly under forest loss. *J. Animal Ecol*. 86(6):1404-1416. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12747>.
- Lima, M. A. P.; Martins, G. F.; Oliveira, E. E. and Guedes, R. N. C. 2016. Agrochemical-induced stress in stingless bees: peculiarities, underlying basis, and challenges. *J. Comp. Physiol. A*. 202(9-10):733-747. <https://doi.org/10.1007/s00359-016-1110-3>.
- Malerbo-Souza, D. T.; Andrade, M. O.; Siqueira, R. A.; Medeiros, N. M. G.; Farias, L. R.; Silva, T. G.; Nascimento, L. D. S. and Pimentel, A. C. S. 2020. Bees biodiversity, forage behavior and fruit production in gherkin crop (*Cucumis anguria* L.). *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 42(1):1-7. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v42i1.4742>.
- Malerbo-Souza, D. T. and Halak, A. L. 2009. Comportamento de forrageamento de abelhas e outros insetos nas panículas da mangueira (*Mangifera indica* L.) e produção de frutos. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 31(3):335-341. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i3.6678>
- Meléndez-Ramirez, V.; Magana-Rueda, S.; Parra-Tabla, V.; Ayala, R. and Navarro, G. 2002. Diversity of native bee visitors of cucurbit crops (*cucurbitaceae*) in Yucatán, México. *J. Insect Conserv*. 6(3):135-147. <https://doi.org/10.1023/A:1023219920798>.
- Meléndez, R. V.; Ayala, R. y Delfín, G. H. 2015. Abejas como bioindicadores de perturbaciones en los ecosistemas y el ambiente. *In: González, Z. C. A.; Vallarino, A.; Pérez, J. C. y Low, P. M. A. (Ed.). Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiente. (ECOSUR-INECC)*. 347-369 pp.
- Meléndez, R. V.; Ayala, R. and Delfín, G. H. 2018. Crop pollination by stingless bees. *In: Vit, P.; Roubik, D. W. and Pedro, S. R. M. (Ed.). Pot-pollen in stingless bee melittology*. 139-153 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61839-5>.
- Micherner, C. D. 2007. The bees of the world. C. D. Micherner second (Ed.). 803-829 pp.
- Nascimento, A. S.; Chambó, E. D.; Oliveira, D. J.; Andrade, B. R.; Bonsucesso, J. S. and Carvalho, C. A. L. 2018. Honey from stingless bee as indicator of contamination with metals. *Sociobiology*. 65(4):727-736. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3394>.
- Nates-Parra, G. 2001. Las abejas sin aguijón (Hymenoptera: apidae: biota colombiana. 2(3):233-248.
- Nates-Parra, G.; Palacios, E. y Parra-H, A. 2008. Efecto del cambio del paisaje en la estructura de la comunidad de abejas sin aguijón (*Hymenoptera: apidae*) en meta, Colombia. *Rev. Biología Tropical*. 56(3):1295-1308. <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i3.5711>.
- Nicodemo, D.; Malheiros, E. B.; Jong, D. D. and Couto, R. H. N. 2013. Incremento da produção de pepino partenocárpico com abelhas sem ferrão e africanizadas em casas de vegetação. *Semina:Ciencias Agrarias*. 34(6-1):3625-3634. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3625>.
- Pardo, A. and Borges, P. A. V. 2020. Worldwide importance of insect pollination in apple orchards: a review. *Agric. Ecosys. Environ*. 293(06839):1-17.

- Parmar, T. K.; Rawtani, D. and Agrawal, Y. K. 2016. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in Life Science*. 9(2):110-118. <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753>.
- Portuondo, F. E. y Fernández, T. J. 2004. Biodiversidad del orden Hymenoptera en los macizos montañosos de Cuba oriental. *Boletín de la SEA*. 35(35):121-136.
- Quezada-Euán, J. J. G. 2009. Potencial de las abejas nativas en la polinización de cultivos. *Acta Biológica Colombiana*. 14(2):169-172.
- Quezada-Euán, J. J. G. 2018. Services provided by stingless bees. *In: Quezada-Euán, J. J. G. (Ed.). Stingless bees of Mexico*. Springer international publishing AG. 167-192 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77785-6>.
- Quezada-Euán, J. J. G.; Nates-Parra, G.; Maués, M. M.; Imperatriz-Fonseca, V. L. and Roubik, D. W. 2018. Economic and cultural values of stingless bees (*hymenoptera: meliponini*) among ethnic groups of tropical America. *Sociobiology*. 65(4):534-557. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3447>.
- Rader, R.; Bartomeus, I.; Garibaldi, L. A.; Garratt, M. P. D.; Howlett, B. G.; Winfree, R.; Cunningham, S. A.; Mayfield, M. M.; Arthur, A. D.; Andersson, G. K. S.; Bommarco, R.; Brittain, C.; Carnevali, L. G.; Chacoff, N. P.; Entling, M. H.; Foully, B.; Freitas, B. M.; Gemmill-Herren, B.; Ghazoul, J. and Woyciechowski, M. 2016. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*. 113(1):146-151.
