



Microbios aliados de las meliponas: claves para la agroecología

Paulina Janneth Pérez-Peralta*
Dulce Jazmín Hernández-Melchor
Sandra Cortés-Pérez
Ronald Ferrera-Cerrato

Posgrado en Edafología, Colegio de
Postgraduados, Carretera Federal México-Texcoco km 36.5, Montecillo, C.P. 56264, Texcoco,
México.

*Autor de correspondencia: perez.paulina@colpos.mx

¿Conoces a las abejas meliponas? ¿Sabías que existen muchos microorganismos como bacterias y hongos asociados a ellas y a sus productos como la cera, el polen y la miel? Aquí conocerás a las abejas meliponas, su importancia y la fuente microbiana asociada a estas, la cual puede tener aplicaciones en la industria, pero sobre todo en los agroecosistemas.

Introducción

Las abejas son reconocidas como uno de los insectos más importantes para los ecosistemas, porque gracias a la polinización permiten que muchas plantas se reproduzcan. En recompensa, ellas obtienen néctar y polen, que les sirve de alimento.



En las regiones tropical y subtropical del planeta existe un grupo especial de abejas: las meliponas, conocidas por ser abejas sin aguijón. Están representadas por más de 500 especies, pertenecientes a 58 géneros entre los que destacan *Melipona* y *Trigona*. Por eso, comúnmente son llamadas abejas “meliponas”. Estas abejas no solo son fascinantes por su biología, sino también por su relevancia cultural y ecológica en las comunidades que conviven con ellas.

En los estudios realizados con las abejas meliponas, se ha descubierto que ellas y sus colonias albergan un microbioma diverso, formado por levaduras, hongos y bacterias. Entre estas últimas, el género *Bacillus*, es el más abundante.



Estos microorganismos cumplen funciones muy importantes: ayudan en la pre-digestión y acondicionamiento del polen almacenado, lo que lo hace menos vulnerable a la proliferación de microorganismos nocivos. No obstante, aún se conoce poco sobre todas las actividades que podrían desempeñar. Su potencial es enorme, especialmente en los agroecosistemas donde podrían mejorar la condición nutrimental del suelo y, en consecuencia, favorecer el crecimiento de los cultivos.

En otras palabras, las meliponas no solo son valiosas por la polinización y la miel, sino también porque sus microorganismos asociados podrían convertirse en aliados invisibles para una agricultura más sostenible mediante el desarrollo de bioinoculantes o biofertilizantes que los incluyan.

¿Quiénes son las meliponas?

Las llamadas abejas “meliponas” son un tipo especial de abejas conocidas por no tener aguijón funcional, sin embargo, se defienden mordiendo con fuerza. Son de tamaño diminuto; algunas miden desde 2 mm o lo que es igual a la punta de un crayón y las más grandes son de hasta 2 cm, lo mismo que una grapa de oficina.

