

Colección de polen, desarrollo de colonias y parámetros ambientales en abejas *Scaptotrigona hellwegeri* (Hymenoptera: Meliponini)

Pollen collection, colony development and environmental parameters in *Scaptotrigona hellwegeri* bees (Hymenoptera: Meliponini)

Francisca Contreras-Escareño² ,
Andrea Judith Betancourt
Sánchez¹
José Octavio Macías-Macías^{2*} ,
José María Tapia-González² ,
José Carlos Tapia-Rivera² ,
Ernesto Guzmán-Novoa³ 

¹Universidad de Guadalajara. Centro de Investigaciones en abejas (CIABE). Departamento de Producción Agrícola. CUCSUR. Universidad de Guadalajara. México. Av. Independencia Nacional 151, Centro, CP. 48900. Autlán de Navarro, Jalisco, México.

²Universidad de Guadalajara. Centro de Investigaciones en abejas (CIABE). Departamento de Ciencias de la Naturaleza. CUSUR. Universidad de Guadalajara. México. Av. Enrique Arreola Silva No. 883, Colón, Cd Guzmán Centro, CP. 49000. Cd Guzmán, Jalisco, México.

³School of Environmental Sciences, University of Guelph, 50 Stone Road East, Guelph, N1G 2W1, Ontario, Canada.

*Autor de correspondencia:
joseoc@cusur.udg.mx

Nota científica

Recibida: 17 de marzo 2023

Aceptada: 12 de septiembre 2023

Como citar: Contreras-Escareño F, Betancourt Sánchez AJ, Macías-Macías JO, Tapia-González JM, Tapia-Rivera JC, Guzmán-Novoa E (2023) Colección de polen, desarrollo de colonias y parámetros ambientales en abejas *Scaptotrigona hellwegeri* (Hymenoptera: Meliponini). Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 10(3): e3687. DOI: 10.19136/era.a10n3.3687

RESUMEN. Se estudió la recolección de polen, la influencia de parámetros ambientales y la ganancia de peso en colonias de *Scaptotrigona hellwegeri*. Se registró la entrada de abejas con polen por 5 min cada hora en el periodo diurno de manera quincenal durante 9 meses. Se determinó la hora de inicio, finalización y periodo del día en que las abejas estuvieron ingresando más polen. Los parámetros ambientales se relacionaron con la recolección de polen y las colonias se pesaron mensualmente. La hora de inicio y finalización de recolección de polen fue a las 8:00 y 21:00 h, con un pico de colecta entre las 11:00 y las 17:00 h. La temperatura, intensidad de luz, humedad relativa y velocidad del viento, tuvieron una relación moderada con la actividad de colecta. En enero las colonias presentaron un ligero aumento de peso y en enero y mayo se observó una mayor recolección de polen.

Palabras clave: Abejas sin aguijón, recolección de polen, ganancia de peso, parámetros ambientales, crecimiento de colonias.

ABSTRACT. Pollen collection, the influence of environmental parameters and weight gain in *Scaptotrigona hellwegeri* colonies were studied. The entry of bees with pollen was recorded for 5 min every hour during the day, biweekly for 9 months. The starting and ending time and period of the day during which, the bees collected more pollen were determined. The environmental parameters were related to pollen collection and the colonies were weighed monthly. The starting and ending times of pollen collection were at 8:00 a.m. and 9 p.m., with a collection peak between 11:00 a.m. and 5:00 p.m. Temperature, light intensity, relative humidity, and wind speed had a moderate relationship with collection activity. The colonies slightly increased in weight in January, and a higher collection of pollen was observed in January and May.

Key words: Stingless bees, pollen collection, weight gain, environmental parameters, growth colonies.