- Ramírez-Arriaga, E.; Pacheco-Palomo, K. G.; Moguel-Ordoñez, Y. B.; Zepeda, G. M. R. and Godínez-García, L. M. 2018. Angiosperm resources for stingless bees (apidae, meliponini): a pot-pollen melittopalynological study in the Gulf of Mexico. *In: Vit, P.; Roubik, D. W. and Pedro, S. R. M. (Ed.). Pot-pollen in stingless bee melittology*. Springer International Publishing AG. 111-130 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61839-5>.
- Reyes-Novelo, E.; Meléndez, R. V.; Delfín, G. H. y Ayala, R. 2009. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. *Trop. Subtrop. Agroecosys*. 10(1):1-13.
- Ricketts, T. H. 2004. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology*. 18(5):1262-1271. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00227.x>
- Rincón-Rabanales, M.; Roubik, D. W.; Guzmán, M. A.; Salvador-Figueroa, M.; Adriano-Anaya, L. and Ovando, I. 2015. High yields and bee pollination of hermaphroditic rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) in Chiapas, Mexico. *Fruits*. 70(1):23-27. <https://doi.org/10.1051/fruits/2014039>.
- Rortais, A.; Arnold, G.; Dorne, J. L.; More, S. J.; Sperandio, G.; Streissl, F.; Szentes, C. and Verdonck, F. 2017. Risk assessment of pesticides and other stressors in bees: principles, data gaps and perspectives from the european food safety authority. *Science of the total environment*. 587-588:524-537 pp. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.127>.
- Roubik, D. W. and Moreno, P. E. 2018. The stingless honeybees (Apidae, apinae: meliponini) in Panama and pollination ecology from pollen analysis. *In: Vit, P.; Roubik, D. W. and Pedro, S. R. M. (Ed.). Pot-pollen in stingless bee melittology*. 47-66. pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61839-5>.
- Ruiz-Toledo, J.; Vandame, R.; Castro-Chan, R. A.; Penilla-Navarro, R. P.; Gómez, J. and Sánchez, D. 2018. Organochlorine pesticides in honey and pollen samples from managed colonies of the honeybee *Apis mellifera* linnaeus and the stingless bee *Scaptotrigona mexicana* Guérin from Southern, Mexico. *Insects*. 9(2):1-18. <https://doi.org/10.3390/insects9020054>.

- Santos, L. C. I.; De-Andrade, W. C.; Freitas, F. A.; Da-Silva, S. G.; Lopes, D. C. C. A.; Pereira, D. C. C. A. and Lima, A. C. M. 2018. Pollen types from colonies of *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) established in a coffee plantation. *Grana*. 57(3):235-245. <https://doi.org/10.1080/00173134.2017.1330361>.
- Silva, P. R. M. and Franco, C. J. M. 2013. Stingless bees from Venezuela. *In: Vit, P.; Roubik, D. W. and Pedro, S. R. M. (Ed.). Pot-honey: a legacy of stingless bees*. Springer science New York. 73-86 pp. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7>.
- Slaa, E. J.; Sánchez Chaves, L. A.; Malagodi-Braga, K. S. and Hofstede, F. E. 2006. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. *Apidologie*, 37(2):293-315. <https://doi.org/10.1051/apido:2006022>.
- Sponsler, D. B.; Grozinger, C. M.; Hitaj, C.; Rundlöf, M.; Botías, C.; Code, A.; Lonsdorf, E. V.; Melathopoulos, A. P.; Smith, D. J.; Suryanarayanan, S.; Thogmartin, W. E.; Williams, N. M.; Zhang, M. and Douglas, M. R. 2019. Pesticides and pollinators: a socioecological synthesis. *Sci. Total Environ.* 662:1012-1027. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.016>.
- Thompson, H. 2016. Extrapolation of acute toxicity across bee species. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 12(4):622-626. <https://doi.org/10.1002/ieam.1737>.
- Valdovinos-Núñez, G. R.; Quezada-Euan, J. J. G.; Ancona-Xiu, P.; Moo-Valle, H.; Carmona, A. and Sánchez, E. R. 2009. Comparative toxicity of pesticides to stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *J. Econ. Entomol.* 102(5):1737-742. <https://doi.org/10.1603/029.102.0502>
- Vieira, K. M.; Netto, P.; Dlas, A.; Mendes, S. S.; Castro, L. C. and Prezoto, F. 2016. Nesting stingless bees in urban areas: a reevaluation after eight years. *Sociobiology*. 63(3):976-981. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v63i3.778>.
- 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(3):349-360. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-07/2017>.
- Vit, P.; Pedro, S. R. M.; Vergara, C. and Deliza, R. 2017. Ecuadorian honey types described by Kichwa community in Rio Chico, Pastaza province. Ecuador using free-choice profiling. *Rev. Brasileira de Farmacognosia*. 27(3):384-387. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2017.01.005>.
- Vollet-Neto, A.; Koffler, S.; Santos, C. F.; Menezes, C.; Nunes, F. M. F.; Hartfelder, K.; Imperatriz-Fonseca, V. L. and Alves, D. A. 2018. Recent advances in reproductive biology of stingless bees. *Insectes Sociaux*. 65(2):201-212. <https://doi.org/10.1007/s00040-018-0607-x>.