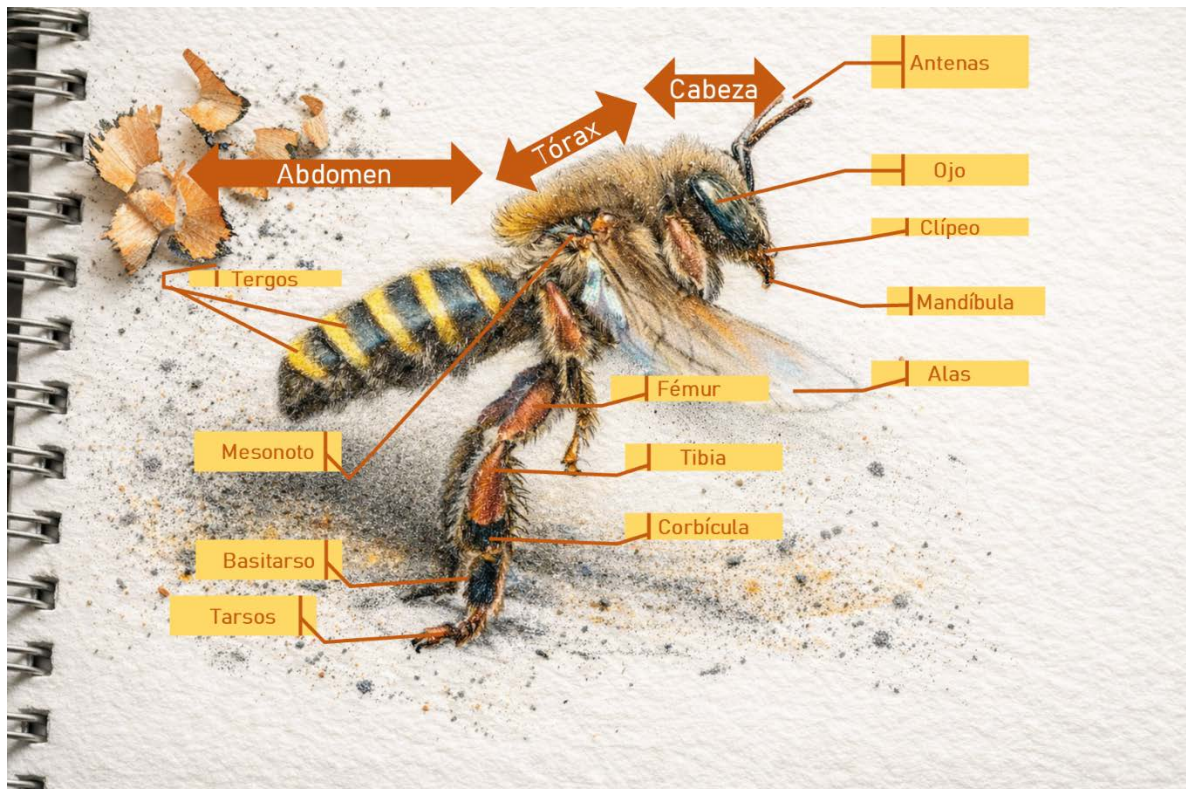


Figura 1. Morfología de una abeja obrera melipona.



En general, las abejas meliponas tienen un aspecto muy particular. Su cuerpo puede ser negro, marrón o incluso anaranjado, presentan ojos compuestos, antenas y mandíbulas fuertes. Sus alas son pequeñas en comparación con su cuerpo y destaca la canasta o corbícula en sus patas traseras donde transportan el polen o resinas (Figura 1).



Figura 2. Características morfológicas de las diferentes castas de abejas meliponas.

Las meliponas son abejas increíblemente organizadas; cada grupo dentro de la colmena cumple una tarea distinta, son un equipo de trabajo perfectamente coordinado. Por ejemplo, la reina es muy especial por ser la única hembra fértil y su misión exclusiva es poner huevos para garantizar la continuidad de su colonia. Las machos tienen un papel breve pero esencial: fecundar a la reina. Mientras tanto las obreras sostienen la vida diaria de la colmena al recolectar polen y néctar, producen miel, cuidan a las crías y alimentan a la reina (Figura 2).

Las meliponas han existido desde hace más de 90 millones de años; habitaron cuando los dinosaurios dominaban la tierra y desde entonces han preferido los climas cálidos de regiones tropicales y subtropicales de todo el planeta, desde Latinoamérica, Australia, África y Asia.