INTRODUCCIÓN

Las abejas sin aguijón (meliponas), han sido cultivadas en México desde tiempos ancestrales en regiones como la península de Yucatán en donde todavía se tiene una tradición para su aprovechamiento en rituales religiosos y en la medicina alternativa (CONABIO-ECOSUR 2018). En este sentido, en México se han descrito 46 especies de abejas meliponas (Ayala 1999), de las cuales se cultivan no más de cinco especies distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales. Este grupo de abejas tiene gran potencial de aprovechamiento, puesto que son poco defensivas (no tienen un aguijón funcional), son relativamente fáciles de manejar y sus productos tienen un alto valor en el mercado (CONABIO-ECOSUR 2018, Gennari 2019). A pesar de esto, el conocimiento de la biología básica de las abejas meliponas en México, es muy limitado, por lo que es importante llevar a cabo estudios con otras especies diferentes a las que tradicionalmente se aprovechan, con el fin de obtener conocimientos básicos que permitan su aprovechamiento sustentable. *Scaptotrigona hellwegeri* es una abeja sin aguijón endémica del Occidente de México que se distribuye en zonas tropicales y subtropicales (Ayala 1999, Contreras-Escareño y Becerra-Guzmán 2008). Esta especie se caracteriza por ser poliléctica, porque colecta y utiliza polen de plantas de diferentes taxa. Dependiendo de la época del año y de los recursos disponibles, tiende a ser estrechamente poliléctica e incluso oligoléctica (Khalifa et al. 2021). Sin embargo, y a pesar de que la especie *S. hellwegeri* es de amplia distribución en la región del pacífico mexicano, son escasos los estudios sobre ella; en específico, no hay ningún estudio que describa el comportamiento de las obreras en la recolección de polen, ni datos sobre los factores que influyen en esta actividad. En las abejas sin aguijón, la actividad de pecoreo (recolección de polen y néctar) depende de las condiciones internas de la colonia, su nivel de población, capacidad de distancia de vuelo de las obreras está relacionado con su tamaño y las variables del medio ambiente como la temperatura, humedad, velocidad del viento, intensidad lumínica

y precipitación pluvial (Basari 2018, Mohammad et al. 2021). Aunque el pecoreo de las abejas sociales está influenciado por los requerimientos de alimento de la colonia y la disponibilidad de recursos (tanto las reservas de la colonia como los recursos florales externos), el clima puede explicar una gran parte de la variabilidad en la actividad de entrada de las abejas al nido y de la actividad de ellas sobre las flores (Crall et al. 2017, Klein et al. 2019, Uthoff y Ruxton 2022). El conocer la actividad de las abejas evaluando la recolección de polen es importante porque proporciona datos para el conocimiento de la biología de las especies, así como de su potencial productivo, para la implementación de programas de manejo, para su reproducción y para su uso en la polinización de cultivos (Rodríguez 2020). Por otra parte, la ganancia de peso y el aumento de población de las colonias dependen principalmente de la recolección de recursos alimenticios y esto se asocia a la enjambrazón de las mismas que sucede cuando estas llegan a un estado óptimo (Quezada-Euán 2005). De tal manera que es importante identificar la temporada en la cual las colonias obtienen una mayor ganancia de peso, lo cual puede ser una indicación de que estas colonias se pueden reproducir y multiplicar de manera inducida, mediante técnicas específicas de división (González-Acereto 2012). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento de las obreras en la recolección de polen, la relación de los factores ambientales en esta actividad y determinar la ganancia de peso en colonias de abejas sin aguijón de la especie *S. hellwegeri*, bajo condiciones de clima tropical, lo que puede aportar datos básicos para iniciar con su aprovechamiento sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

Las observaciones se llevaron a cabo en el meliponario experimental del Centro de Investigaciones en Abejas (CIABE) que se encuentra en el Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara en Autlán, Jalisco, (19° 34' 30" a los 19° 53' 45" de latitud norte, y 104° 04' 00" a 104° 27' 35" de longitud oeste), con una altitud de 900 msnm.