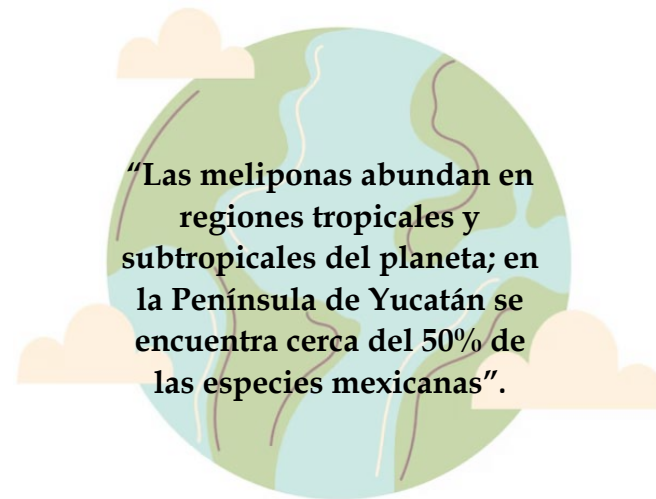
En América, las meliponas se encuentran desde México hasta el país de la samba y el país del Tango, es decir, Brasil y el norte de Argentina. Incluso en islas del caribe y el Pacífico se puede disfrutar de ellas. Particularmente, en México, las meliponas tienen presencia en las cadenas montañosas del centro y sur del país, pasando por estados como Jalisco, Colima, Michoacán, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca y otros más. Sin embargo, en Veracruz, Chiapas y la Península de Yucatán, se encuentra casi la mitad de las especies mexicanas.

En México, durante la época prehispánica, los pobladores de la región maya (Península de Yucatán) ya criaban a la *Melipona beecheii* mientras que los habitantes de las regiones nahua y totonaca (Puebla y Veracruz) trabajaban con la *Scaptotrigona mexicana* para obtener miel, cerumen (propóleo con alto contenido de cera) o resina. Sin embargo, debido a la pérdida de hábitat natural, intensificación de la agricultura con el uso desmedido de químicos en los cultivos, el ataque de enfermedades y los efectos asociados al cambio climático, la población de meliponas ha sido amenazada significativamente desde que se fortaleció la revolución industrial, es decir, desde mediados del siglo XIX.

¿Por qué son importantes las “meliponas”?

Insectos como las abejas, no solo son importantes en la naturaleza, también son relevantes en el aspecto económico y cultural. Gracias a las abejas se han podido reproducir tanto las plantas silvestres como las cultivadas mediante la polinización. De la misma manera, la crianza de las abejas meliponas y la obtención de productos como la miel y el propóleo han sido de vital importancia en lo tradicional y comercial.

El arte de la crianza de abejas y la cosecha de sus productos se ha practicado por los pueblos americanos desde hace 1400 años, esta práctica se conoce como “meliponicultura” y consiste en cuidar a algunas especies de abejas sin aguijón e incluso a las abejas melíferas, ya que gracias a ellas las comunidades han obtenido la miel, el propóleo, la jalea y la cera; recursos que forman parte de la alimentación, medicina y tradiciones de los pueblos.





En la práctica de la meliponicultura, las abejas sin aguijón construyen sus nidos dentro de troncos huecos de árboles tropicales. Al observar su interior, se distinguen diversas áreas: los paneles de cría, que pueden organizarse espiral o racimos compactos; las celdas reales, un espacio protegido donde vive la reina; y los pots de alimento, depósitos llenos de miel y polen. Es como una pequeña ciudad diseñada por las abejas (Figura 3).

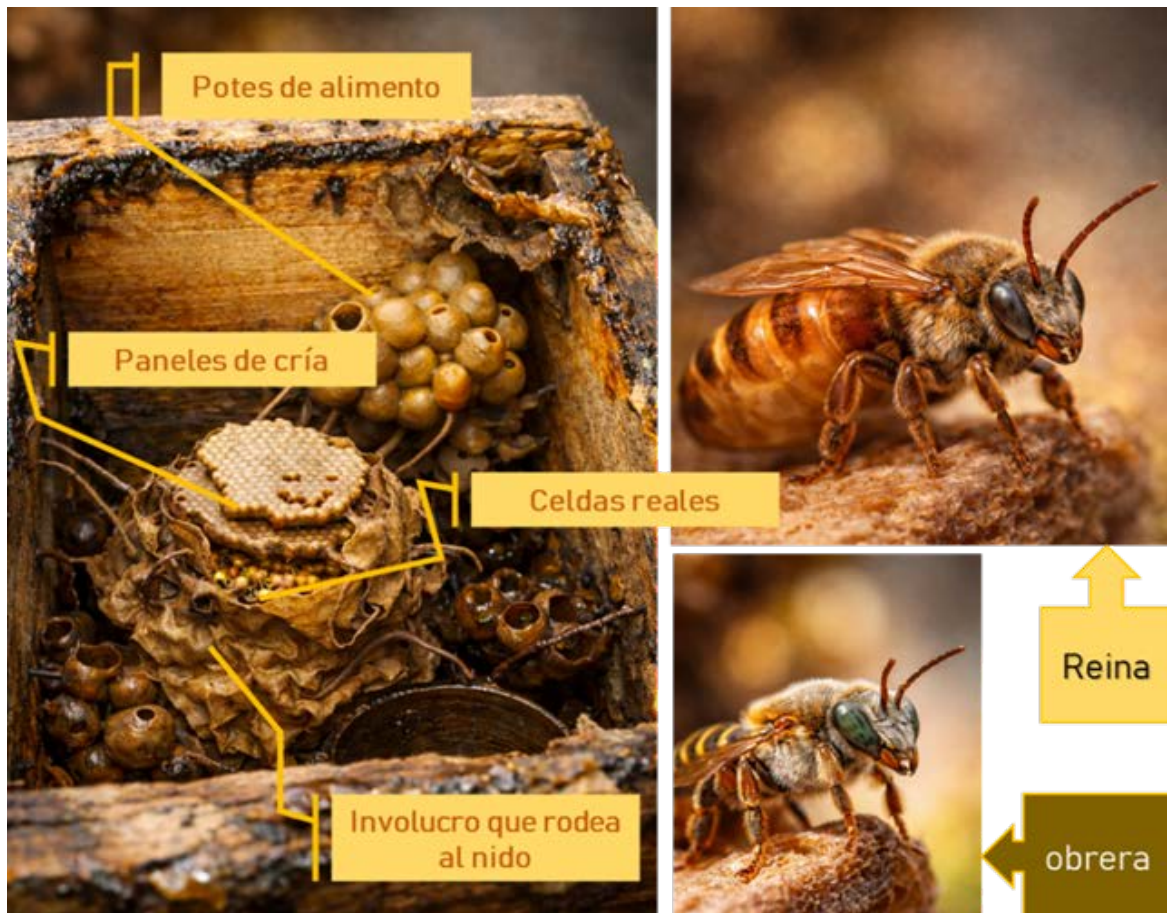


Figura 3. Características de los nidos de las abejas meliponas. En la práctica de la Meliponicultura, la crianza de las abejas se suele hacer en troncos o cajas de madera.

Por ejemplo, algunos productos como la miel y la cera son utilizados como medicina, objetos de comercio y tributo, así como en ceremonias y rituales. Asimismo, para los grupos indígenas la práctica de la meliponicultura representa una fuente de ingresos importante porque todos estos productos poseen alto valor comercial por ofrecer diferentes beneficios a la salud humana tras consumirlos.



En cuanto a la miel, no solo es dulce, también destaca por su capacidad para eliminar microorganismos nocivos, evitar o eliminar la inflamación y proteger a nuestras células gracias a su poder antioxidante, por la presencia de sustancias únicas y distintas como los compuestos fenólicos y flavonoides, además, está repleta de nutrientes tales como los carbohidratos, agua, aminoácidos, vitaminas y minerales.

Microbios invisibles de las meliponas

En *Apis mellifera* mejor conocidas como las abejas europeas, los científicos han descubierto más de 6,000 microorganismos que conviven junto a ellas, pero todavía no queda claro la función que desempeñan, sin embargo, la riqueza de especies puede ser muy similar a la que existe en las meliponas.