El clima predominante es semiseco y semicálido con una temperatura media anual de 23.5 °C y 718.8 mm de precipitación media anual sin registrar heladas, por lo que se considera un clima predominantemente tropical (IIEG 2021). El registro de datos fue entre los meses de mayo del 2019 a enero del 2020.

Comportamiento en la recolección de polen y parámetros ambientales

El comportamiento de las obreras en la recolección de polen se evaluó en cinco colonias de la especie *S. hellwegeri*, alojadas en cajas de madera del tipo Portugal-Araujo (Pérez-Sato et al. 2021). Las observaciones se hicieron quincenalmente entre los meses de mayo y enero. Cada hora, en un horario de las 7:00 a las 19:00 h, se observó la entrada de las colonias durante 5 min para registrar el número de abejas que regresaban con polen utilizando contadores de pulso manual. También cada hora, se registró el porcentaje de humedad relativa (HR), la temperatura (°C), la intensidad de la luz (luxes) y la velocidad del viento (km/h) con un datalogger múltiple (Lt Lutron, modelo LM-8010, Taiwan). Para la actividad de pecoreo, los datos obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva, registrando la actividad promedio por día y por meses del año. En el caso de los parámetros ambientales y su influencia con la actividad de recolección de polen, los datos se relacionaron mediante una correlación de Spearman previo análisis de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilks (Pallant 2020) utilizando el software SPSS® versión 24.

Ganancia de peso

En el mismo periodo de tiempo en que se hicieron las observaciones de pecoreo se utilizaron cinco colonias que fueron transferidas a cajas de madera de pino tipo Portugal-Araujo (Pérez-Sato et al. 2021), retirando las reservas alimenticias (potes de miel y polen) para evitar problemas de infestación con la mosca jorobada (*Pseudohylocera kerteszi*). Las condiciones poblacionales iniciales de estas colonias se homologaron mediante la transferencia de panales (discos de cría) entre colonias para iniciar con la misma cantidad de panales de cría y peso

similar. Se registró el peso inicial de cada colonia y después cada 30 días, con una báscula digital (Torrey, CRS-HD 200 kg/400 lb, México). Al final, se obtuvieron los promedios de peso y la desviación estándar para cada mes mediante estadística descriptiva y la ganancia de peso en el periodo de estudio restando el peso inicial al peso final de las colonias. Para relacionar la actividad de recolección de polen con el peso se hizo una correlación de Spearman previo análisis de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilks (Pallant 2020) utilizando el software SPSS® versión 24.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recolección de polen y parámetros ambientales

La actividad de las obreras en la recolección de polen a lo largo del día inició a las 8:00 h y llegó a término entre las 20:00 y 21:00 h, cuando no se observaron abejas ingresando con polen a las colonias. Observando un pico de máxima actividad sostenida entre las 11:00 y 17:00 h (Figura 1). En cuanto al periodo o mes de máxima actividad, se observó que en el mes de mayo y enero se registró la mayor actividad, con promedio de abejas ingresando con polen a sus colonias en lapsos de 5 min, de 31.4 ± 38.52 y 34.6 ± 25.8 , respectivamente. Así mismo, se registraron dos meses (septiembre y diciembre), donde las abejas estuvieron ingresando poco polen. La actividad por cada mes de registro se puede observar en la Figura 2. En cuanto a la relación de la actividad de las abejas en la recolección de polen con los parámetros ambientales, se observó que todas las variables tuvieron una relación media significativa, en donde solo la humedad presentó una relación inversa. Los diferentes valores de los coeficientes de correlación se pueden observar en la Tabla 1. De manera general, los tiempos de duración de la actividad de recolección de polen en las obreras de *S. hellwegeri* es muy parecida a las que se reportan para otros trabajos que se llevaron a cabo con especies de abejas sin aguijón del mismo género en climas tropicales (Bharath et al. 2019, Vaidya 2023). La diferencia con este estudio, es que la actividad de otras especies comienza y finaliza entre dos y tres ho-