Dentro de los microorganismos aliados de las abejas sin aguijón o meliponas se encuentran los llamados *Bacillus*, unos pequeños colaboradores quienes ayudan a suavizar la pared del polen antes de ingerirlo o lo acondicionan mediante la secreción de antibióticos para almacenarlo y evitar el ataque de otros microorganismos que lo pueden contaminar, es decir, las meliponas cuentan con un ejército invisible que protege su comida.

Los *Bacillus* no solo ayudan a mantener la comida de las meliponas en buenas condiciones, también ayudan en las fermentaciones que ocurren en el polen y la miel para hacerlos más nutritivos. Por eso, su presencia en las meliponas resulta relevante, ya que mejoran y protegen los alimentos de las abejas. Lo más interesante es que se ha encontrado ADN de este grupo en fósiles de la extinta *Proplebeia dominicana*, quien vivió hace unos 20 millones de años.



Otro grupo de microorganismos que se asocian con las meliponas son las levaduras, las cuales desempeñan un papel protector del polen recolectado. Algunas como *Starmerella* y *Zygosaccharomyces* mejoran la calidad nutricional del polen dentro de los nidos de *Nannotrigona*, *Melipona*, *Plebeia*, *Scraptotrigona* y *Tetragonisca*.

En cuanto a los hongos, los pertenecientes al grupo *Candida*, deshidratan el polen almacenado de las abejas *Ptilotrigona lurida*, para evitar su deterioro y la presencia de parásitos. Otros como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Curvularia*, *Monilia*, *Nigrospora*, *Cladosporium* y *Trichoderma* producen antibióticos para la protección de las colonias de meliponas como *M. subnitida*, *M. escutellaris* y *Trigona* sp.



Un dato interesante, es que las abejas *Scaptotrigona depilis*, *Tetragona clavipes* y *Melipona flavolineata* “cultivan” el hongo *Monascus* sp. en las celdas de cría, lugar donde el hongo es inoculado y sirve de alimento a las larvas de las abejas.

Se ha observado que algunos hongos como *Candida* sp. y *Monascus ruber* influyen en el crecimiento de otro hongo llamado *Zygosaccharomyces* sp., quien produce una sustancia llamada ergosterol, que funciona como señal química que indica el inicio de la transformación de jóvenes a adultos de la especie *S. depilis*.

Para el buen funcionamiento y mantenimiento de la salud en las abejas, los microorganismos que habitan su organismo son clave. Se ha descubierto que este microbioma que habita en su “pancita” ayuda a las abejas a aprovechar mejor los nutrientes, fortalece sus defensas y contribuye a su crecimiento y desarrollo. Además, actúa como un escudo protector contra otros microorganismos dañinos.

Microbios aliados de las meliponas: claves para la agroecología

Para enfrentar los desafíos globales sobre la seguridad alimentaria y el cuidado del medio ambiente, los científicos han descubierto un aliado inesperado: los microorganismos. Estos seres tan pequeños y casi imperceptibles tienen un enorme potencial en la agricultura y en la industria debido a las numerosas aplicaciones biotecnológicas que representan. Los microbios pueden convertirse en poderosas herramientas para producir alimentos de manera más sostenible y así proteger el planeta.

Industrias como la alimentaria, la farmacéutica, papelera, textil, detergentes, de bebidas e incluso las relacionadas con la producción de biocombustibles y biorrefinerías; aprovechan cada vez más a los microorganismos por sus poderes metabólicos, porque son capaces de generar enzimas y metabolitos valiosos. En otras palabras, los microbios funcionan como pequeñas fábricas naturales que producen sustancias para elaborar productos que usamos todos los días.