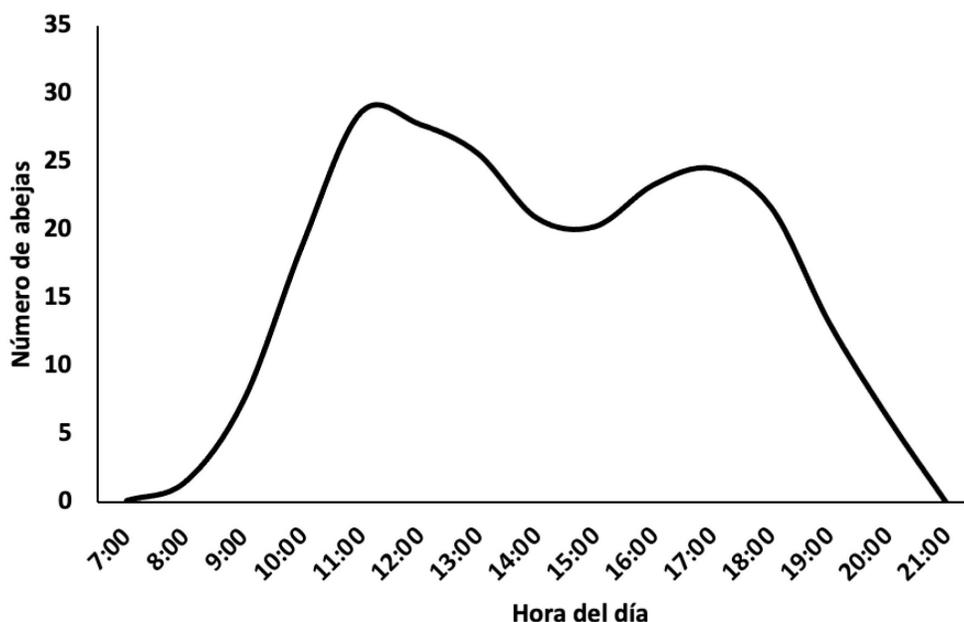


Figura 1. Número promedio de abejas de *Scaptotrigona hellwegeri* que ingresaron con polen a la colonia cada 5 min, a lo largo del día.

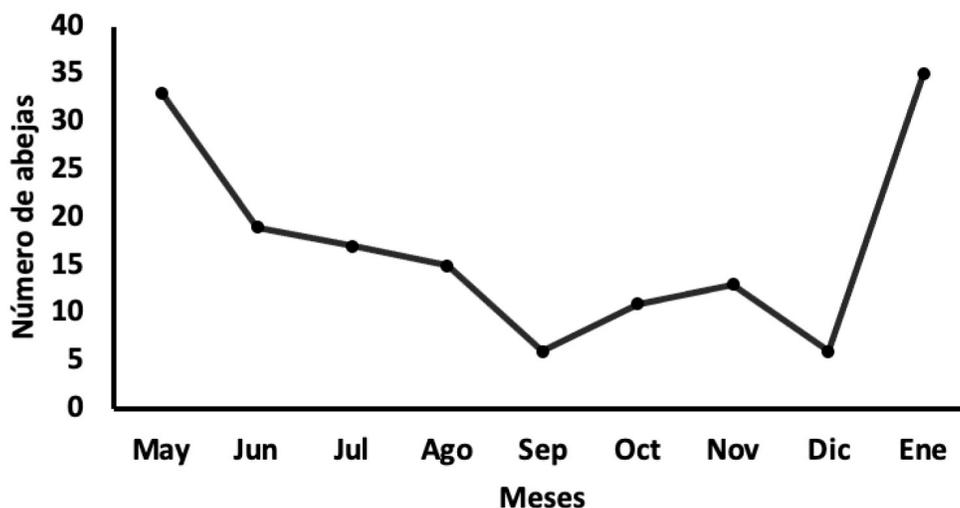


Figura 2. Número promedio de abejas *Scaptotrigona hellwegeri* que ingresaron con polen a la colonia cada 5 min, entre las 7:00 y 21:00 h, en cada mes de estudio.