En el propóleo, miel y polen de las abejas meliponas existen bacterias como *Bacillus safensis*, *Paenibacillus* sp., *B. subtilis* y *B. sonorensis*, estas especies han mostrado ser fábricas productoras de enzimas útiles como las amilasas, lipasas y celulasas. Por ejemplo, *B. subtilis* es una de las fuentes para obtener α -amilasas, efectivas en la descomposición de almidones. Mientras que *Paenibacillus* sp., tiene potencial para ser utilizado en procesos de biodegradación y manejo de residuos agrícolas, lo que lo convierte en un gran aliado para reducir desechos y aprovechar mejor los recursos.

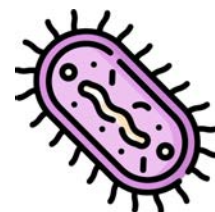
“Bacterias del género *Bacillus* se han encontrado en la miel, el polen y propóleo de las abejas meliponas; tienen potencial de uso en la industria y como bioinoculantes”.





El uso de microorganismos en la industria es de las opciones preferidas por su fácil manejo y aplicación en distintos procesos productivos. Algunos son capaces de sobrevivir en condiciones extremas, por ejemplo, las bacterias termoalcalófilas soportan temperaturas mayores a 45° C y ambientes muy básicos con pH entre 8.5 y 11; mientras que las psicrófilas pueden vivir en lugares fríos, por debajo de los 5° C. Esto significa que los microorganismos funcionan como “especialistas” capaces de trabajar en escenarios donde otros no podrían, lo que los hace más valiosos para la biotecnología e industria.

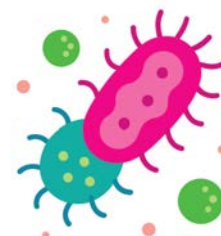
Algunas bacterias *Bacillus* que viven asociadas a las abejas meliponas también cumplen un papel sorprendente: ayudan al crecimiento de las plantas. Estas bacterias mejoran la nutrición del suelo por lo que apoyan el crecimiento de diversos cultivos agrícolas.



Una de las maneras en la que mejoran la nutrición de las plantas es a través de la fijación de nitrógeno del aire, transformándolo en alimento disponible. Algunos ejemplos de grupos de bacterias que ayudan a hacerlo son *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Pseudomonas* y *Bacillus*.

Particularmente, las *Bacillus* asociadas a las meliponas han mostrado ser muy eficientes en la fijación del nitrógeno. Por ejemplo, *B. firmus*, *B. altitudinis*, *B. megaterium* y *B. xiamenensis*. Existen otras bacterias asociadas a las meliponas como *B. sonorensis*, *B. safensis*, *B. firmus*, *B. altitudinis* y *B. tequilensis*, sin embargo, ha sido poco explorado su potencial para incluirlas en la formulación de bioinoculantes.

Otra forma en que las bacterias ayudan a mejorar el crecimiento vegetal es mediante la solubilización de nutrientes como el fósforo, zinc y potasio que en ocasiones están atrapados en el suelo y no pueden ser aprovechados fácilmente. *B. megaterium*, *B. inaquosorum* y *Brevibacillus laterosporus* son especies con capacidad para solubilizar fosfatos, es decir, transforman a los fosfatos a formas en que las plantas lo pueden absorber. Un ejemplo es *Alcaligenes* sp. quien también puede solubilizar fosfato y mejorar el crecimiento de las plantas.



Un modo distinto en que las bacterias también ayudan a las plantas es produciendo fitohormonas como el ácido indolacético (AIA), giberelinas y citoquininas, una especie de vitaminas naturales para estimular el crecimiento vegetal. Especies asociadas a las abejas meliponas como *B. flexus*, *B. inaquosorum* y *B. acidicola* producen fitohormonas como el AIA por lo que estimulan el crecimiento vegetal al aumentar el contenido de triptófano en los exudados de la raíz, un componente básico para la síntesis de fitohormonas.