Tabla 1. Matriz de correlación de los factores ambientales con la actividad de las abejas *Scaptotrigona hellwegeri* que ingresaron a la colonia con polen.

Parámetro	Índice de correlación (P < 0.05)
Temperatura (°C)	0.554
Humedad (%)	-0.414
Luminosidad (lux)	0.570
Velocidad viento (km/h)	0.430

ras más temprano, pero el total de tiempo que las abejas duran pecoreando fue similar (12 h). Sin embargo, en *S. hellwegeri* se observó un periodo de tiempo sostenido de recolección de polen entre las 11:00 y 17:00 h del día; esto se puede explicar debido a que en este periodo de tiempo, las plantas de la región o las plantas silvestres de clima tropical que se encuentran en esta zona ofrecen mayor

disponibilidad de este recurso de manera más prolongada en ciertas horas del día. Diversos trabajos mencionan la diferencia en cuanto a la duración de los periodos de floración de las especies de plantas con flores de clima tropical en comparación con otros climas, en donde se pueden encontrar una mayor diversidad de plantas que ofrecen recursos (néctar y polen) para atraer a las abejas con mayor amplitud de horarios (Bucher 2018, Neumüller 2021).

De manera particular, también puede ser posible que, en ciertas horas del día, ocurra una amplia floración de una determinada especie de plantas en particular y que las abejas obtengan ese recurso incrementando la recolección de polen en esas horas (Neumüller 2021). Esta disposición espontánea de polen que suele suceder, pudiera también ayudar a explicar este periodo de recolección de polen sostenido de más de 6 h que se observó en *S. hellwegeri*. En cuanto a la actividad en la recolección de polen a lo largo del periodo de estudio, el incremento que se registró en el mes de mayo y enero puede deberse a que en estos meses hubo una mayor disposición de polen en los recursos florales, lo que provocó que las abejas aumentaran la entrada con polen a las colonias. En este sentido la disminución de la actividad que se observó en los meses respectivos (septiembre y diciembre) sería el efecto de la disminución de la floración de las plantas debido a su periodo de desarrollo fenológico, ya que en septiembre inicia la estación de otoño y en diciembre principia la temporada invernal y los recursos florales se reducen en estas dos estaciones del año. Las condiciones ambientales que se presentan en las diferentes estaciones del año tienen una relación directa con la fenología de las plantas y son un factor determinante que influye en la presencia o ausencia de flores en las mismas y marca las diferentes temporadas de recursos florales de utilidad para las abejas (Contreras-Escareño et al. 2005, Bucher 2018). En relación a la influencia de los parámetros ambientales con la actividad en la recolección de polen, el hecho de que todos estos presentan valores indicativos de una relación media significativa sugiere que la actividad de recolección en esta especie puede ser afectada por la temperatura, humedad, luminosidad y veloci-

dad del viento. Particularmente, con la humedad (se registró una relación negativa), se coincide con otros trabajos, ya que se ha reportado en otras especies como *Trigona* sp una inesperada decadencia en la actividad de vuelo cuando el porcentaje de humedad relativa llegó al 90% (Soares et al. 2019). Por otra parte, se ha determinado que otros factores como el tamaño de las abejas y las necesidades de la colonia, influyen en esta actividad de recolección (Minahan y Brunet 2018), pero para corroborar o descartar si esto mismo sucede en colonias de *S. hellwegeri* se tendrán que hacer los experimentos respectivos. Se observó que la actividad de pecoreo a lo largo del periodo de estudio fue mayor en los meses relacionados con las estaciones de primavera-verano, en las que se registran aumentos en la temperatura del medio ambiente en la región (CEAEJ 2014). Este comportamiento está relacionado con la fisiología vegetal y la fenología de las plantas, ya que un aumento en la temperatura ambiental puede tener un efecto positivo en la floración de las mismas y a la vez esta floración estimula a las abejas para incrementar su actividad en la recolección de recursos (Glaum 2020, Martins et al. 2021).

En cuanto a la luz solar, la intensidad de luz puede ser un factor determinante en la actividad de las abejas, ya que ellas inician a trabajar con la aparición o salida del sol y finalizan cuando ya no hay luz natural (Souza-Junior et al. 2019). Sobre lo mismo Reyes-Carrillo y Cano-Ríos (2000) mencionan que las abejas pueden salir a recolectar recursos con bajas intensidades de luz que se presentan en días nublados, pero que la luminosidad es un factor importante en la actividad de vuelo que determina la cantidad e intensidad de las abejas que salen a pecorear. Esta misma relación se encontró en este trabajo, confirmando la influencia de la luminosidad en la actividad de recolección de recursos.

Ganancia de peso

De acuerdo con los datos registrados, el peso promedio inicial de las colonias fue de 12.84 ± 0.18 kg. Después de nueve meses de observación que el peso promedio de las colonias fue de 13.78 ± 0.14 kg, por lo se tuvo una ganancia de peso promedio de

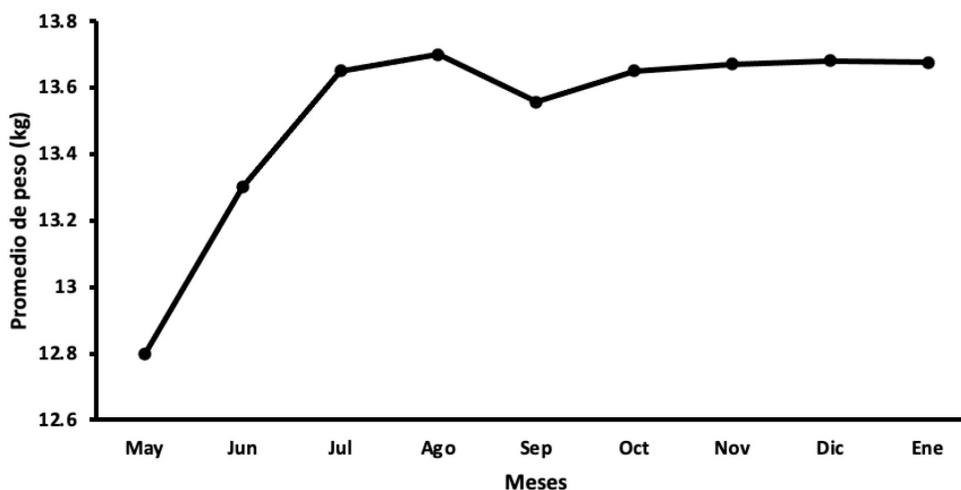


Figura 3. Evolución del peso promedio de las colonias de abejas de *Scaptotrigona hellwegeri* en los meses de estudio.

0.94 ± 0.53 kg (Figura 3). Con respecto al ingreso de abejas con polen y su correlación con el peso de las colonias, se encontró un coeficiente de 0.42 ($P < 0.001$), lo que indica una relación media significativa y sugiere que a medida que aumentan el número de abejas que entran con polen a la colonia, aumenta el peso de la colonia. En general, la ganancia de peso promedio obtenido en las colmenas durante los nueve meses fue poco notable, lo cual se puede deber a que la biología reproductiva y desarrollo poblacional de las abejas sin aguijón es lenta en comparación con otras especies, como *Apis mellifera* en donde se pueden encontrar hasta 80 000 individuos, lo que indica una emergencia de hasta 2 000 abejas por día con periodo de desarrollo ontogénico de 21 días. Mientras que las abejas sin aguijón, en específico del género *Scaptotrigona*, el tiempo de emergencia (desarrollo ontogénico) de las obreras es de 41 días

y las poblaciones no son mayores a los 1000 individuos (Shanahan y Guzmán 2017, Gennari 2019). Estas diferencias influyen en la fuerza de pecoreo de las colonias y en la recolección de recursos, lo que provoca que las abejas sin aguijón presenten un bajo desarrollo poblacional y por consecuencia un lento incremento de peso de la colonia. Pero pesar de este bajo incremento de peso registrado en las colonias de *S. hellwegeri*, se encontró que el aumento en el peso está relacionado con el flujo de polen a las colonias, de acuerdo con el coeficiente de correlación encontrado. Durante los meses de mayor abundancia floral, las colonias presentaron evidencias de desarrollo, siendo esto parte de la biología reproductiva específica de las abejas sin aguijón (Quezada-Euán 2005, Vaidya 2023), lo que pudiera ser un indicio básico para hacer divisiones de las colonias en este periodo.

LITERATURA CITADA

- Ayala R (1999) Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Folia Entomológica Mexicana 106: 1-123. Doi: 10.3390/insect9040138
- Basari N, Ramli S, Khairi N (2018) Food reward and distance influence the foraging pattern of stingless bee, *Heterotrigona itama*. Insects 9: 138.
- Bharath MP, Chinniah C, Jayaraj J, SureshK, Balamohan TN, Vellaikumar S (2019) Foraging performance of stingless bee, *Tetragonula iridipennis Smith* (Hymenoptera: Apidae) during winter season in Madurai, Tamil Nadu. International Journal of Chemical Studies 7: 360-364.

- Bucher S, König P, Menzel A, Migliavacca M, Ewald J, Römermann C (2018) Traits and climate are associated with first flowering day in herbaceous species along elevational gradients. *Ecology Evolution* 8: 1147-1158
- CEAEJ (2014) Ficha Técnica Hidrológica del municipio de Autlán de Navarro Jalisco. Comisión Estatal del Agua del Estado de Jalisco. Jalisco, México. https://www.ceajalisco.gob.mx/doc/fichas_hidrologicas/region10/autlan%20de%20navarro.pdf. Fecha de consulta: 2 de enero de 2023.
- CONABIO-ECOSUR (2018) Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México con catálogo de especies. Primera edición. Comité Editorial de El Colegio de la Frontera Sur. México, México. 135p
- Contreras-Escareño F, Becerra-Guzmán FDJ, Echazarreta-González C (2005) Apicultura: panorámica de Jalisco. 1er ed. Editorial Amate. México, México. 205p
- Contreras-Escareño F, Becerra-Guzmán FJ (2008) Diversidad de las abejas sin aguijón en dos comunidades de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Apitec* 8: 15.
- Crall JD, Chang JJ, Oppenheimer RL, Combes SA (2017) Foraging in an unsteady world: bumblebee flight performance in field-realistic turbulence. *Interface Focus* 1: 20160086. DOI: 10.1098/rsfs.2016.0086.
- Gennari G (2019) Manejo racional de las abejas nativas sin aguijón (ANSA). Primera edición. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. 46p.
- Glaum P, Wood TJ, Morris JR, Valdovinos F (2020) Phenology and flowering overlap drive specialization in pollinator networks. Cold Spring Harbor Laboratory. bioRxiv. DOI: 10.1101/2020.09.08.287946
- González-Acereto JA (2012) La importancia de la meliponicultura en México, con énfasis en la Península de Yucatán. *Bioagrocencias* 5: 34-41.
- IIEG (2021) Autlán de Navarro Diagnóstico del municipio. Instituto de Información Estadística y Geográfica el Estado de Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. Jalisco, México <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2022/01/Autl%C3%A1n-de-Navarro-1.pdf>. Fecha de consulta: 5 de enero de 2023.
- Khalifa S, Elshafiey E, Shetaia A, El-Wahed A, Algethami A, Musharraf S, AlAjmi M, Zhao C, Masry S, Abdel-Daim M, Mohammed F, Guoyin K, Yahya A, Mokhtar B, Mohamed A, Hesham R (2021) Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. *Insects* 12: 688. DOI: 10.3390/insects12080688.
- Klein S, Pasquarea C, He XJ, Clint P, Eirik S, Jean-Marc D, Andrew B, Mathieu L (2019) Honey bees increase their foraging performance and frequency of pollen trips through experience *Scientific Report* 9: 6778. DOI: 10.1038/s41598-019-42677-x.
- Martins AE, Camargo MG, Morellato LPC (2021) Flowering Phenology and the Influence of Seasonality in Flower Conspicuousness for Bees. *Frontiers Functional Plant Ecology* 11: 594538 DOI: 10.3389/fpls.2020.594538.
- Minahan D, Brunet J (2018) Strong Interspecific Differences in Foraging Activity Observed Between Honey Bees and Bumble Bees Using Miniaturized Radio Frequency Identification (RFID). *Frontiers in Ecology and Evolution* 6: 156. DOI: 10.3389/fevo.2018.00156.
- Mohammad SM, Mahmud-Ab-Rashid NK, Zawawi N (2021) Stingless bee-collected pollen (Bee Bread): Chemical and microbiology properties and health benefits. *Molecules* 11: 957. DOI: 10.3390/molecules26040957.
- Neumüller U, Burger H, Schwenninger HR, Hopfenmüller S, Krausch S, Weiß K, Ayasse M (2021) Prolonged blooming season of flower plantings increases wild bee abundance and richness in agricultural landscapes. *Biodiversity and Conservation* 30: 3003-3021.
- Pallant J (2020) SPSS Survival Manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPS. Edición 7th ed. Routledge. London, UK. 378p.

- Pérez-Sato J, Salazar-Vargas H, Hidalgo-Contreras, Real-Luna N, Debernardi-De La Vequia H, De la Rosa-Santamaría R (2021) Efecto del modelo y material de construcción de la caja y recubrimiento de los panales de cría en la termorregulación y desarrollo de colonias de *Scaptotrigona mexicana*. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 12: 437-452.
- Quezada-Euán J (2005) Biología y uso de las abejas sin aguijón de la península de Yucatán, México (Hymenoptera, Meliponini). Primera edición. UADY. Yucatán, México. 112p
- Reyes-Carrillo JL, Cano-Ríos P (2000) Manual de polinización apícola: la polinización de los cultivos por abejas. Primera Edición. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, México. 52p.
- Rodrigues C, Ferasso D, Mossi AJ, Coelho G (2020) Pollen resources partitioning of stingless bees (Hymenoptera: Apidae) from the southern Atlantic forest. Acta Scientiarum 42: 1-9. DOI: 10.4025/actasciobiolsci.v42i1.48714.
- Shanahan M, Guzmán DM (2017) Manual de meliponicultura básica. Primera edición. Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, México. 53p
- Soares KO, Lima MV, Evangelista-Rodrigues A, Silva AAF, Silva FJDA, Lima AIB, Da Costa CRG (2019) Factors influencing the foraging behavior of *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae). Biological Rhythm Research 52: 1109-1119.
- Souza-Junior J, Queiroz JP, Linhares CM (2019) Influence of the thermal environment on the stingless bee foraging activity: A mini-review. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology 7: 176-178.
- Uthoff C, Ruxton G (2022) Local weather conditions affect forager size and visitation rate on bramble flowers (*Rubus fruticosus*) in bumble bees (*Bombus* spp). Journal of Insect Behavior 35: 17-30.
- Vaidya C, Fitch G, Martinez G, Oana AM, Vandermeer J (2023) Management practices and seasonality affect stingless bee colony growth, foraging activity, and pollen diet in coffee agroecosystems. Agriculture, Ecosystems. 353: 108552. DOI: 10.1016/j.agee.2023.108552.