Gracias a estas habilidades, algunas de estas bacterias forman parte de bioinoculantes comerciales, productos biológicos que ayudan a cubrir las necesidades nutrimentales de las plantas e incluso han mostrado resultados similares a uso de fertilizantes químicos. Además, de nutrir a las plantas, estos *Bacillus* que se aplican en diversos cultivos también les ayudan a resistir situaciones difíciles como la falta de agua, el exceso de sales en el suelo y el estrés causado por metales tóxicos que dañan el crecimiento vegetal.

Por lo anterior, hoy se trabaja en el desarrollo de bioinoculantes o biofertilizantes: sustancias que contienen microorganismos vivos capaces de ayudar directamente al crecimiento de las plantas. Cuando se aplican en las semillas, en las raíces o en el suelo, estos aliados invisibles aumentan la disponibilidad de nutrientes esenciales, fortalecen los cultivos y promueven una agricultura más sostenible. Se trata de un campo con enorme potencial por explorar que podría transformar la manera en que se producen alimentos con especial cuidado del suelo y del medio ambiente.

Conclusiones

Las meliponas son abejas sin aguijón que abundan en regiones tropicales del planeta, que no solo tienen un valor ecológico, económico y cultural, sino que también representan un recurso microbiano muy prometedor. Los microorganismos asociados a las abejas sin aguijón podrían convertirse en aliados poderosos que ofrezcan alternativas ecológicas y sustentables en distintas industrias.

En especial, en los agroecosistemas, su potencial es enorme; el desarrollo de bioinoculantes basados en estos microbios puede ayudar a la creciente demanda de alimentos, evitar el agotamiento de los recursos naturales y reducir la contaminación causada por el uso excesivo de fertilizantes químicos y plaguicidas. En otras palabras, las meliponas y sus bacterias asociadas podrían ser parte de la solución hacia una agricultura más sostenible y respetuosa con la naturaleza.

Literatura recomendada

- Arnold, N. (2018). Biología de las abejas sin aguijón. En: N. Arnold, R. Zepeda, M. Vásquez y M. Aldasoro (Eds). *Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México: con catálogo de especies* (pp. 10-32). El Colegio de la Frontera Sur: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Quezada-Euán, J. J. G., May-Itzá, W. J., de la Rúa, P., & Roubik, D. W. (2022). From neglect to stardom: how the rising popularity of stingless bees threatens diversity and meliponiculture in Mexico. *Apidologie* 53(6), 70.



Semblanzas de autores

Paulina Janneth Pérez-Peralta. Beneficiaria del Programa Investigadoras e Investigadores COMECYT-CP. Bióloga (UNAM), Maestra y Doctora en Ciencias en Edafología por el Colegio de Postgraduados. Sus estudios se enfocan en el estudio ecológico y funcional de microorganismos simbióticos y de vida libre.

Dulce Jazmín Hernández-Melchor. Ingeniera en Biotecnología egresada delUPIBI-IPN, Maestra y Doctora en Ciencias en la especialidad de Biotecnología por el CINVESTAV, IPN. Investigadora Asociada del Posgrado de Edafología, Área Microbiología de Suelos del Colegio de Postgraduados campus Montecillo, SNII 1

Sandra Cortés-Pérez. Bióloga egresada de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Maestra y doctora en Ciencias por la UNAM. Sus trabajos se centran en la Ecología de Microorganismos con potencial biotecnológico para la obtención de biofertilizantes a partir de cultivos microbianos aislados de suelo y el tracto intestinal de insectos.

Ronald Ferrera-Cerrato. Profesor Investigador Emérito del Posgrado de Edafología, Área Microbiología de Suelos del Colegio de Postgraduados campus Montecillo. Químico Biólogo Parasitólogo por ENCB-IPN. Doctor en Ciencias por ENCB-IPN. Nivel SNII: Investigador Nacional Emérito por el CONACYT desde 2022.



TERRA
Latinoamericana



ISSN Electrónico 2395 - 8030

<https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra>