

Atlas de los BOMBUS de México

Carlos H. Vergara
(coordinador)

COMUNICACIÓN CIENTÍFICA
CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
SADER
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
ENES MORELIA
Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica LANASE

Atlas de los *Bombus* de México

Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica LANASE

ENES MORELIA

CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

SADER
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

Ediciones Comunicación Científica se especializa en la publicación de conocimiento científico de calidad en español e inglés en soporte de libro impreso y digital en las áreas de humanidades, ciencias sociales y ciencias exactas. Guía su criterio de publicación cumpliendo con las prácticas internacionales: dictaminación de pares ciegos externos, autentificación antiplagio, comités y ética editorial, acceso abierto, métricas, campaña de promoción, distribución impresa y digital, transparencia editorial e indexación internacional.

Cada libro de la Colección Ciencia e Investigación es evaluado para su publicación mediante el sistema de dictaminación de pares externos y autentificación antiplagio. Invitamos a ver el proceso de dictaminación transparentado, así como la consulta del libro en Acceso Abierto.

www.comunicacion-cientifica.com

DOI.ORG/ 10.52501/cc.123



COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PUBLICACIONES ARBITRADAS
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS

CC+I
COLECCIÓN CIENCIA e INVESTIGACIÓN

Atlas de los *Bombus* de México

Carlos H. Vergara
(coordinador)

Carlos H. Vergara
Francisco Perera Rieder
Hugo Eduardo Fierros López
Héctor David Jimeno Sevilla
Philippe Sagot
Óscar Gustavo Martínez-López
Ricardo Ayala Barajas
Rémy Vandame
(autores)

Laboratorio Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica LANASE
ENES MORELIA
CONAHCYT CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
SADER SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
COMUNICACIÓN CIENTÍFICA

Atlas de los Bombus de México / Carlos H. Vergara (coordinador). — Ciudad de México : Comunicación Científica, 2023.

157 páginas : ilustraciones. — (Colección Ciencia e Investigación).

ISBN 978-607-59668-1-6

DOI 10.52501/cc.123

1. Abejorros — México. I. Vergara, Carlos H. (coordinador). II. Serie

LC: 568.A6 Dewey: 595.7990972

D.R. Carlos H. Vergara, Francisco Perera Rieder, Hugo Eduardo Fierros López, Héctor David Jimeno Sevilla, Philippe Sagot, Óscar Gustavo Martínez-López, Ricardo Ayala Barajas, Rémy Vandame (autores), 2023

D.R. Héctor David Jimeno Sevilla y Hugo Eduardo Fierros López (ilustraciones y fotografías entomológicas de interiores), 2023

Primera edición en Ediciones Comunicación Científica, 2023

Ilustración de portada: Héctor David Jimeno Sevilla

Diseño de portada: Francisco Zeledón • Interiores: Guillermo Huerta

Ediciones Comunicación Científica S.A. de C.V., 2023
Av. Insurgentes Sur 1602, piso 4, suite 400
Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940, Ciudad de México,
Tel. (52) 55 5696-6541 • móvil: (52) 55 4516 2170
info@comunicacion-cientifica.com • www.comunicacion-cientifica.com
comunicacioncientificapublicaciones @ComunidadCient2

ISBN 978-607-59668-1-6
DOI 10.52501/cc.123





Tiraje 1 000 ejemplares • Impreso en México • *Printed in Mexico*

Agradecimientos al Proyecto CONAHCYT-SADER 291333 "Manejo sustentable de polinizadores: estatus actual, factores de riesgo y estrategias para el aprovechamiento de las abejas melíferas y silvestres en sistemas de agricultura protegida y en cultivos a campo abierto en México".

Esta publicación fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos externos. El proceso transparentado puede consultarse, así como el libro en acceso abierto, en **https://doi.org/10.52501/cc.123**

Índice

Presentación 9
Introducción 11

Descripción y características de los *Bombus* 13
¿Qué es un abejorro? 13
Clasificación de los abejorros 13
Origen y evolución del género *Bombus* 14
Los abejorros como polinizadores 15
Conservación y tendencias globales 16
Bombus en México 31
Generación de los mapas de distribución de las especies . . . 33
Los subgéneros de *Bombus* 35

FICHAS POR ESPECIE

Uso de las fichas por especie 41
Subgénero *Bombias* 42
Subgénero *Thoracobombus* 46
Subgénero *Psythirus Lepeletier* 74
Subgénero *Pyrobombus* 77
Subgénero *Cullumanobombus* 99

CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *BOMBUS* EN MÉXICO

Hembras 121
Machos 135

Bibliografía 147
Sobre los autores 153

Presentación

Dentro de la inmensa diversidad de seres vivos en nuestro planeta, las abejas, llamadas técnicamente Anthophila o "amantes de las flores", han capturado la atención de los humanos desde hace muchos siglos.

Se han nombrado aproximadamente 20 000 especies de abejas, dentro de las cuales están los abejorros sociales del género *Bombus* ("el que zumba con sonido grave"). De los *Bombus* se dice, falsamente, que contravienen las leyes de la física puesto que, según la teoría, no podrían volar. También se dice, con veracidad, que son importantísimos como polinizadores de muchas plantas y que forman parte del selecto grupo de abejas que pueden producir el fenómeno conocido como polinización por zumbido, mediante el cual las abejas polinizadoras usan vibraciones producidas por sus músculos torácicos para remover de manera muy eficiente el polen contenido en flores que tienen morfologías muy especializadas y solo pueden ser polinizadas de esta manera. Algunos cultivos muy importantes y valiosos son polinizados por zumbido, como es el caso de los jitomates, las berenjenas, los kiwis y los arándanos.

Se conocen más de 250 especies de *Bombus* en el mundo, y son más diversos y abundantes en Europa y Asia, en donde se considera que se encuentra el principal centro de diversidad de abejorros, localizado en la China septentrional.

En México se conocen entre 20 y tal vez 50 especies diferentes de *Bombus*. La incertidumbre en estas cifras se explica por varias razones: la falta de un consenso universal acerca de cómo separar las especies; la existencia de

grupos de especies crípticas, es decir, especies que son indistinguibles por su morfología, pero que están aisladas genética y reproductivamente unas de otras, y porque aún quedan especies nuevas por descubrir y describir, a pesar de la terrible presión que sufren los entornos naturales por el uso que los humanos damos a los recursos que nos rodean.

En este atlas presentamos información sobre 23 especies de abejorros verdaderos (*Bombus*) que se sabe con certeza que viven en México. De estos, 22 especies son nativas de México y uno es una especie introducida, utilizada extensamente en la agricultura en invernaderos. Para cada especie elaboramos una ficha que contiene información general de la especie, una ilustración artística de altísima calidad, una fotografía de referencia y un mapa de distribución. También se incluyen características morfológicas macroscópicas y microscópicas para la identificación de reinas, obreras y machos de las distintas especies.

Por último, se presenta una clave para la identificación de las especies, la cual esperamos sea útil para los interesados en conocer a estos interesantes insectos.

Deseamos que esta contribución al conocimiento de estos importantes habitantes de nuestro país cumpla con el objetivo de educar y dar a conocer una parte, pequeña pero muy importante, de la gran riqueza biológica de México.

Carlos H. Vergara
Biólogo, apasionado por las abejas, adorador de los que zumban grave
San Andrés, Cholula, Puebla, 25 de abril de 2023

Introducción

La polinización es de vital importancia para la prevalencia y buena salud de un gran número de ecosistemas. Además de esto, es crucial para la producción de una variedad importante de cultivos indispensables en el consumo humano. Este servicio ecosistémico es realizado por una considerable cantidad de animales, sobre todo insectos. Sin embargo, la biología de muchas especies que prestan este servicio es desconocida o su conocimiento es incompleto.

Los abejorros pertenecen al clado de las abejas, forman parte importante del complejo de polinizadores de diversas plantas en diferentes ecosistemas y se utilizan desde finales del siglo XX para la polinización de cultivos, como una alternativa al uso de las abejas melíferas. No obstante, el número de especies de abejorros utilizados con este fin es aún muy restringido.

Debido a esta problemática y a la ausencia de información sobre las especies del género *Bombus* en México, decidimos reunir en el presente *Atlas* la información disponible sobre los *Bombus* mexicanos.

En México se conocen 22 especies nativas de abejorros, sin embargo, la información de estas especies en cuanto a su biología y ecología es muy limitada si se le compara con el conocimiento que se tiene de los *Bombus* de otras regiones del mundo, como Estados Unidos, Canadá o Europa. Además, la información es dispersa y su uso como referencia es complicado.

La recopilación de la información de la biología y ecología de las distintas especies de abejorros con presencia en el país traería un gran número de beneficios. El primero y más obvio de estos sería el fácil acceso y uso del

conocimiento de las especies de nuestro país. Este trabajo también pretende permitir la fácil identificación de especies de abejorros cuando se está en el campo, a través de distintas herramientas como imágenes y mapas. Se considera que tener un punto de partida, como la identificación, y un poco de conocimiento básico impulsará el estudio de estas especies en nuestro país. El hecho de conocer mejor nuestra diversidad creará una sociedad más consciente de la importancia tanto económica como ecológica de nuestras especies. Esto, además, permitiría la implementación de mejores políticas de conservación y hasta de estrategias sustentables del uso de nuestros recursos. Lo anterior nos permitirá utilizar especies nativas de abejorros para la polinización de nuestros cultivos, logrando suprimir las dificultades y efectos negativos del uso de especies introducidas.

Palabras clave: *Abejorros de México, Bombus de México, Abejas de México.*

Descripción y características de los *Bombus*

¿Qué es un abejorro?

Los abejorros son insectos pertenecientes al orden Hymenoptera, el cual incluye a las abejas, avispas, hormigas y a los sínfitos (Williams *et al.,* 2014). Los abejorros pertenecen al suborden Apocrita, superfamilia Apoidea, clado Anthophila, familia Apidae.

Clasificación de los abejorros

Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Hymenoptera
Suborden: Apocrita
Superfamilia: Apoidea
(sin rango): Anthophila
Familia: Apidae
Subfamilia: Apinae
Tribu: Bombini
Género: *Bombus* (Latreille, 1802)

El género *Bombus* incluye a las especies coloquialmente conocidas como abejorros, que son un grupo de abejas perteneciente al orden Hymenoptera y familia Apidae (Goulson, 2010; Williams *et al.*, 2014). Está formado por unas 250 especies a nivel mundial (Williams *et al.*, 2014), de las cuales 22 han sido registradas en México.

Como ocurre con algunas otras especies de abejas, estos organismos son altamente eusociales (Goulson, 2010). Esto quiere decir que viven en colonias que van desde unas decenas hasta algunos cientos de individuos, que tienen una reina, la única hembra que se puede reproducir y producir hijas que son hembras diploides y que tienen superposición de generaciones, es decir, que conviven madre e hijas. A diferencia de otras especies de abejas eusociales, como las abejas melíferas, que tiene colonias perennes, casi todas las especies de abejorros presentan un ciclo de vida anual, en el que las colonias nacen y mueren cada año (Alford, 1975).

Origen y evolución del género *Bombus*

Existen unas 20 000 especies de abejas agrupadas en más de 4 000 géneros (Ascher y Pickering, 2022). Las abejas, como grupo, divergieron de las avispas hace unos 100 millones de años en el Cretáceo Temprano en asociación con la aparición de las primeras plantas angiospermas (Goulson, 2010; Williams *et al.*, 2014), y difieren principalmente en ser omnívoras, alimentándose principalmente de néctar, polen y biota microbiana asociada con estos dos alimentos durante toda su vida (Goulson, 2010; Steffan *et al.*, 2019).

La tribu Bombini, a la que pertenecen los abejorros sociales, es uno de los cuatro grupos de abejas corbiculadas. Los otros tres son las abejas melíferas (Apini), las abejas de las orquídeas (Euglossini) y las abejas sin aguijón (Meliponini). Estos cuatro grupos de abejas corbiculadas tienen un ancestro común.

Análisis basados en relojes moleculares indican que los abejorros (Bombini) aparecieron hace 25 a 40 millones de años (Cardinal y Danforth, 2011). El registro fósil indica que hay 14 especies que podrían ser Bombini. Las descripciones, relaciones evolutivas y otros aspectos de la biología de estos fósiles fueron revisados recientemente (Dehon *et al.*, 2019).

Cuadro 1. *Fósiles conocidos de abejorros (género* Bombus*) o de otras abejas de géneros cercanos (Dehon* et al.*, 2019)*

Especies	Edad (millones de años)	Localidad
B. (Melanobombus) cerdanyensis	10.0a	La Cerdanya, España
B. (Cullumanobombus) pristinus	11.2-7.1b	Euboea, Grecia
B. vetustus	11.2-7.1c	Río Botchi, Rusia
B. anacolus	17.0-15.2d	Shandong, China
B. dilectus	17.0-15.2d	Shandong, China
B. luianus	17.0-15.2d	Shandong, China
B. (Cullumanobombus) randeckensis	18.0-16.0e	Randeck Maar, Alemania
B. crassipes	18.0-17.0f	Krottensee, República Checa
B. (Cullumanobombus) trophonius	20.0g	Mina Bilina, República Checa
B. proavus	21.3-12.1h	Latah, Estados Unidos
B. (Mendacibombus) beskonakensis	22.5i	Bes-Konak, Turquía
B. (Paraelectrobombus) patriciae	22.5i	Bes-Konak, Turquía
C. florissantensis	37.0-33.9j	Esquisito de Florissant, Estados Unidos
Ol. Cuspidatus	36.0k	Isle of Wight, Reino Unido

Los abejorros como polinizadores

Las especies que pertenecen al género *Bombus* son importantes polinizadores de una gran variedad de plantas angiospermas (Corbet *et al.*, 1996). Características particulares de estos organismos, como su resistencia a climas fríos y la capacidad de polinizar por zumbido, les permiten vivir en lugares donde otras abejas no pueden y por ende aprovechar recursos florales no disponibles para otras especies (Wilson y Carril Messinger, 2016). La polinización como servicio ecosistémico que prestan los abejorros es vital para el sustento de un gran grupo de hábitats (Corbet *et al.*, 1996). Además de esto, el uso comercial de abejorros para la polinización de diversos cultivos ha promovido la industria agrícola con la producción de más y mejores frutos (Goulson, 2010).

En México, sin embargo, existe una cantidad de información limitada acerca de las especies de *Bombus* que se encuentran en el país. El avanzar en el conocimiento de estas especies abriría las puertas a muchas posibilidades dentro de un campo prácticamente no explorado. Es por ello que este

atlas recopila la información disponible para los *Bombus* de México y pretende fungir como escalón en el estudio de los abejorros en nuestro país, propiciando así la generación de conocimiento alrededor de este grupo tan importante de organismos, el cual podría ser utilizado para mejorar la conservación y aprovechamiento de los servicios que proporcionan dichos organismos.

Conservación y tendencias globales

El declive de las poblaciones de abejas ha sido un tema recurrente en los últimos años alrededor del mundo (Williams *et al.*, 2014). El público global ha comenzado a darse cuenta de la importancia de estos organismos para nuestro sustento y el de los ecosistemas, por lo que la pérdida de estas especies es algo que nos asusta a todos. En las últimas décadas ha surgido evidencia del declive de varias especies de *Bombus* para gran parte de la distribución de estas especies (Spevak *et al.*, 2016). El descenso en el número de las poblaciones de abejorros no puede atribuirse a una sola causa, sino que, de acuerdo con varios estudios, es la combinación de varias amenazas lo que ha causado esta disminución poblacional (Williams *et al.*, 2014). Entre las distintas causas que han contribuido a la pérdida de abejorros podemos encontrar cuatro principales: pérdida del hábitat, uso de pesticidas, impacto de abejas no nativas y el cambio climático (Goulson, 2010; Spevak *et al.*, 2016; Williams *et al.*, 2014).

La pérdida del hábitat, sobre todo la intensificación de la agricultura, parece ser el factor que más contribuye a la desaparición de los abejorros (Goulson, 2010). Los abejorros requieren, esencialmente y en cierta proximidad, de hábitat de forrajeo, hábitat de invierno (madrigueras) y hábitat donde anidar (Williams *et al.*, 2014). Las abejas, al alimentarse de polen y néctar, son completamente dependientes de recursos florales, requiriendo un suministro continuo de estos, desde la primavera hasta el inicio del invierno (Goulson, 2010). Por esta razón, el detrimento en la abundancia y diversidad de flora ha causado grandes pérdidas de variedad y cantidad de abejorros (Williams y Osborne, 2009). La pérdida de abejorros implica una disminución en cantidad de polinizadores, por lo que se producirán menos

semillas y habrá aún menos alimento para los abejorros la siguiente temporada. A este tipo de retroalimentación positiva se le conoce como vórtice de extinción, donde especies íntimamente relacionadas se llevan entre sí a la extinción (Goulson, 2010). El cambio en el uso de suelo también ocasiona la desaparición de zonas no perturbadas donde los abejorros pueden anidar e invernar (Goulson, 2010; Williams *et al.*, 2014).

El uso de pesticidas es una herramienta indispensable para el control de plagas de distintos insectos y el mantenimiento de jardines, cultivos, parques y otras áreas verdes (Williams *et al.*, 2014). Por razones obvias, estos químicos tienen efectos negativos en los abejorros, ya sea causando su muerte inmediata o afectando el comportamiento o desarrollo de la colonia (Williams *et al.*, 2014). Existen tres maneras en que los abejorros pueden entrar en contacto con los pesticidas: por contacto directo, a través de follaje contaminado o por su absorción a través del polen y néctar contaminado (Goulson, 2010). Además, los pesticidas podrían disminuir la abundancia de plantas de las cuales se alimentan los abejorros (Williams y Osborne, 2009).

La introducción de especies invasoras altera las condiciones naturales de los ecosistemas (Williams y Osborne, 2009; Williams *et al.*, 2014). En la actualidad se utilizan comercialmente cinco especies de abejorros (Velthuis y van Doorn, 2006). Sin embargo, la introducción de especies no nativas de abejorros y abejas tiene efectos negativos para las especies locales. Las especies introducidas de abejas y abejorros compiten por recursos con las especies nativas (Goulson, 2010). Si los invasores son mejores competidores que los locales podrían desplazarlos debido a exclusión competitiva (Ings *et al.*, 2005). El cruzamiento de especies nativas con especies introducidas puede ocasionar introgresión genética, causando la pérdida de diversidad, sobre todo para especies raras (Goulson, 2010; Ings *et al.*, 2005). Como ocurre con otras especies, la producción de abejorros de forma masiva para su uso comercial los convierte en focos de infección (Goulson, 2010). Por ello, la introducción de abejas y abejorros de criadero puede fomentar la transmisión de patógenos y parásitos contra los que las especies locales no poseen ninguna defensa (Ings *et al.*, 2005; Williams y Osborne, 2009).

Finalmente, el cambio climático se presume como otro factor que contribuye a la mortalidad mundial de abejorros, ya sea de manera directa o

indirecta (Williams y Osborne, 2009; Williams *et al.*, 2014). El ciclo de vida de los abejorros, en especial el surgimiento de las reinas de su hibernación, está estrechamente vinculado con variables como la temperatura y la precipitación (Williams *et al.*, 2014), por lo que cambios en estas variables ocasionarían un desfase entre el surgimiento de las reinas y la floración esencial para su supervivencia y el inicio de la colonia (Williams *et al.*, 2014).

La pérdida de los abejorros repercutirá de manera importante en la fauna silvestre (Goulson, 2010). Como ya se mencionó, un gran número de angiospermas depende fuertemente de la polinización por estos insectos, en particular las especies que solo pueden ser polinizadas por especies de este género (Goulson, 2010). Una reducción en el número de abejorros resultará en una menor producción de semillas, lo que tiene implicaciones obvias, como la pérdida de variación genética de estas plantas o una disminución en los números de estas especies vegetales (Goulson, 2010; Spevak *et al.*, 2016). Estas pérdidas de plantas ocasionarían cambios en la comunidad de plantas de los ecosistemas (Spevak *et al.*, 2016). Como es de esperarse, la cadena de influencia se expandiría más y más, repercutiendo en las comunidades de herbívoros y por consiguiente en la de los depredadores (Goulson, 2010).

Desde el punto de vista económico, la ausencia de abejorros disminuiría las tasas de producción de un gran número de frutas, semillas y otros productos agrícolas (Goulson, 2010; Spevak *et al.*, 2016). Además, la falta de abejorros como herramienta de polinización agrícola dejaría prácticamente sola a la *A. mellifera* como polinizadora de nuestros cultivos (Winfree *et al.*, 2011), por lo que cualquier enfermedad o parásito que se convierta en una epidemia y disminuya la población de las abejas melíferas dejaría a los productores sin ninguna alternativa para lograr su producción, ocasionando una falta de alimento a gran escala (Goulson, 2010; Winfree *et al.*, 2011).

Con el fin de revertir la tendencia decreciente de las poblaciones de abejorros a nivel mundial, se proponen varias soluciones. En primera instancia, el grupo de la International Union for Conservation of Nature (IUCN), conocido como BBSG (Bumble Bee Specialist Group), propone un esfuerzo coordinado para categorizar e identificar a las especies de abejorros, de acuerdo con su estatus de conservación (Spevak *et al.*, 2016). Esto permitirá crear un plan de acción más concreto y, en primera instancia, concen-

trar esfuerzos en las especies más amenazadas o en las causas que más contribuyen a la disminución de abejorros (Spevak *et al.*, 2016).

Acciones más puntuales y al alcance de un público más general se enfocan en la restauración del hábitat para favorecer la presencia y diversidad de abejorros (Goulson, 2010; Williams y Osborne, 2009). Para zonas agrícolas se propone mantener una diversidad y abundancia de especies de flores endémicas en los linderos de los cultivos (Goulson, 2010; Williams y Osborne, 2009). Junto con esto, restaurar zonas agrícolas que se dejarán de utilizar por largos periodos de tiempo proveerá un invaluable refugio para muchas especies de abejorros (Goulson, 2010). Estas franjas y áreas de cultivo no utilizadas proveerán a las especies endémicas de abejorros recursos florales a lo largo del año, como lo han experimentado durante su historia evolutiva, así como zonas de anidación e hibernación que son difíciles de encontrar en áreas comúnmente perturbadas por la agricultura (Goulson, 2010; Williams y Osborne, 2009). La polinización de cultivos agrícolas será un beneficio secundario provisto por la presencia de abejorros cerca de esos cultivos (Goulson, 2010). También se espera que la transición paulatina de los agricultores hacia la producción orgánica beneficie a las poblaciones de abejorros (Goulson, 2010). Evitar el uso de pesticidas es un factor obvio que beneficiará a los abejorros en los cultivos orgánicos (Goulson, 2010). Así mismo, los cultivos orgánicos contienen una mayor variedad de flores y dependen fuertemente de la rotación de cultivos para mantener el suelo fértil, lo que proveerá diversas flores a los abejorros (Goulson, 2010).

En áreas urbanas se ha encontrado que jardines y parques son pequeños santuarios para algunas especies de abejorros (Goulson, 2010; Williams y Osborne, 2009). La promoción de la jardinería incita a la diversidad y abundancia de abejorros dentro de los asentamientos humanos (Williams y Osborne, 2009). Los abejorros que forrajean en jardines y parques cargan polen de una mayor cantidad de especies florales (Goulson, 2010). Además, el constante cuidado humano de estas zonas asegura un suministro constante de recursos florales (Goulson, 2010; Williams y Osborne, 2009). Aunque todo esto favorece la presencia de abejorros en zonas urbanas, el plantar especies que sean atractivas a los abejorros, como lavanda, tomillo o aquilegias, favorecerá aún más la presencia y prevalencia de estos insectos (Goulson, 2010).

La conservación de la abundancia, diversidad y riqueza de especies de abejorros a nivel global es una prioridad. Un plan de conservación local no será efectivo, ya que ocasionaría fragmentación y aislamiento de las poblaciones que sobrevivan (Goulson, 2010; Williams y Osborne, 2009). Para que los esfuerzos y estrategias de conservación tengan éxito se deberá realizar un trabajo colectivo y global, asegurando la conectividad de poblaciones y de hábitat apropiado para los abejorros (Goulson, 2010).

Mesoamérica es un *hotspot* de biodiversidad, importante tanto intrínsecamente como para las necesidades de conservación en el futuro frente al cambio climático y otros cambios globales, los cuales deberán afrontarse en las próximas décadas o siglos. La diversidad de polinizadores en la región es alta, con más de 2 000 especies de abejas, lo que representa 10% de la diversidad mundial.

12 especies endémicas de Mesoamérica

Especies	Categoría de la Lista Roja
B. brachycephalus	EN
B. digressus	VU
B. diligens	VU
B. ephippiatus	LC
B. haueri	EN
B. macgregori	LC
B. medius	VU
B. mexicanus	VU
B. pullatus	DD
B. steindachneri	EN
B. trinominatus	LC
B. weisi	LC

10 especies con distribución sobrelapada en Norte y Mesoamérica

Especies	Categoría de la Lista Roja
B. crotchii	EN
B. fervidus	VU
B. fraternus	EN
B. huntii	LC
B. intrudens	CR
B. melanopygus	LC
B. nevadensis	LC
B. pensylvanicus	VU
B. rufocinctus	LC
B. vosnesenskii	LC

1 especie con distribución sobrelapada en Sur y Mesoamérica

Especies	Categoría de la Lista Roja
B. melaleucus	DD



IUCN SSC BUMBLEBEE SPECIALIST GROUP

DD Datos insuficientes
LC Menor preocupación
NT Casi amenazada
VU Vulnerable
EN En peligro de extinción
CR En peligro crítico

Figura 1. *Distribución de 23 especies de abejorros de Mesoamérica según su categoría de riesgo en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la* IUCN *(Vandame* et al.*, 2017)*

En particular, la diversidad de abejorros en esta región es relativamente alta, con 30 especies conocidas en la actualidad, si bien es probable que queden especies por ser reconocidas como nuevas para la ciencia. El análisis de la situación de riesgo de 23 de estas especies con base en los criterios de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN encontró que nueve de

las 23 especies se consideran en estado de menor preocupación (LC), seis resultan en situación vulnerable (VU), cinco en peligro de extinción (EN) y una está en peligro crítico (CR). Esto indica que hay una proporción alta de especies en alguna categoría de riesgo (fig. 1; Vandame *et al.*, 2017).

Los abejorros son un grupo importante de abejas que además de polinizar flores silvestres son eficientes como polinizadores de plantas cultivadas, especialmente en invernadero, siendo el jitomate el cultivo en donde estas abejas generan un valor agregado en mayor proporción. A nivel mundial, las especies manejadas de abejorros para la polinización de cultivos más importantes son *Bombus terrestris*, originario de Europa, y *B. impatiens*, originario del este de Estados Unidos y el sureste de Canadá.

Con la introducción de estos abejorros a otros países fuera de su distribución natural se han documentado varios casos de invasión y competencia con especies locales. En efecto, los invernaderos no son espacios herméticos y permiten la evasión de abejorros a los entornos cercanos (Kraus *et al.*, 2011), resultando en la transmisión de patógenos a las poblaciones de abejorros silvestres (Otterstatter y Thomson, 2008). Como ejemplo en el continente americano, la introducción de *B. terrestris* en Chile dio lugar a una invasión biológica, y causó el declive y la extinción local de poblaciones de la especie *B. dahlbomii* (Morales *et al.*, 2013).

En varios países de Mesoamérica, como México, Guatemala y Costa Rica, se ha permitido la introducción, la cría y la comercialización de *B. impatiens*. Esto ha generado un amplio debate por los riesgos de esta práctica. El primer riesgo es la invasión biológica por esta especie, ocupando grandes extensiones de la región, compitiendo por recursos y sitios de anidación con las especies nativas. Los modelos de idoneidad ambiental muestran que amplias zonas de la región presentan condiciones climáticas favorables para el establecimiento de *B. impatiens*, en particular en la sierra de Sinaloa, relativamente cercana a las áreas donde en la actualidad se usa para la polinización de jitomate (fig. 2). El segundo riesgo es la posible transmisión de patógenos a los abejorros nativos, como lo muestra un estudio realizado a gran escala en México (fig. 3; Gallot-Lavallée *et al.*, 2016).

Este riesgo se hace más patente si se considera que los abejorros manejados a nivel comercial en México presentan una alta prevalencia de patógenos (Sachman-Ruiz *et al.*, 2015).

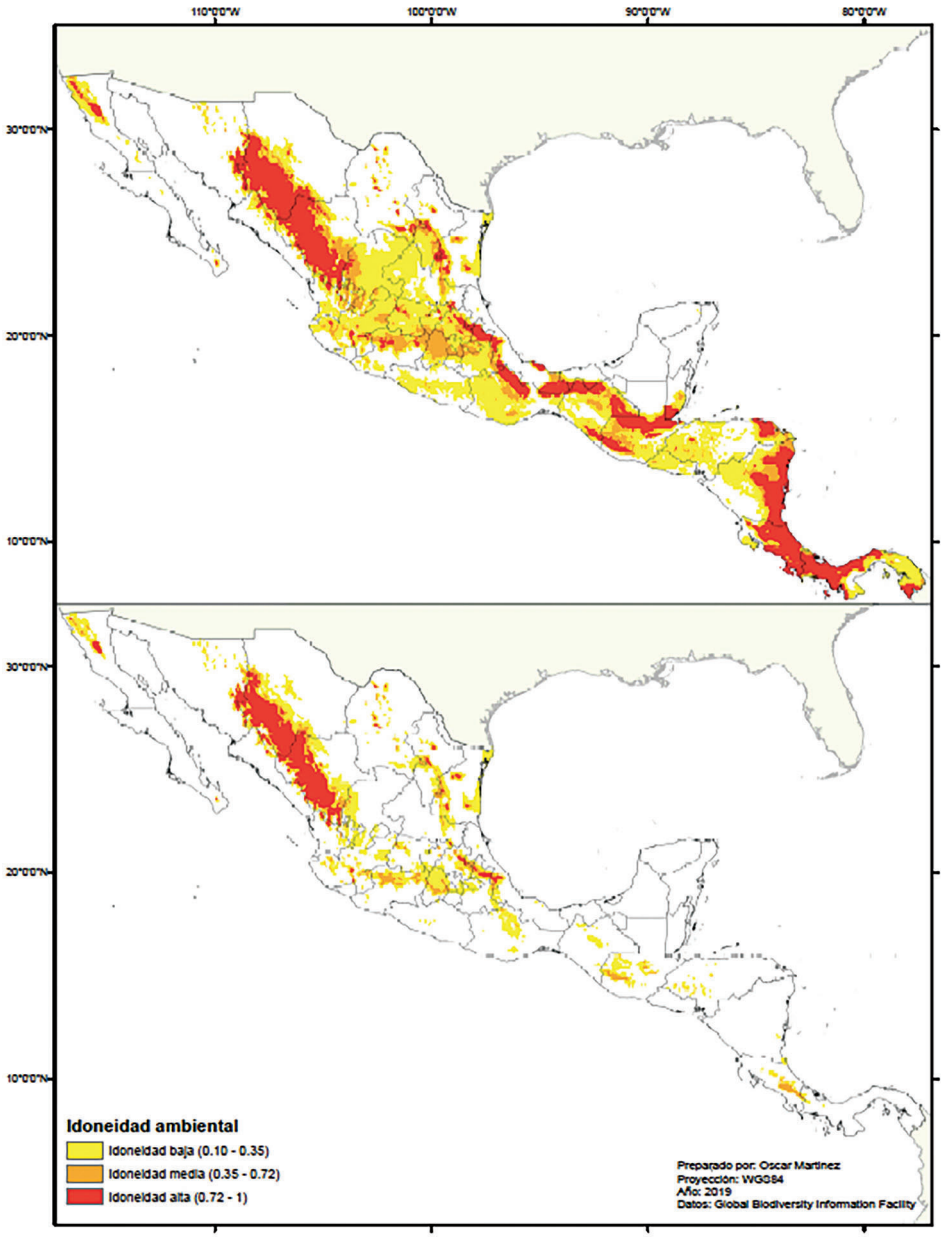


Figura 2. *Distribución potencial de la especie exótica* B. impatiens *en Mesoamérica, según diferentes variables de modelación*

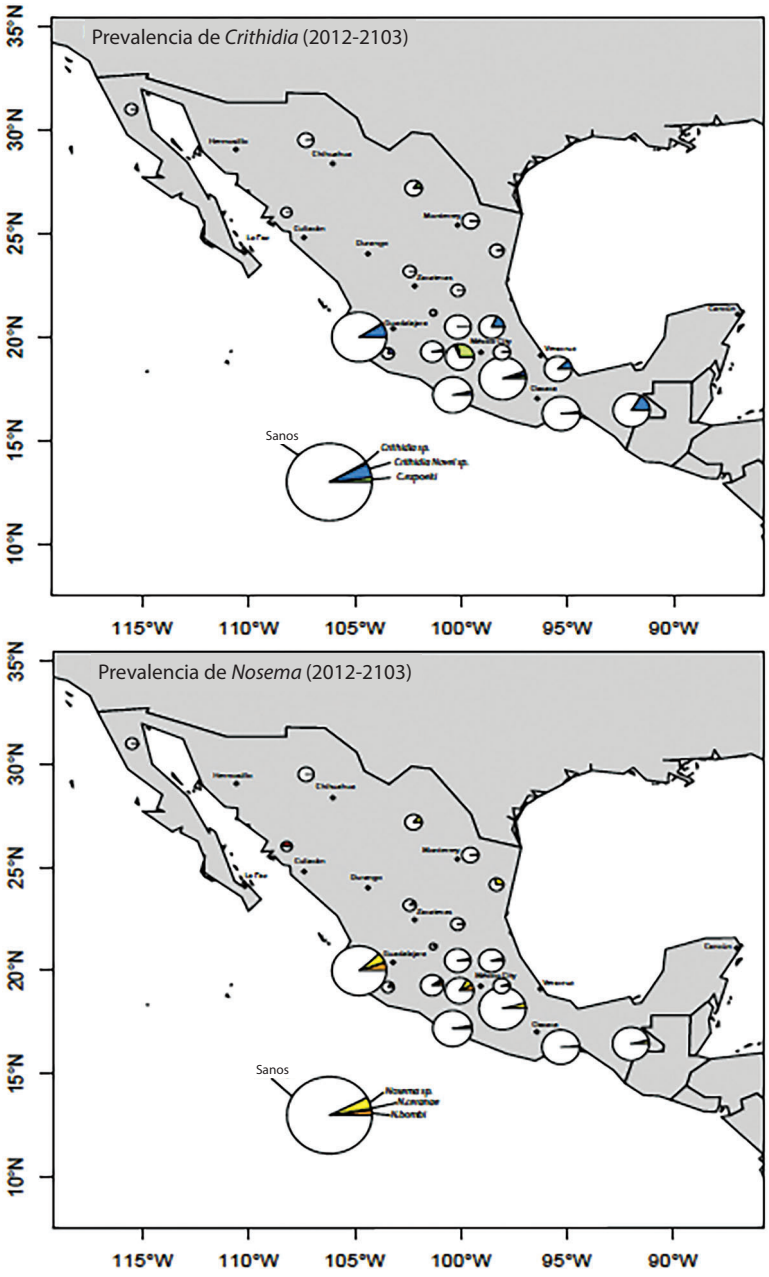


Figura 3. *Prevalencia de patógenos* Crithidia sp. *(arriba) y* Nosema sp. *(abajo) en poblaciones de varias especies de abejorros en México (Gallot-Lavallée* et al., *2016)*

Queda claro, entonces, que el manejo de abejorros exóticos en México conlleva un alto riesgo de invasión biológica y transmisión de patógenos, representando una amenaza significativa para las especies de abejorros nativos.

Los datos utilizados para modelar la distribución de *B. impatiens* provienen del Global Biodiversity Facility Information (GBIF). Las capas climáticas 1950-2000 provienen de WorldClim (https://www.worldclim.org/current). Se corrieron varios modelos buscando el óptimo de acuerdo con el criterio de Akaike. Se utilizaron 19 variables climáticas de WorldClim para modelar la distribución potencial de *B. impatiens* y con base en el comportamiento y la correlación de las mismas variables se usaron dos modelos. El primero utiliza las variables Bio 1 (temperatura promedio anual), Bio 2 (promedio anual del rango diurno), Bio 3 (isotermalidad) y Bio 4 (temperatura en las estaciones). El segundo utiliza las variables Bio 1, Bio 2 y Bio 4; no utilizó la variable Bio 3, la cual es más útil para predecir la distribución de especies tropicales, y además sobreestima la predicción para la región, basado en un análisis de similitud usando ExDet (Mesgaran *et al.*, 2014). El primer modelo supone la posibilidad de un establecimiento más amplio de *B. impatiens* sugerido por su distribución natural en la región subtropical de Florida (Williams *et al.*, 2014), cuyas condiciones climáticas son similares a muchas regiones de Mesoamérica, mientras que el segundo modelo es más reservado respecto a esta posibilidad.

Por otra parte, cabe considerar que la diversidad de especies de abejorros en Mesoamérica ofrece un gran potencial para el manejo de especies nativas como polinizadores en la agricultura protegida, lo cual refuerza la consideración de que la introducción y el uso comercial de especies exóticas en la región no se justifica. Ante esto, es pertinente evaluar la posibilidad de una transición hacia el manejo exclusivo de especies nativas, principalmente las que son más susceptibles de ser manejadas, como son las del complejo *B. ephippiatus* / *B. wilmattae* o también *B. huntii*.

Adicionalmente, es necesario considerar la característica genética y distribución propia de cada una de estas especies para determinar cómo preservarlas.

De acuerdo con Duennes *et al.* (2017), el complejo *B. ephippiatus* / *B. wilmattae* muestra una compleja estructuración genética a lo largo de su distribución (fig. 4). Duennes *et al.* proponen que este complejo se compone

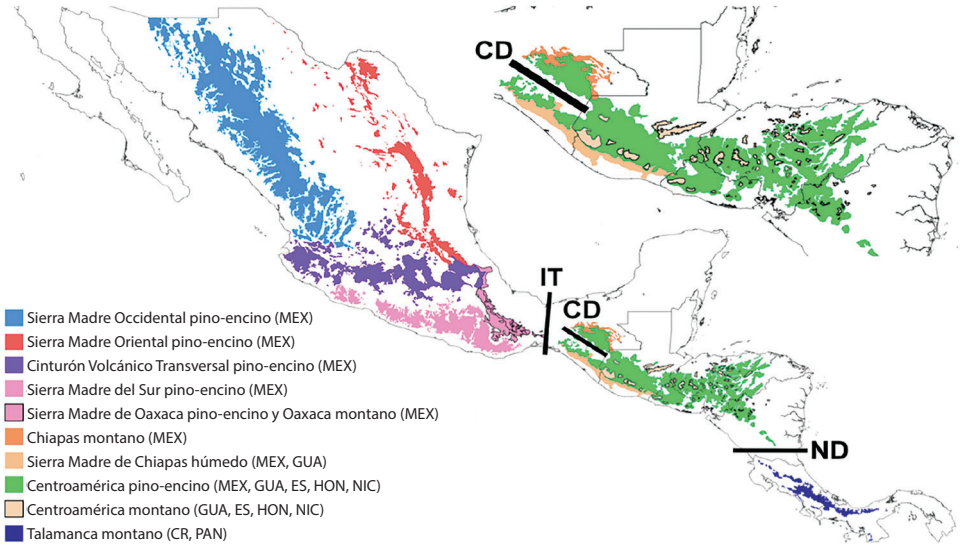


Figura 4. *Análisis filogeográfico del complejo* Bombus ephippiatus / B. wilmattae, *en el cual se pueden distinguir cuatro líneas genéticas de abejorros al norte del istmo de Tehuantepec, y tres linajes específicos al sur de este (Duennes* et al., *2017)*

en realidad de cuatro linajes genéticos que pueden ser delimitados como diferentes especies, distribuidas de la siguiente manera: sur de la depresión de Nicaragua (ND), norte del istmo de Tehuantepec (IT) y dos especies simpátricas entre estos dos límites geográficos. Adicionalmente, la especie distribuida al norte del IT, que puede considerarse como *B. ephippiatus stricto sensu*, se compone a su vez de cuatro líneas genéticas con diferencias genéticas entre ellas. Por lo tanto, es evidente que el manejo de los abejorros, cuando implica trasladar colonias lejos de su origen como especie, puede causar la hibridación entre diferentes linajes de especies incipientes. Para evitar esta grave consecuencia en términos de conservación de la diversidad genética, pueden tenerse en cuenta dos niveles de protección: *1)* el IT y la DN como fronteras naturales a respetar; *2)* cualquier población requiere ser protegida, lo cual implica considerar cinco límites distintos.

En lo referente a *B. huntii*, el análisis genético muestra que se compone de cinco líneas genéticas claramente distintas, dos distribuidas entre Canadá y Estados Unidos, otra circunscrita al noroeste de México, otra a la Sierra Madre Oriental, y la última distribuida a lo largo del Eje Neovolcánico Trans-

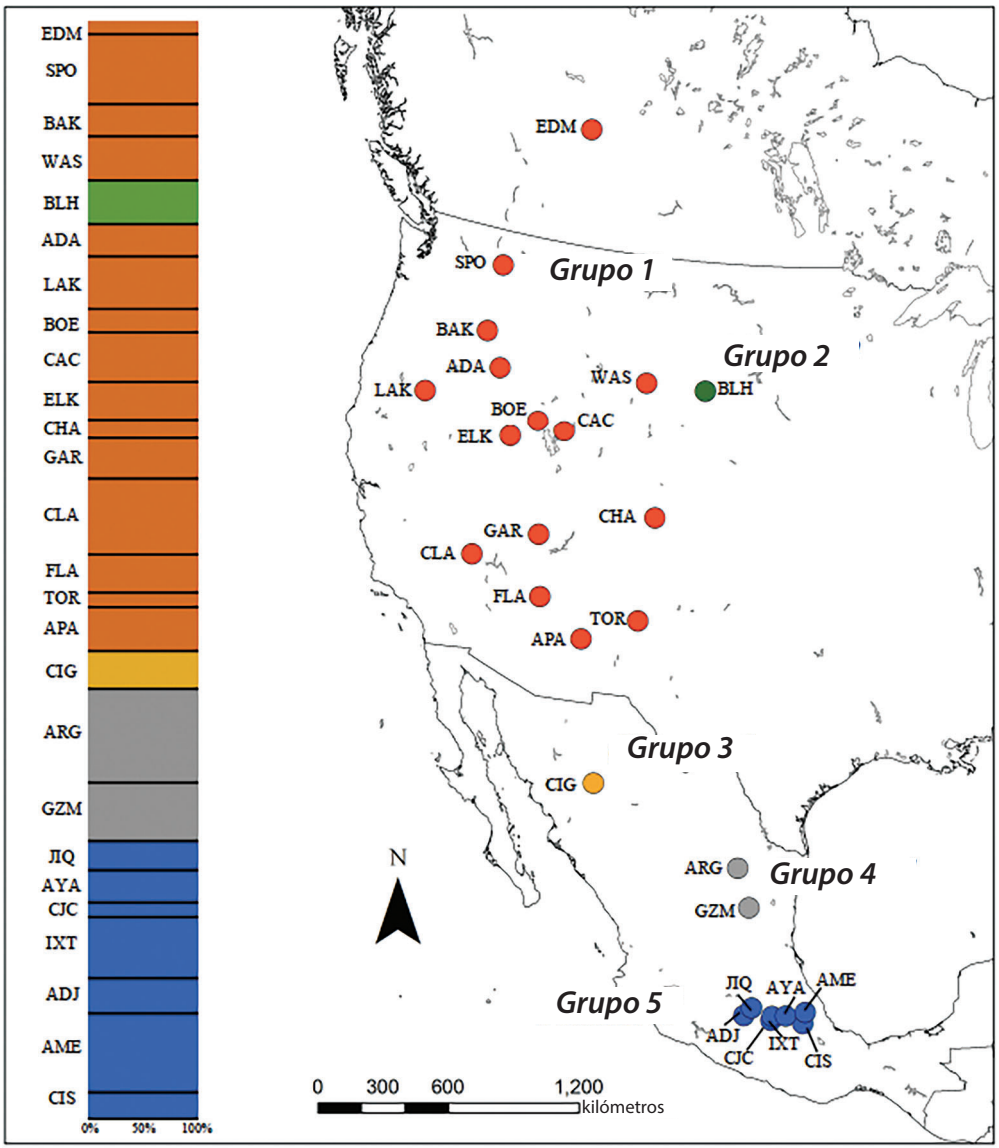


Figura 5. *Agrupación de líneas genéticas de 26 poblaciones de* B. huntii, *que separa dos grupos (líneas genéticas) en Estados Unidos de tres grupos presentes en México: Noroeste, Sierra Madre Oriental, Eje Volcánico Transversal (Koch* et al., *2018)*

versal (fig. 5). La protección de la diversidad genética de los abejorros de México implica establecer un límite en la frontera norte del país, es decir, no permitir la introducción de reinas provenientes de Estados Unidos o Canadá. En cambio, desde el punto de vista de la diversidad genética, se puede considerar que no hay riesgos de mover reinas de poblaciones mexicanas a otras partes del país, considerando que provienen de lugares con climas fríos y difícilmente podrán adaptarse en las regiones bajas de clima cálido o templado donde usualmente se introducen las colonias de estas abejas.

Además de la protección de la diversidad genética ya mencionada, cabe abordar aquí la prevención de dos riesgos inherentes al manejo de especies nativas de abejorros. El primero es en cuanto a la colecta de reinas silvestres para dar lugar a nidos destinados a la comercialización; si bien no existe actualmente una restricción legal a esta práctica, puede poner en riesgo a las poblaciones locales de abejorros, lo cual evidencia la falta de un plan de manejo y aprovechamiento sustentable de los abejorros en México. El segundo es el punto de vista sanitario, considerando que el manejo de especies nativas implica un riesgo de transmisión de patógenos, lo cual expone la necesidad de establecer un protocolo de identificación y control de patógenos en la producción de las colonias, así como un protocolo para la remoción de las colonias utilizadas en los invernaderos, con el fin de no correr el riesgo de contaminar a otras especies de abejas nativas.

Considerando que el manejo y la conservación de los abejorros requieren acciones contradictorias, se debe optar por un balance que permita el manejo de abejorros para la producción de alimentos, pero también que evite dañar las poblaciones de especies nativas de abejorros.

Teniendo en cuenta las necesidades que se tienen de polinizadores a nivel mundial, esta discusión probablemente augura una discusión más amplia, que considere la polinización de muchos cultivos y el manejo de muchas especies de abejas que pueden ser utilizadas como polinizadores manejados bajo los siguientes principios:

1) Trabajar únicamente con especies de abejorros nativos, de preferencia que sean poblaciones locales. El término *local* es relativo, pero se podría apoyar en bases biológicas, como la estructura genética, o en las regiones biogeográficas o ecológicas.

2) Aplicar el criterio de precaución, por lo que, si hay evidencia de que en una región las poblaciones de abejas que se tienen pueden constituir linajes genéticos separados, considerarlas para fines prácticos como especies distintas o nuevas especies (tal es el caso del complejo *B. ephippiatus* / *B. wilmattae*).
3) Considerar que mover colonias de abejorros conlleva un riesgo sanitario, lo cual implica tener protocolos de identificación y control de patógenos, así como de desecho de las colmenas de las colonias utilizadas para la polinización.
4) Regular cualquier práctica que ponga en riesgo las poblaciones locales, como la colecta de reinas, o la liberación de reinas y machos de colonias manejadas, aunque sean de especies nativas.

Escenarios

Con base en el conocimiento taxonómico de los abejorros y del manejo de estos con fines comerciales, se generaron cinco escenarios posibles para la regulación en el manejo, los cuales se describen a continuación, considerando las ventajas y desventajas de cada uno de estos.

Desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad de los abejorros en Mesoamérica, el escenario 5 es el pertinente. Sin embargo, implica establecer un gran número de límites para el movimiento de colonias de abejorros en la región, lo cual tiene dos inconvenientes: *1)* representa altos costos de operación para las empresas, al tener que criar y manejar un gran número de líneas genéticas de abejorros de poblaciones propias de diferentes áreas geográficas; *2)* representa un reto de difícil cumplimiento para las autoridades sanitarias, para que se respeten estos límites.

Considerando lo anterior, y con base en las ventajas y desventajas de cada uno de los cinco escenarios propuestos, se podría considerar el escenario 4 como deseable. Este escenario sugiere establecer tres límites, los cuales son un límite político (frontera México–Estados Unidos), una barrera geográfica (IT) y un segundo límite político (frontera Nicaragua-Costa Rica), que coincide con una barrera geográfica (DN).

Escenario	Descripción	Representación gráfica	Ventaja (relativa al escenario anterior)	Desventaja (relativa al escenario anterior)
1. Sin restricción a la movilización de especies exóticas y nativas	No se establecen restricciones, es decir, se permite mover y comerciar los nidos de cualquier especie (incluyendo *B. impatiens*, pero excluyendo a *B. terrestris*), a cualquier parte – lo que corresponde a la situación actual.		Es la situación actual y más favorable a corto plazo para las empresas, al permitir un mejor desarrollo comercial y la disponibilidad de colonias.	El comercio sin límite de *B. impatiens* genera un elevado riesgo de establecimiento e invasión biológica, resultando en una situación de competencia y erosión genética de las especies nativas.
2. Movilización de especies nativas en toda la región	Se excluye el manejo de especies exóticas, en particular *B. impatiens*, pero se permite el comercio de todas las especies nativas, aunque provengan de otro país (ej. colonias de *B. huntii* originarias de EUA o Canadá), a cualquier parte.		Evita el riesgo de invasión biológica por especies exóticas, pero permite el desarrollo comercial con cualquier especie nativa.	Se permite introducir ejemplares de otros países, por ser de especies también presentes en México, pero tiene el riesgo de perder la estructura genética de poblaciones locales al favorecer la introducción de genotipos exóticos.
3. Movilización de especies nativas excluyendo linajes genéticos externos a la región	Solo se permite el manejo de colonias de especies nativas, excluyendo las colonias de linajes genéticos externos a la región (ej. colonias de *B. huntii* de EUA o Canadá); sin embargo, se permite mover a las colonias de distintas poblaciones a cualquier parte de la región.		Evita la introducción de colonias de otros países, limitando los riesgos de introducción de patógenos y de genotipos exóticos.	Se permite mover colonias dentro del país, aun fuera de su área de origen. Se pueden mover colonias sin considerar las especies que pueden ser nuevas, o las poblaciones de especies con líneas genéticas restringidas a una región biogeográfica, pudiendo perderse genotipos raros y diversidad genética.
4. Movilización de especies nativas considerando barreras geográficas	Se consideran las cuatro especies probables del complejo *B. ephippiatus* / *B. wilmattae*, por lo que se respetan las barreras geográficas del istmo de Tehuantepec y la Depresión de Nicaragua, al no permitir movilizar colonias más allá de estas barreras.		Respeta la integridad genética de todas las especies, tanto conocidas como probables. Limita en parte la diseminación de patógenos.	Aún se permite la hibridación entre líneas genéticas de distintas poblaciones de una especie. Se establece una barrera intra-país (IT), lo cual implica una vigilancia especial. Obliga a las empresas a criar por separado a las tres especies actualmente reconocidas del complejo *B. ephippiatus* / *B. wilmattae*.
5. Movilización de especies nativas considerando su estructura genética	Se consideran todas las poblaciones genéticamente diferenciadas de las especies nativas (tres de *B. huntii* y cuatro de *B. ephippiatus* al norte del istmo de Tehuantepec), por lo que no se permite mover colonias fuera del área de distribución de cada línea genética.		Respecta la integridad de todas las líneas genéticas y sus poblaciones. Limita al máximo la diseminación de patógenos.	Se establecen numerosas barreras intra-país, lo cual se vuelve de muy difícil cumplimento. Obliga a las empresas a criar un gran número de poblaciones distintas, incrementando en gran medida los costos de operación.

Cuadro 2. *Escenarios posibles para la regulación en el manejo comercial de abejorros en México*

Desde el punto de vista de la conservación, este escenario permite evitar la introducción de cualquier especie exótica a la región mesoamericana, aunque implica aceptar la hibridación entre poblaciones de *B. ephippiatus*, así como entre poblaciones de *B. huntii* al norte del IT. Desde el punto de vista comercial, no limita el comercio de *B. huntii* al interior de México al norte del IT, pero implica la cría por separado de tres linajes (especies) actualmente incluidos en el complejo *B. ephippiatus* / *B. wilmattae* (norte del IT, región de Chiapas a Nicaragua y Costa Rica).

Desde el punto de vista regulatorio, establece dos límites en fronteras nacionales fáciles de vigilar, y un límite intrapaís (IT), de vigilancia más complicada pero factible.

Para asegurar una transición de la situación actual (escenario 1) a una situación más deseable que constituye el escenario 4, se establecen las siguientes recomendaciones, dirigidas a las autoridades regulatorias de los diferentes países de la región de Mesoamérica:

- Detener el comercio de especies exóticas en Mesoamérica (es decir, *B. impatiens*, adicionalmente a *B. terrestris,* cuyo comercio actualmente no está permitido) hasta por lo menos 2030. Este tiempo se considera suficiente para que las empresas adapten su sistema de manejo para el uso de alguna de las especies nativas.
- Invertir los recursos necesarios en la investigación para el manejo y la crianza local sustentable de abejorros de una forma que evite depredar las poblaciones silvestres, a saber, *B. huntii* y especies pertenecientes al complejo *B. ephippiatus* / *B. wilmattae*, para disponer de especies de abejorros e iniciar con el reemplazo de las especies exóticas en los próximos tres años, es decir en 2023. Este tiempo permitirá pasar a una etapa comercial hacia 2030.
- Para el complejo *B. ephippiatus* / *B. wilmattae*, considerar las fronteras naturales (IT y DN) como límites, más allá de los cuales no deben ser introducidas las reinas o las colonias de las otras cuatro especies (nuevos linajes) reconocidas en este complejo. A cambio, permitir mover y comercializar las especies propias al interior de cada una de las tres regiones (Costa Rica, región de Nicaragua a Chiapas, y México al norte del IT).
- Para *B. huntii*, considerando que existe un bajo riesgo de establecimiento e invasión al introducir esta especie de sitios elevados en las regiones cálidas y templadas donde habitualmente se manejan abejorros para polinizar agrícola protegida, considerar que es posible mover las reinas o las colonias en México al norte del IT. Sin embargo, es importante establecer tal límite en el IT, considerando que la especie podría establecerse en las tierras altas de Chiapas y Guatemala, donde sería exótica.

- Asegurar condiciones estrictas de bioseguridad para evitar el escape, establecimiento y dispersión de reinas y machos de abejorros, en caso de llevarlas fuera de estos rangos originales, para realizar investigaciones científicas relacionadas con su manejo o estudio de su biología.
- Establecer un protocolo de estudio de patógenos, para limitar la propagación de estos en la región, así como un protocolo de desecho de colmenas para evitar la propagación de patógenos o dispersión de reinas y machos en el ambiente.
- Regular la colecta de reinas de nidos silvestres, limitando esta práctica a las etapas muy iniciales del manejo de especies nativas, excluyendo recurrir a tal colecta en forma rutinaria.
- De forma general, diseñar e implementar un plan de manejo y aprovechamiento sustentable de los abejorros en cada país, que considere todas y cada una de las recomendaciones anteriores.

Estas ideas se refieren exclusivamente al manejo de abejorros. No se consideran otros dos aspectos de la polinización de cultivos agrícolas, los cuales también deberían ser atendidos: *1)* la introducción de reinas y colonias de abejas domésticas (*Apis mellifera*) implica la introducción de patógenos posiblemente dañinos para todas las especies de abejas nativas, por lo que la normativa al respecto requiere ser revisada e implementada con rigor; *2)* para ciertos cultivos y en ciertas regiones del país, los abejorros no son polinizadores idóneos, por lo que se requiere desarrollar el manejo de otras especies de abejas nativas para polinizar cultivos, en particular las abejas sin aguijón, o bien los géneros *Megachile* o *Nomia*.

Bombus en México

En contraste con el Viejo Mundo, donde los abejorros solo se encuentran en el hemisferio norte, en el continente americano podemos encontrarlos tan al norte como la Isla de Ellesmere, que se encuentra dentro del círculo polar, y tan al sur como Tierra del Fuego en Argentina (Labougle, 1990). Debido a la adaptación de los abejorros a condiciones climáticas frías, la

gran mayoría de las especies de *Bombus* en México se encuentra en zonas templadas y tierras altas, aunque algunas especies se distribuyen en regiones tropicales (Labougle, 1990). La distribución de las especies de *Bombus*, ya sea en zonas templadas o tropicales, afecta su ciclo de vida (Goulson, 2010; Labougle, 1990; Williams *et al.*, 2014). Especies asociadas a climas fríos tienen, como ya se explicó, un ciclo de vida anual, mientras que las que encontramos en climas tropicales pueden tener ciclos perenes donde la colonia no muere y resurge cada año (Goulson, 2010; Labougle, 1990; Williams *et al.*, 2014). Debido a que México abarca tanto zonas templadas de alta montaña como tropicales, podemos encontrar especies de abejorros tanto neárticas como neotropicales, por lo que México presenta un campo de estudio idóneo para comparar las especies de estas dos ecozonas y los ciclos de vida entre especies perenes y anuales (Labougle, 1990). Se han realizado pocos estudios del género *Bombus* al sur de los Estados Unidos, sobre todo en Mesoamérica. La ausencia de estudios ha ocasionado una gran falta de información sobre el género y las especies que aquí se encuentran (Labougle, 1990; Williams y Jepsen, 2018).

De la información que se tiene, y de acuerdo con los estudios más confiables de taxonomía para el género en México, podemos decir que se pueden encontrar 22 especies de *Bombus* pertenecientes a cinco de los subgéneros (*Bombias*, *Thoracobombus*, *Psythirus*, *Pyrobombus* y *Cullumanobombus*) propuestos por Cameron *et al.* en 2007 (Cameron *et al.*, 2007; Labougle, 1990; Williams *et al.*, 2008). En México, como en la gran mayoría del planeta, algunas especies de abejorros son utilizadas en la agricultura principalmente para la polinización de cultivos en invernaderos (Corbet *et al.*, 1996; Velthius y Van Doorn, 2006). Entre los cultivos polinizados por abejorros en México figuran el jitomate, los pimientos y los chiles. Sin embargo, la mayor parte de este trabajo es llevado a cabo por una especie no nativa del país (*B. impatiens*), la cual fue introducida desde el sur de Canadá y el norte de Estados Unidos en 1994, con el propósito de polinizar invernaderos de tomate (Velthius y Van Doorn, 2006). Sin embargo, la falta de información alrededor del género en México dificulta la toma de decisiones y la consideración de estas especies para su conservación, aprovechamiento, servicios ecosistémicos y tendencias poblacionales, entre otros temas de relevancia.



Figura 6. *Mapa general con un rango de idoneidad ambiental que va de 0 a 1 en color verde y con un modelo de elevación digital en una escala de blanco a negro que va desde los 0 hasta los 5 200 metros sobre el nivel del mar (msnm)*

Generación de los mapas de distribución de las especies

Para cada una de las 23 especies de *Bombus* representadas en este atlas se generó un mapa de distribución. Este mapa tiene como fin proporcionar información sobre las zonas o regiones del país en las que se podría encontrar cada una de las especies de abejorros. Además de esto, también es una herramienta invaluable para poder identificar individuos en el campo. Esto debido a que en algunos casos las especies de abejorros se parecen mucho anatómicamente, pero divergen en cuanto a su distribución dentro del territorio nacional.

Usamos la base de datos de abejas de Mesomérica de El Colegio de la Frontera Sur (https://www.ecosur.mx/beesofmesoamerica/) para obtener registros de las especies de abejorros presentes en este libro. Asimismo, para las especies que se encuentran en Estados Unidos y Canadá (*B. crotchii*, *B. fer-*

vidus, *B. fraternus*, *B. nevadensis*, *B. pensylvanicus*, *B. rufocinctus*, *B. variabilis*, *B. vosnesenskii*) se utilizaron los datos disponibles en Gbif.org de esta región para cada especie. La temporalidad de los datos va de 1960 a la actualidad. Las capas ambientales que se utilizaron fueron las 19 variables bioclimáticas de Worldclim (https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html) con una resolución de 2.5 arco minutos (5 km).

La elaboración de los mapas de este libro se basa en el marco de trabajo denominado BAM: biótico, abiótico, movimiento (Soberón y Townsend Peterson, 2005). Utilizamos un conjunto de condiciones ambientales abióticas (A) y el área accesible (M) para cada especie. A se estimó a partir de los datos de condiciones ambientales disponibles para cada especie. Para definir M tuvimos en cuenta la ubicación geográfica de los registros de las especies, el conocimiento de la distribución geográfica de cada especie y la utilización de polígonos mínimos convexos (PMC) (Barve *et al.*, 2011; Soberón y Townsend Peterson, 2005). Los PMC engloban todos los registros de una especie que no tienen un ángulo interno superior a 180 grados, y suelen ser prácticos y pueden calcularse fácilmente con el paquete Wallace dentro de R (Burgman y Fox, 2003; Kass *et al.*, 2018). Los PMC se utilizan para estimar el área de distribución y la extensión del hábitat de las especies, así como en los análisis de conservación realizados por la UICN (Burgman y Fox, 2003; IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2019).

El mapa que acompaña a cada especie se creó a partir de probar distintos parámetros en Wallace utilizando el algoritmo de Máxima Entropía Maxent 3.4.1 (Philips *et al.*, 2017) para encontrar el modelo óptimo basado en el criterio de Akaike. Estos parámetros van desde el uso de distintas variables bioclimáticas, cambio en el valor de multiplicador de regularización, número de réplicas y respuesta de las variables ambientales.

Mostramos un mapa general que viene con un rango de idoneidad ambiental que va de 0 a 1 en color verde. Se muestra un modelo de elevación digital en una escala de blanco a negro que va desde los 0 hasta los 5 200 metros sobre el nivel del mar (msnm). Mostramos los datos utilizados para crear cada mapa en círculos de color naranja, a excepción de especies que se comparten con Estados Unidos de América, donde sí se utilizaron los datos de su distribución completa, pero solo se muestra la idoneidad ambiental para México.

Los subgéneros de *Bombus*

Hasta hace unos años el sistema de subgéneros más utilizado estaba construido a partir de diferencias en los genitales masculinos de las distintas especies (Cameron *et al.*, 2007; Goulson, 2010). Este sistema subgenérico asignaba las distintas especies de abejorros a alguno de 38 subgéneros diferentes (fig. 1) (Cameron *et al.*, 2007). El gran número de subgéneros causaba que el sistema fuese considerado como innecesariamente complicado. Además de esto, es un sistema bastante anticuado, ya que fue propuesto por Krüger y Skorikov a principios del siglo xx (Cameron *et al.*, 2007; Goulson, 2010; Williams *et al.*, 2008). La complejidad de ese sistema, sumada a las nuevas necesidades de los estudios más recientes dentro del grupo de los abejorros, ocasionó una reciente revisión y reclasificación de las especies de *Bombus* dentro de un sistema nuevo de subgéneros (Williams *et al.*, 2008; Goulson, 2010). Utilizando genes nucleares y mitocondriales de 218 especies de abejorros, Cameron *et al.* (2007) produjeron un sistema de subgéneros de alta confiabilidad taxonómica que agrupa a las 250 especies de abejorros en tan solo 15 subgéneros, en lugar de 38 (fig. 2) (Cameron *et al.*, 2007). Dicho sistema no es solo altamente confiable y más sencillo que el utilizado previamente, sino que el uso de datos moleculares permite hacer predicciones mucho más cercanas a la realidad sobre especies o grupos con información escasa, por lo que será el que se utilice para este trabajo (Goulson, 2010).

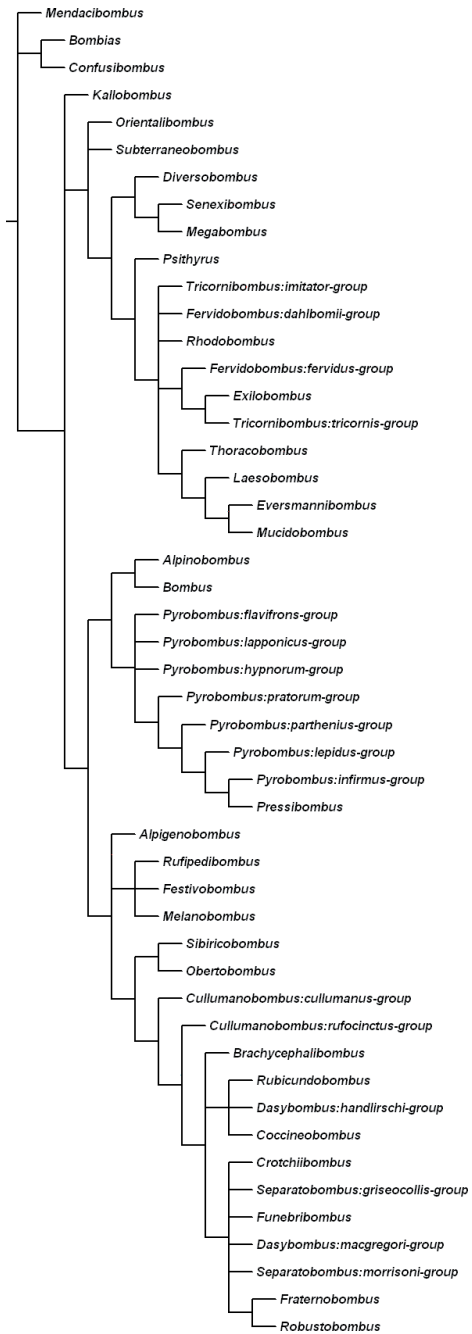


Figura 7. *Sistema subgenérico basado en diferencias morfológicas de los genitales masculinos (Cameron* et al., *2007)*

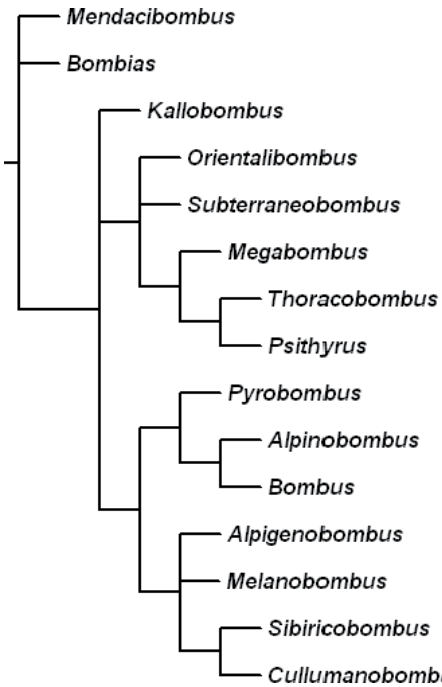


Figura 8. *Sistema subgenérico propuesto a partir de genes mitocondriales y nucleares (Cameron* et al.*, 2007)*

Fichas por especie

Uso de las fichas por especie

La ficha de cada especie contiene información general de la misma, una imagen digital creada por ilustradores científicos profesionales, una fotografía de referencia y un mapa de distribución. La información general está compuesta por el estatus de conservación de la especie extraído de la página oficial de la IUCN (2019), así como del marco de referencia de la IUCN en cuanto a la conservación mundial de abejorros (Spevak *et al.*, 2016). También se anexan características morfológicas predominantemente macroscópicas, aunque también se incluyen algunas características microscópicas para la identificación de reinas, obreras y machos de las distintas especies, obtenidas de las guías y descripciones de Colla *et al.* (2011), Koch *et al.* (2012), Labougle (1990), y Williams *et al.* (2014). Para algunas especies existe información sobre las diversas formas y coloraciones en diferentes zonas de su distribución. En última instancia se podrá encontrar una breve descripción sobre el hábitat y zona de distribución de las especies (IUCN, 2019; Labougle, 1990). Para las especies que exista información relevante sobre su patrón de anidación, apareamiento, ecología o cualquier otro dato, esta se podrá encontrar igualmente en la ficha (Williams *et al.*, 2014).

Las fotografías que se presentan para cada especie fueron obtenidas de diversas fuentes, mencionadas en el pie de cada una de las imágenes. Estas ilustraciones tienen como propósito servir de herramienta visual para la identificación de las distintas especies de *Bombus* en el campo. Los mapas de distribución generados con la metodología antes mencionada son un apoyo visual a la información sobre la distribución listada en cada ficha, además de agilizar la identificación de abejorros en el campo.

Subgénero *Bombias*

1. *Bombus nevadensis* (Cresson, 1874)

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: Entre los 0 y 2 742 msnm.
Hábitat: Prados y praderas abiertas.
Anidación: Nidos normalmente bajo tierra, aunque pocas veces en la superficie.
Apareamiento: Los machos se perchan y persiguen objetos móviles en busca de reinas.
Características morfológicas macroscópicas:

Lengua de longitud considerablemente larga.

Hembras

Reinas:

- Talla grande (reinas = 24-25 mm).
- Cuerpo robusto y rectangular cubierto por pelo muy corto y uniforme.
- Cara larga con área óculo malar más larga que corta.
- Basitarso de las patas medias con la esquina más posterior muy puntiaguda.
- Tibia de las patas posteriores con vellosidades largas y flecos alargados a los lados que forman la corbícula.
- El pelo de la cara y la parte superior de la cabeza es negro.

- Parte superior del tórax entre las alas con amarillo y entremezclado con un punto o banda negra.
- Los lados del tórax son negros.
- T1 metasomal con pelos amarillos.
- Obreras: 15-21 mm.

Machos

- Talla entre 16 y 19 mm.
- Ojos mucho más grandes que los de las hembras y convergentes en la parte superior.
- Antenas cortas con el flagelo dos veces más largo que el escapo.
- Coloración similar a la de las hembras, pero T6 y T7 metasomal extensivamente naranjas.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Mandíbula con la cresta frontal no alcanzando el margen más lejano.
- Labro con el surco medio mucho más angosto que largo.
- La tibia de las patas posteriores es aplanada por la cara exterior.
- El clípeo está homogéneamente cubierto de pequeñas punciones.
- La cabeza de la válvula del pene es derecha y cinco veces más larga que ancha.

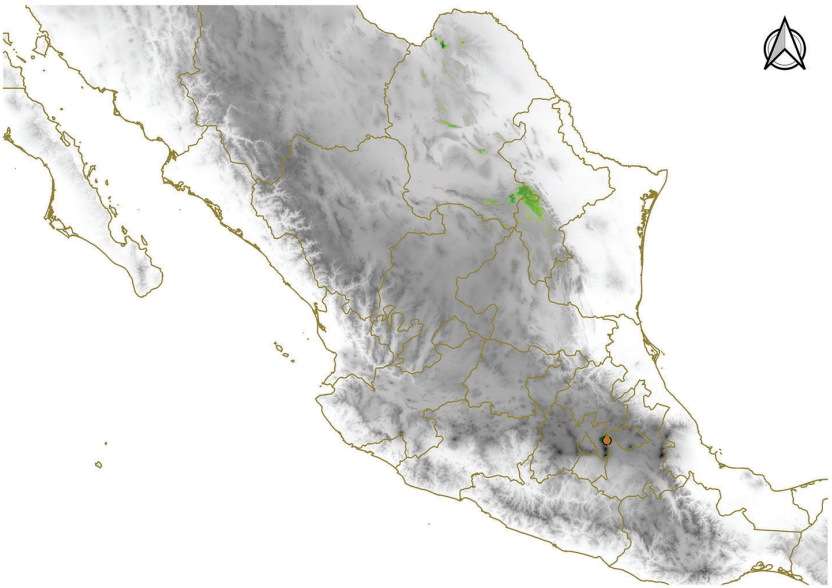


Figura 9. *Mapa de distribución para* B. nevadensis



Figura 10. *Ilustración digital de* B. nevadensis
(ilustración original de Héctor David Jimeno Sevilla)



Figura 11. *Fotografía de* B. nevadensis *(Wilson D., 2010)*

Subgénero *Thoracobombus*

2. *Bombus fervidus* (Fabricius, 1798)

No hay un consenso acerca del estatus taxonómico de *B. fervidus*. En el pasado *Bombus fervidus* y *Bombus californicus* han sido considerados conspecíficos por algunos autores (Milliron, 1973; Labougle, 1990) o como especies separadas por otros (Franklin, 1913; Stephen, 1957). Sin embargo, si se analiza el patrón de coloración de las distintas formas se puede identificar una transición entre *B. fervidus* y *B. californicus*. Además de esto, los análisis moleculares de Cameron *et al.* (2007) sustentan que *B. fervidus* y *B. californicus* sean conspecíficos. En concordancia con Labougle, quien realizó estudios en México, y con los más recientes análisis moleculares de Cameron *et al.* (2007), en este *Atlas* se considerará a *B. fervidus* y *B. californicus* como una sola especie y no se hará ninguna diferenciación entre las dos (Williams, *et al.*, 2014).

Estatus de conservación: Vulnerable (VU).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Sierra Madre Occidental, en el Eje Neovolcánico Transversal y al sur hacia el istmo de Tehuantepec. Aunque también se registra en la Sierra Madre Oriental. Se encuentra entre los 2 300 y 2 700 msnm.
Hábitat: Se asocia con el bosque de pino.
Anidación: Los nidos usualmente se ubican sobre la superficie, escondidos en pastos altos o pilas de heno. Aunque en ocasiones anida bajo tierra

utilizando madrigueras desocupadas de pequeños mamíferos. Es una especie muy agresiva al proteger su nido, probablemente por la exposición de este.

Apareamiento: Los machos se perchan y persiguen objetos móviles en busca de una reina.

Características morfológicas macroscópicas:

Hembras

Reinas:

- 18-22 mm.
- Coloración amarilla.
- Pelo de la cara de color negro.
- Pelos amarillos en el pronoto, parte anterior del escudo, escutelo y parte superior del mesosterno.
- Banda interalar negra angosta o sin esta banda interalar y pelos amarillos.
- T1-T4 amarillo.
- Clípeo moderadamente puntuado con perforaciones amplias.
- Espacio entre la base de las alas de 6.5 mm.
- Basitarso de las patas medias con la esquina posterior extendida formando una espina.

Obreras:

- 12 mm.
- Lados del tórax predominantemente amarillos.
- Clípeo no tan densamente puntuado.

Machos

- 13-19 mm.
- Casi completamente amarillos, excepto por la cabeza, banda interalar y T7 de color negro.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 15-20% más largo que ancho.
- Mesobasitarso cuatro veces más largo que ancho.

Machos

- Antenas largas con el flagelo cuatro veces más largo que el escapo.

- La cabeza de la válvula del pene está girada hacia el exterior del cuerpo. Es tan larga como ancha y de forma triangular.
- Espacio malar ocular 50% más largo que ancho.

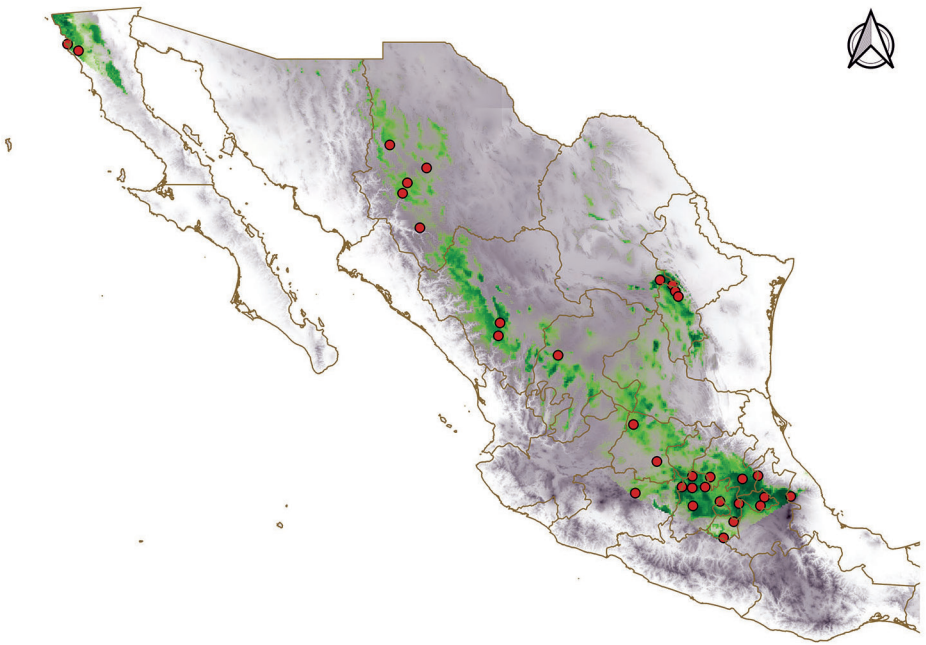


Figura 12. *Mapa de distribución para* B. fervidus



Figura 13. *Ilustración digital de* B. fervidus
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)



Figura 14. *Fotografía de* B. fervidus *(Baker, 2009)*

3. *Bombus diligens* (Smith, 1861)

Estatus de conservación: Casi amenazada (NT).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Se encuentra desde el norte del país y hacia el sur sobre la Sierra Madre Occidental y Oriental, en el Eje Neovolcánico Transversal y Sierra Madre del Sur. Parece ser que el istmo de Tehuantepec limita la distribución hacia el sur.

En la costa del Pacífico y el centro del país se encuentra entre los 1 400 y 2 500 msnm. En la costa del golfo de México habita entre los 1 300 y 2 000 msnm, y en la Sierra Madre del Sur está entre los 1 800 y 2 400 msnm.

Hábitat: Se sabe que esta especie no está muy íntimamente relacionada con ningún tipo de vegetación. Sin embargo, en México se le relaciona con el bosque tropical caducifolio y el bosque de pino-encino.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

- Color negro.
- Pelos rojizos de T4 a T6.
- Área lisa casi desnuda en la parte central de la zona posterior del escudo.

Hembras

Reinas:

- 18-23 mm.
- Clípeo fuerte y densamente puntuado en el margen superior y lateral.
- Espacio entre la base de las alas de 8 mm.

Obreras:

- 14-18 mm.
- Clípeo densamente puntuado.

Machos

- 18 mm.
- Pelos rojizos también en T7.
- Cara cubierta con pelos blancos plumosos y negros largos.

- Clípeo uniformemente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 7 mm.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 20% más largo que ancho.
- Mesobasitarso 3.5 veces más largo que ancho.

Obreras:

- Mesobasitarso tres veces más largo que ancho.

Machos

- Espacio malar ocular varía entre 25-40% más largo que ancho.
- Mesobasitarso más de cuatro veces más largo que ancho.

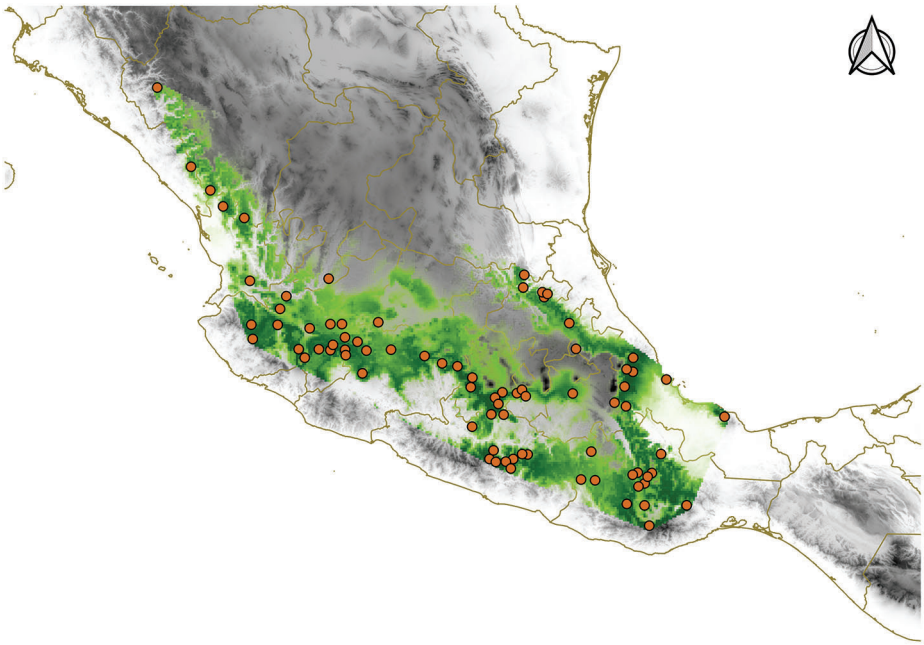


Figura 15. *Mapa de distribución para* B. diligens



Figura 16. *Ilustración digital de* B. diligens
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)



Figura 17. *Fotografía de* B. diligens *(Ayala, 2019)*

4. *Bombus medius* (Cresson, 1863)

Estatus de conservación: Vulnerable (VU).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: En la costa este del golfo de México hacia el sur, hasta Centroamérica. Presente entre los 0 y 1 600 msnm.
Hábitat: Se encuentra relacionado con el bosque tropical caducifolio y el bosque tropical perennifolio.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

- Color negro.
- Amarillo en el pronoto, parte anterior del escudo, en el escutelo y T3 metasomal.
- Banda interalar negra.

Hembras
Reinas:

- 20-25 mm.
- Clípeo moderadamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 7.5 mm.

Obreras:

- 8-18 mm.

Machos

- 6-18 mm.
- Pelos blancos en el clípeo.
- Amarillo en el área subantenal, vértex y partes superiores de los lados del tórax.
- Espacio entre la base de las alas de 6 mm.

Características morfológicas microscópicas:
Hembras
Reinas:

- Espacio malar ocular tan largo como ancho.
- Mesobasitarso casi cuatro veces más largo que ancho.

Machos

- Espacio malar ocular ligeramente más largo que ancho.
- Mesobasitarso poco más de cuatro veces más largo que ancho.

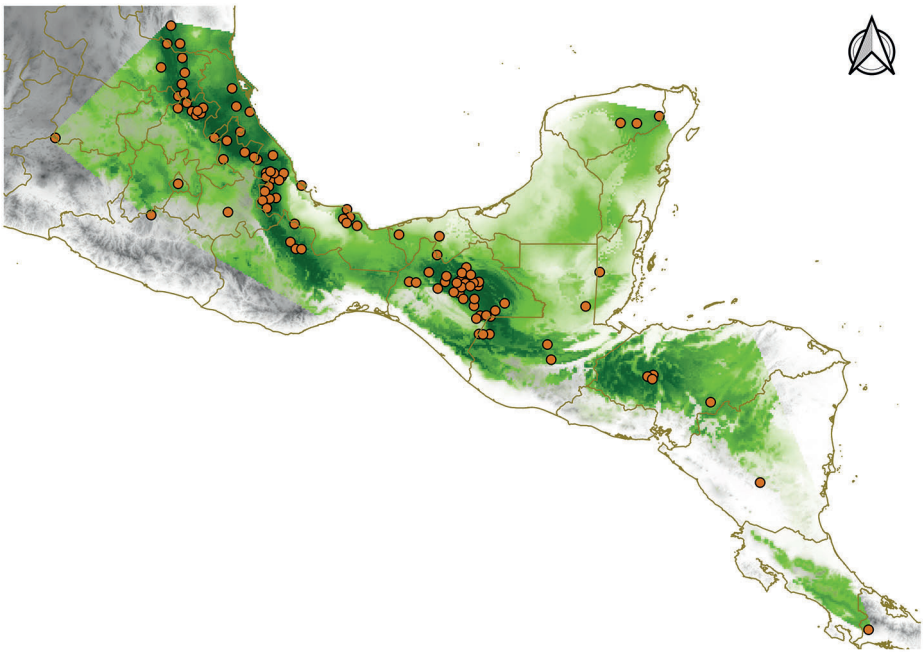


Figura 18. *Mapa de distribución para* B. medius



Figura 19. *Ilustración digital de* B. medius
(ilustración original de Héctor David Jimeno Sevilla)



Figura 20. *Fotografía de* B. medius *(Shaul, 2017)*

5. *Bombus mexicanus* (Cresson, 1878)

Estatus de conservación: Vulnerable (VU).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Se distribuye del Eje Neovolcánico Transversal hacia el sur hasta Panamá. A pesar de su nombre científico, es una especie rara en el centro del país. En el Eje Neovolcánico Transversal se encuentra entre los 1 000 y 1 800 msnm. En la región sur de México entre los 400 y 1 000 msnm.
Hábitat: En México esta especie se encuentra relacionada con el bosque tropical caducifolio y el bosque de pino-encino.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

- Color negro.

- Amarillo en T3.
- Grande área lisa y desnuda en la parte posterior del escudo.

Hembras

Reinas:

- 20-25 mm.
- Clípeo uniformemente puntuado con una mezcla de finos y grandes puntadas.
- Espacio entre la base de las alas de 8 mm.

Obreras:

- 12-16 mm.
- Clípeo menos densamente puntuado que en reinas.

Machos

- 12-18 mm.
- Cara cubierta por una mezcla de pelos negros simples y blancos plumosos.
- T4 varía de unos pocos pelos amarillos a completamente amarillo.
- Algunos individuos con pelos plumosos amarillos en los lados del tórax.
- Último segmento y lados de T6 cubiertos con pelos rojizos.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 20-25% más ancho que largo.
- Mesobasitarso cuatro veces más largo que ancho.

Obreras:

- Espacio malar ocular 20% más ancho que largo.

Machos

- Espacio malar ocular tan largo como ancho.

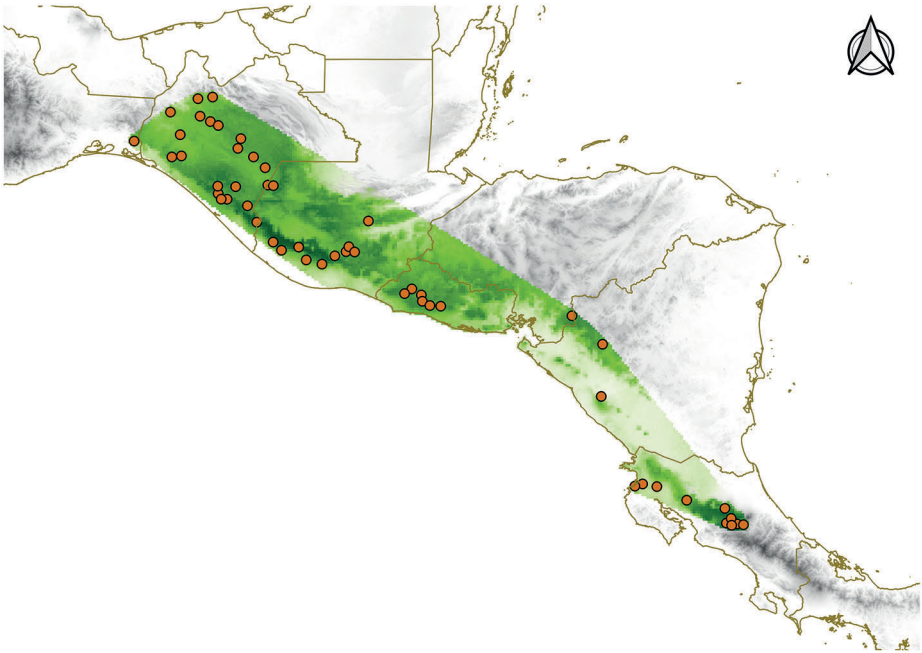


Figura 21. *Mapa de distribución para* B. mexicanus



Figura 22. *Ilustración digital de* B. mexicanus
(ilustración original de Héctor David Jimeno Sevilla)



Figura 23. *Fotografía de* B. mexicanus *(Jiménez Díaz, 2016)*

6. *Bombus pensylvanicus* (De Geer, 1773)

No existe acuerdo en cuanto a si esta especie está conformada por una o dos subespecies, *B. pensylvanicus pensylvanicus* y *B. pensylvanicus sonorus*. La distinción entre estas dos subespecies se hace en Estados Unidos y Canadá, basándose en la coloración más oscura de *B. p. sonorus* y en diferencias en la puntuación del clípeo. Sin embargo, en México la distinción es mucho más complicada, ya que se logran encontrar individuos con coloraciones intermedias. Esto ha sugerido que las formas encontradas en Estados Unidos y Canadá son los dos extremos del espectro de coloración de la especie y que al estar distribuidas de manera simpátrica no se logran mezclas. Sin embargo, una distribución alopátrica de las formas en México logra la mezcla de formas y por tanto se han considerado todas las formas y coloraciones bajo una misma especie, como lo sugieren Labougle (1990) y Williams *et al.*, (2014).

Estatus de conservación: Vulnerable (VU).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Altiplano mexicano, en los altos de Oaxaca, pasando por el centro del país y el Eje Neovolcánico Transversal. También en la Sierra Madre Occidental, desierto de Sonora, Baja California, Nuevo León y Tamaulipas. En el noroeste de la distribución (Baja California y Sonora) se le registra desde el nivel del mar hasta los 1 800 msnm. En la Sierra Madre Occidental se encuentra hasta los 2 500 msnm. En el centro del país se le ve tan bajo como los 300 msnm y tan alto como los 2 400 msnm. En la región sur (Oaxaca) se ubica entre los 1 800 y 2 000 msnm.
Hábitat: Está asociado con pastizales, matorral xerofito, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, de pino-encino y de pino.
Anidación: Nidos usualmente en la superficie de la tierra y raramente bajo tierra. Es una especie muy agresiva al proteger el nido.
Apareamiento: Los machos se congregan en la entrada de los nidos esperando la salida de las hembras.
Características morfológicas macroscópicas:

- Color negro.
- Amarillo en el pronoto, parte anterior del scutum, T2 y T3, así como la región posterior de T1.
- Banda interalar negra.

Hembras

Reinas:

- 20-26 mm.
- Clípeo fuertemente puntuado.
- Espacio malar ocular 10-20% más ancho que largo.
- Espacio entre la base de las alas de 6-8 mm.
- Mesobasitarso poco más de tres veces más largo que ancho.

Obreras:

- 10-19 mm.
- Espacio entre la base de las alas de 6 mm.
- Mesobasitarso casi 4.5 veces más largo que ancho.

Machos

- 13-22 mm.

- Pelos blancos plumosos en el clípeo y tanto arriba como debajo de las antenas.
- Pelos amarillos en la porción superior del mesepisternum y T4.
- Usualmente pelos rojizos a los lados y en la parte posterior de T6 y T7.
- Espacio entre la base de las alas de 4-6 mm.
- Mesobasitarso 4.5 veces más largo que ancho.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 10-20% más ancho que largo.
- Mesobasitarso poco más de tres veces más largo que ancho.

Obreras:

- Mesobasitarso casi 4.5 veces más largo que ancho

Machos

- Mesobasitarso 4.5 veces más largo que ancho.

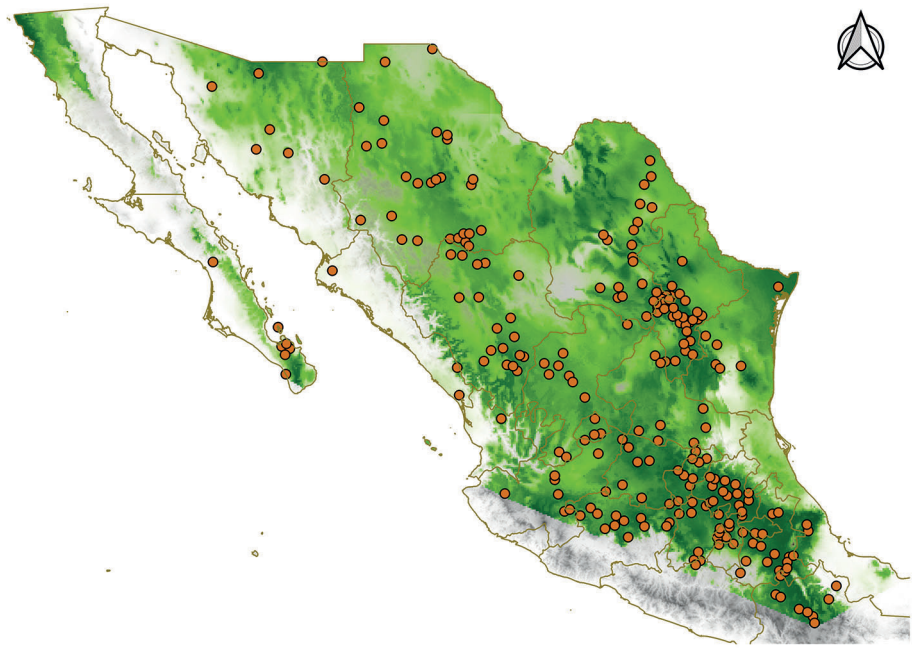


Figura 24. *Mapa de distribución para* B. pensylvanicus



Figura 25. *Ilustración digital de* B. pensylvanicus
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)



Figura 26. *Fotografía de* B. pensylvanicus *(Jones, 2014)*

7. *Bombus pullatus* (Franklin, 1913)

Estatus de conservación: Datos insuficientes (DD).
Tendencia poblacional: Desconocido.
Distribución: Pocos registros para México. Altitudinalmente se encuentra entre 0 y 1 800 msnm.
Hábitat: Debido a su distribución en Centro y Sudamérica se especula que está relacionado con el bosque de niebla y el bosque tropical perennifolio.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

- Reinas y obreras completamente negras.

Hembras
Reinas:

- 20-25 mm.
- Clípeo esporádicamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 7 mm.

Obreras:

- 12-14 mm.

Machos

- 12-20 mm.
- Usualmente una mezcla de pelos largos negros y cortos grises en el vértex y la cara.
- Espacio entre la base de las alas de 4-6 mm.

Características morfológicas microscópicas:
Hembras
Reinas:

- Espacio malar ocular tan ancho como largo.
- Mesobasitarso más de tres veces más largo que ancho.

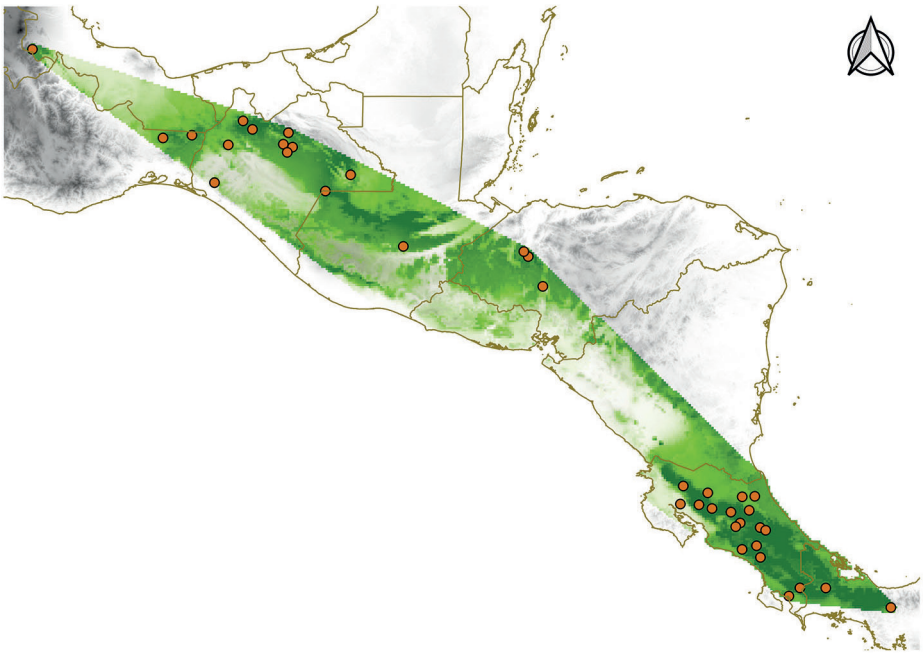


Figura 27. *Mapa de distribución para* B. pullatus



Figura 28. *Ilustración digital de* B. pullatus
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)

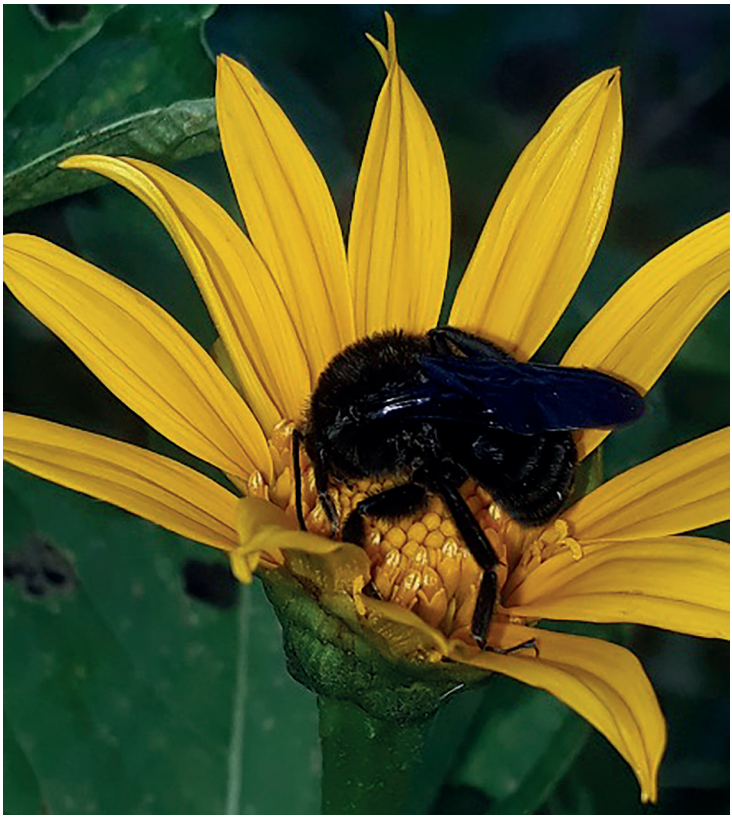


Figura 29. *Fotografía de* B. pullatus *(Zapata, 2018)*

8. *Bombus steindachneri* (Handlirsch, 1888)

Estatus de conservación: En peligro (EN).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Restringido a la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur. En la costa del Pacífico se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2 500 msnm. La distribución en el centro del país es entre los 1 000 y 1 900 msnm.
Hábitat: Principalmente se relaciona con el bosque tropical caducifolio, aunque también se encuentra en el bosque de pino-encino y el bosque espinoso.

Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

- Color negro.
- Amarillo en el dorso del tórax y T3. Así como usualmente una línea en la parte anterior de T2.
- Área lisa/desnuda en el centro del mesoescuto.

Hembras

Reinas:

- 20-25 mm
- Clípeo esporádicamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 8 mm.

Obreras:

- 10-18 mm.

Machos

- 16-18 mm.
- Amarillo en el clípeo, zona subantenal, vértex y parte anterior de T4.
- Espacio entre la base de las alas de 6 mm

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 1.75 a dos veces más ancho que largo.
- Mesobasitarso casi cuatro veces más largo que ancho.

Machos

- Espacio malar ocular ligeramente más ancho que largo.

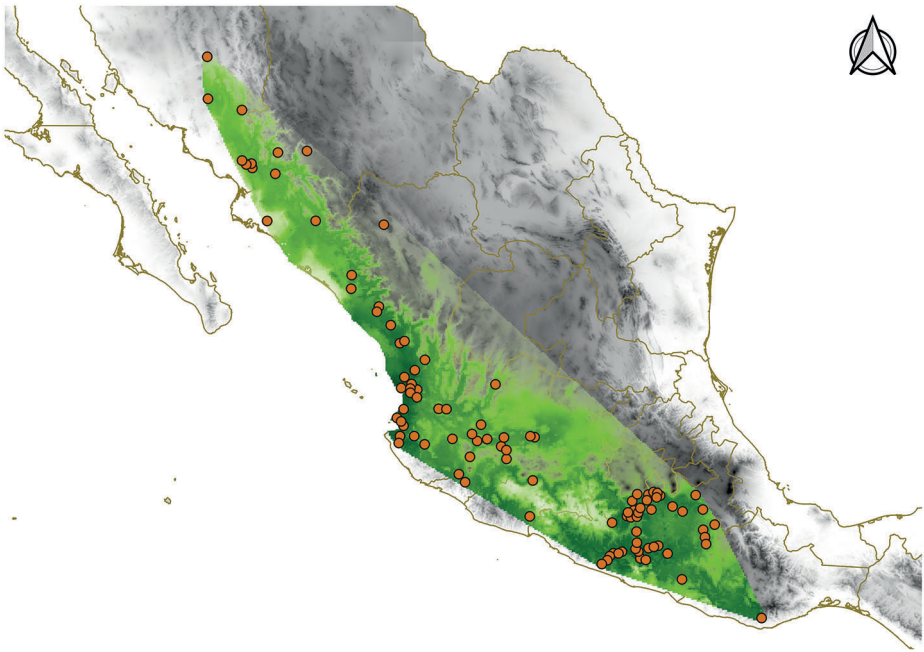


Figura 30. *Mapa de distribución para* B. steindachneri



Figura 31. *Ilustración digital de* B. steindachneri
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)



Figura 32. *Fotografía de* B. steindachneri *(Ayala, 2021a)*

9. *Bombus trinominatus* (Dalla Torre, 1890)

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: Restringida a los altos de Oaxaca y el centro del país entre los 2 700 y 2 850 msnm.
Hábitat: Probablemente relacionado con el bosque de pino-encino.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

- Color negro.
- Amarillo en el margen posterior del vértex, el pronoto, la parte anterior del escudo, T4 y el margen posterior de T3.

Hembras
Reinas:

- 18-20 mm.

- Parte superior de la cabeza con la sección encima de las antenas con mezcla de pelos blancos plumosos, negros y largos.
- Escutelo y parte superior de mesepisterno con pelos amarillos y negros mezclados.
- Banda interalar negra.
- T5 con línea amarilla en el margen posterior.
- T6 casi completamente rojo.
- Clípeo esporádicamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 7 mm.

Obreras:

- 10 mm.
- Coloración similar a la de la hembra, pero sin los pelos blancos en la cara.

Machos

- 12 mm.
- Cabeza con pelos blancos más evidentes que en la reina.
- Pronoto y escudo amarillos. Al igual que T4-T6.
- Escutelo y lados del tórax mayormente negro. Al igual que T1, T2 y porción basal de T3.
- Clípeo uniformemente puntuado.

Características morfológicas microscópicas:

Reinas:

- Espacio malar ocular 10% tan ancho como largo.
- Mesobasitarso poco más de tres veces más largo que ancho.

Obreras:

- Espacio malar ocular 25% más ancho que largo.

Machos

- Espacio malar ocular tan largo como ancho.
- Mesobasitarso cuatro veces más largo que ancho.

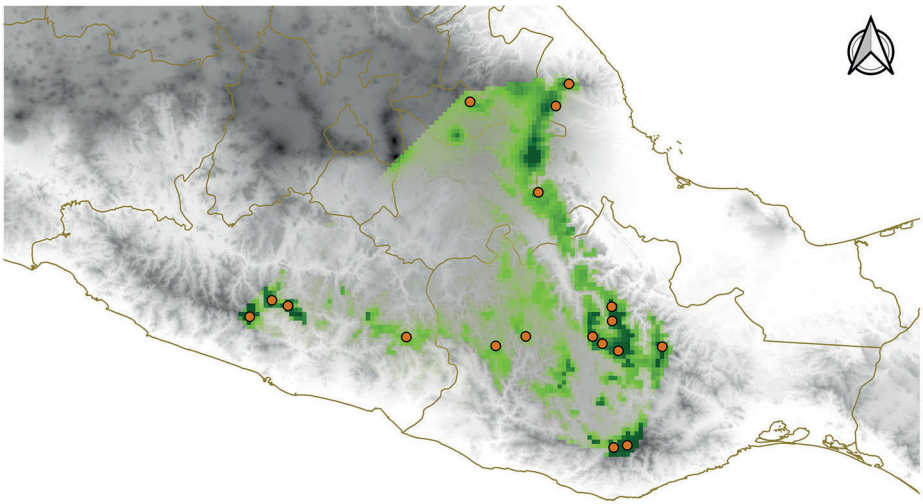


Figura 33. *Mapa de distribución para* B. trinominatus



Figura 34. *Ilustración digital de* B. trinominatus
(ilustración original de Héctor David Jimeno Sevilla)



Figura 35. *Fotografía de* B. trinominatus *(Padilla, 2020)*

10. *Bombus weisi* (Friese, 1903)

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: Montañas de la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur, en el Eje Neovolcánico Transversal, región sur del altiplano mexicano y sobre la Sierra Madre Oriental. Altitudinalmente se le encuentra entre los 2 000 y 3 000 msnm para el Eje Neovolcánico Transversal, Sierra Madre Occidental y Oriental. En el altiplano la altura es menor, oscilando entre 1 300 y 1 450 msnm. En la Sierra Madre del Sur se encuentra entre 1 800 y 2 500 msnm.
Hábitat: La distribución de esta especie corresponde a varios tipos de vegetación. Predominantemente se le asocia con el bosque tropical caduci-

folio y el bosque de pino-encino. Aunque también se le encuentra en matorral xerofito, bosque espinoso y pastizales.

Anidación: Información no disponible.

Apareamiento: Información no disponible.

Características morfológicas macroscópicas:

- Amarillo.
- Negro en la cabeza, margen posterior del pronoto, escudo, mitad del escutelo y de T4 a T6.
- Algunos pelos amarillos en el margen posterior de T5 y T6.

Hembras

Reinas:

- 17-18 mm.
- Mezcla de pelos largos negros con blancos cortos encima de las antenas.
- Pelos amarillos en el vértex.
- En ocasiones los pelos de T1 a T3 son rojizos.
- Clípeo fuertemente puntuado en la parte superior y lateral, pero con el centro casi completamente liso.
- Espacio malar ocular tan largo como ancho.
- Espacio entre la base de las alas de 7 mm.
- Mesobasitarso poco más de tres veces más largo que ancho.

Obreras:

- 12-15 mm.
- Algunas obreras presentan una mezcla de pelos blancos y negros en el clípeo.
- Clípeo liso y más grande que en la reina.
- Espacio malar ocular tan ancho como largo o 20% más ancho que largo.

Machos

- 12 mm.
- Espacio malar ocular de 10 a 20% más ancho que largo.
- Mesobasitarso cuatro veces más largo que ancho.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular tan largo como ancho.
- Mesobasitarso un poco más de tres veces más largo que ancho.

Obreras:

- Espacio malar ocular tan ancho como largo o 20% más ancho que largo.

Machos

- Espacio malar ocular de 10 a 20% más ancho que largo.
- Mesobasitarso cuatro veces más largo que ancho.

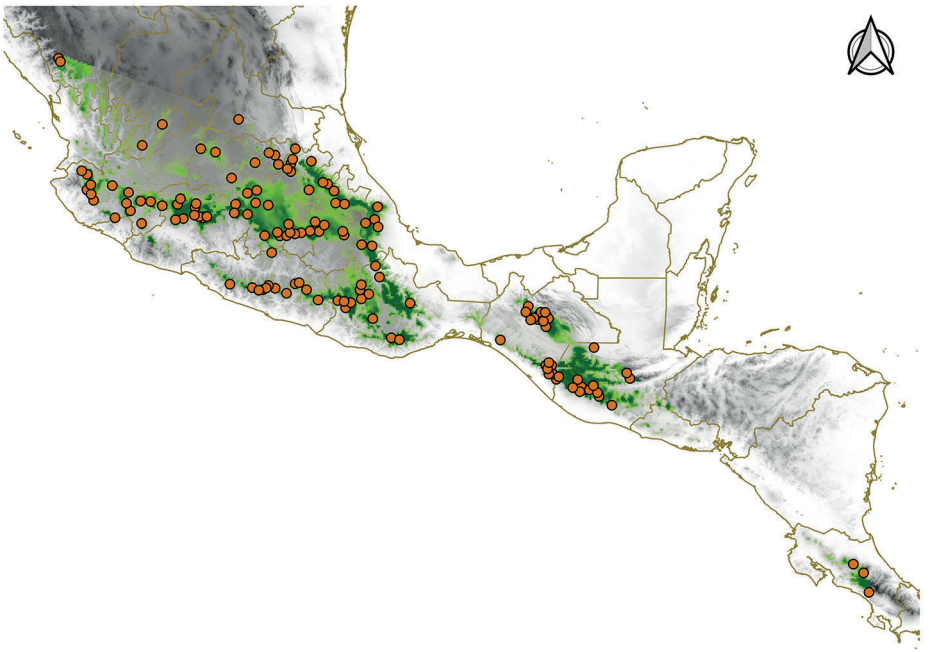


Figura 36. *Mapa de distribución para* B. weisi



Figura 37. *Ilustración digital de* B. weisi *(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)*



Figura 38. *Fotografía de* B. weisi *(Ayala, 2019)*

Subgénero *Psythirus Lepeletier*

11. *Bombus variabilis* (Cresson, 1872)

Estatus de conservación: En peligro crítico (CR).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Cleptoparásita de *Bombus*, aunque no se conoce para qué especies en México.
Hábitat: Pastizales y tierras de cultivo.
Anidación: Especie cleptoparásita de otras especies de *Bombus*.
Apareamiento: Los machos son sociales y recorren circuitos en busca de una reina.
Características morfológicas macroscópicas:

- Pelo del metasoma corto y uniforme.

Hembras

Reinas:

- 18-22 mm.
- Tibia de las patas posteriores densamente poblada de vellos.
- Parte superior del tórax es predominantemente negro.
- Alas de color café oscuro.

Obreras:

- Al ser parásita de otras especies de *Bombus*, no existe la casta obrera.

Machos

- 15-17 mm.
- Ojos de forma y tamaño similares a los de las hembras.

- Antenas medianas con el flagelo tres veces más largo que el escapo.
- Pelo de la cara negro.
- Lados del tórax con muchos pelos negros.
- T4 y T5 metasomal con pelos amarillos.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Tibia de las patas posteriores con la cara exterior convexa.
- T6 brilloso con punciones esporádicas.

Machos

- Antenas medianas con el flagelo tres veces más largo que el escapo.
- La cabeza de la válvula del pene es recta y cuatro veces más larga que ancha.
- El brazo interior del gonostilo presenta vellos largos y ramificados.
- La volsella es suave y pálida.

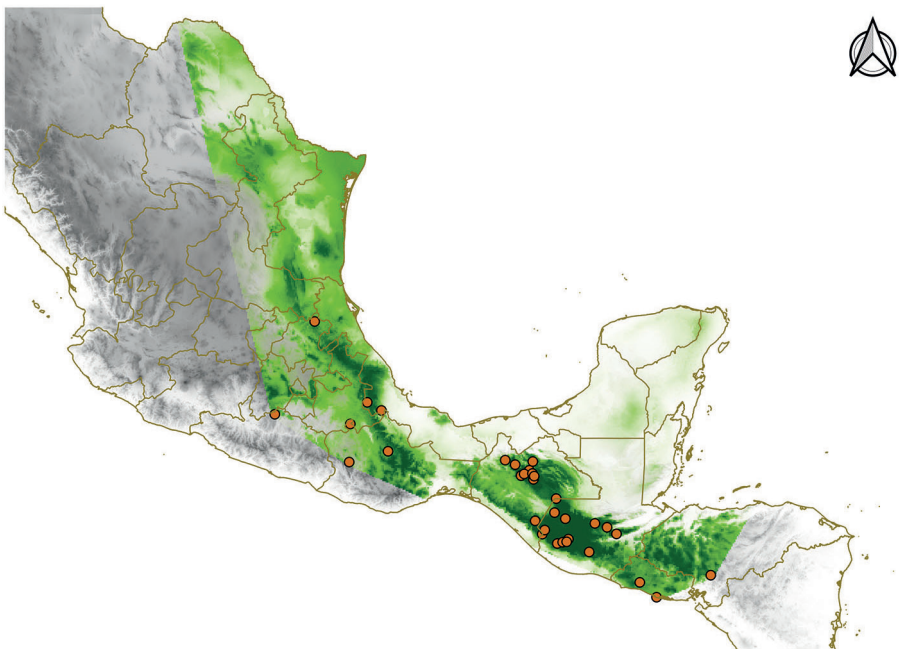


Figura 39. *Mapa de distribución para* B. variabilis



Figura 40. *Ilustración digital de* B. variabilis *(ilustración original de Héctor David Jimeno Sevilla)*



Figura 41. *Fotografía de* B. variabilis *(Ayala, 2016)*

Subgénero *Pyrobombus*

12. *Bombus ephippiatus* (Say, 1837)

Esta especie puede estar constituida por varias poblaciones genéticamente diferenciadas a nivel específico o subespecífico (Duennes *et al.*, 2017).

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: Se le encuentra desde Chihuahua hasta Centroamérica. En el noroeste de México se localiza entre los 1 600 y 2 600 msnm. En la costa del golfo de México entre los 1 000 y 2 400 msnm. En la parte central del país, conformada por el Eje Neovolcánico Transversal y el altiplano mexicano, se le encuentra entre los 1 200 y 3 400 msnm. En la Sierra Madre del Sur está entre los 1 900 y 2 800 msnm. En Chiapas se encuentra entre los 1 200 y 3 900 msnm, aunque algunos individuos han sido registrados a nivel del mar.
Hábitat: Se relaciona principalmente con el bosque de pino-encino y el bosque tropical caducifolio. Aunque en el altiplano mexicano se le encuentra en el matorral xerofito y en la región sur del país en el bosque tropical perennifolio.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.

Características morfológicas macroscópicas:

- Especie sumamente variable en cuanto a su coloración a lo largo de su distribución.
- En general la cabeza y el noto son negros con los lados del tórax amarillos.
- T1 y parte mediobasal de T2 amarillas que contrastan con T4-T6 que son de color negro.
- Los lados de T2 y T3 son negros rojizos.

Hembras

Reinas:

- 16-20 mm.
- Cabeza y noto negro.
- Lados del tórax y T1 amarillos.
- T2 varía de amarillo a rojizo.
- El resto del tergo es de color rojo.
- Algunos individuos cubiertos mediobasalmente con pelos amarillos y rojizos, T3 varía de amarillo a rojo. T4 usualmente negro pero con algo de rojo. T5 y T6 negros.
- Algunas reinas tienen pelos amarillos en las axilas y el centro del pronoto.
- Clípeo fuerte pero moderadamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 6.5 mm.

Obreras:

- Talla similar a la de la reina de Chihuahua a Oaxaca.
- Similares a la reina, pero un poco más amarillas de Chiapas a Panamá.
- Negras, excepto por amarillo en el margen anterior del labro, lados del tórax, axilas, T1 y el centro de T2.
- Algunos especímenes con amarillo en el vértex y pronoto.
- Clípeo no tan fuertemente puntuado como en la reina y más uniforme.

Machos

- 15 mm de Chihuahua a Oaxaca.
- Cara y vértex negros con algunos pelos plumosos blancos.
- Algunos presentan pelos largos amarillos en el margen exterior de la mandíbula.

- Noto es negro con algo de amarillo en el pronoto.
- T1 amarillo algunos con un poco de rojo.
- T2 varía de amarillo a rojo.
- T3 varía de amarillo total a amarillo mediobasal y lados negros.
- T4 negro con el margen anterior amarillo.
- T5 a T7 negro.
- Esternos negros y margen posterior de S6 con amarillo.
- Patas negras con pelos amarillos en los márgenes posteriores de la tibia de Chiapas a Panamá.
- Mezcla de pelos largos simples negros y cortos plumosos amarillos en la cara y vértex.
- Margen exterior de la mandíbula con pelos rojizos.
- Noto con una mezcla de pelos negros y rojizos.
- Lados del tórax y T1 amarillos.
- T2 mayormente amarillo pero los lados de color negro.
- T3 mediobasalmente rojizo.
- Resto del tergo negro T4-T7.
- Patas rojizas.
- Clípeo fino y uniformemente puntuado.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 0.2 a 0.3 veces más ancho que largo.
- Mesobasitarso tres veces más largo que ancho.

Obreras:

- Espacio malar ocular 1.5 veces más ancho que largo.

Machos

- Mesobasitarso cuatro veces más largo que ancho.
- Cápsula genital muy variable morfológicamente.

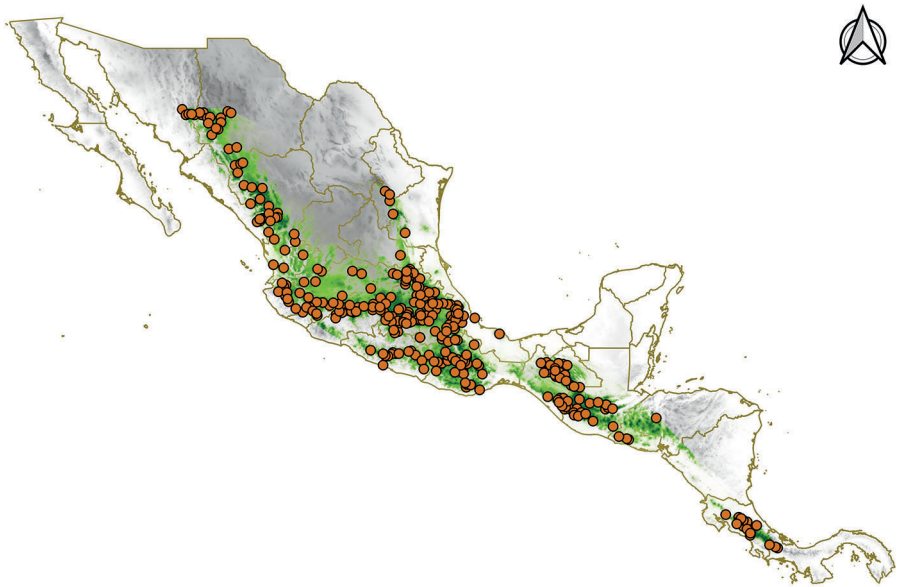


Figura 42. *Mapa de distribución para* B. ephippiatus



Figura 43. *Ilustración digital de* B. ephippiatus
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)



Figura 44. *Fotografía de* B. ephippiatus *(Razo-León* et al.*, 2018)*

13. *Bombus huntii* (Greene, 1860)

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: Restringida al altiplano mexicano y el centro del país. Es la única especie en México que vive a más de 4 000 msnm, encontrándosele entre 3 000 y 4 300 msnm.
Hábitat: Su distribución corresponde a zonas donde el pino es la vegetación dominante.
Anidación: Bajo tierra.
Apareamiento: Los machos recorren circuitos en busca de una reina.
Características morfológicas macroscópicas:

- Reinas y obreras completamente negras.

Hembras
Reinas:

- 15-20 mm.
- Mezcla de pelos amarillos y negros en la cabeza. Amarillo especialmente abundante alrededor de las antenas.
- Tórax amarillo excepto por una ancha línea interalar negra.
- T1 amarillo.
- T2-T4 rojizo o T4 amarillo.
- T5-T6 negro.
- Patas y esternón negros.
- Clípeo esporádico pero fuertemente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 6 mm.
- Basitarso de las patas medias con la esquina más posterior redondeada.

Obreras:

- 11-14 mm.
- Cabeza casi completamente amarilla.
- T4 amarillo.

Machos

- 12 mm.
- Cabeza amarilla.
- T2 y T3 rojizo-ferruginoso.
- Banda interalar más angosta que en las hembras.
- Patas predominantemente amarillas.
- Espacio entre la base de las alas de 4.5 mm.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular tan ancho como largo.
- La tibia de las patas posteriores es aplanada por la cara exterior, sin vellosidades, pero con flecos alargados que forma la corbícula.
- Mesobasitarso poco más de tres veces más largo que ancho.

Machos

- Antenas medianas con el flagelo 2.5-3 veces más largo que el escapo.
- Mesobasitarso casi cinco veces más largo que ancho.

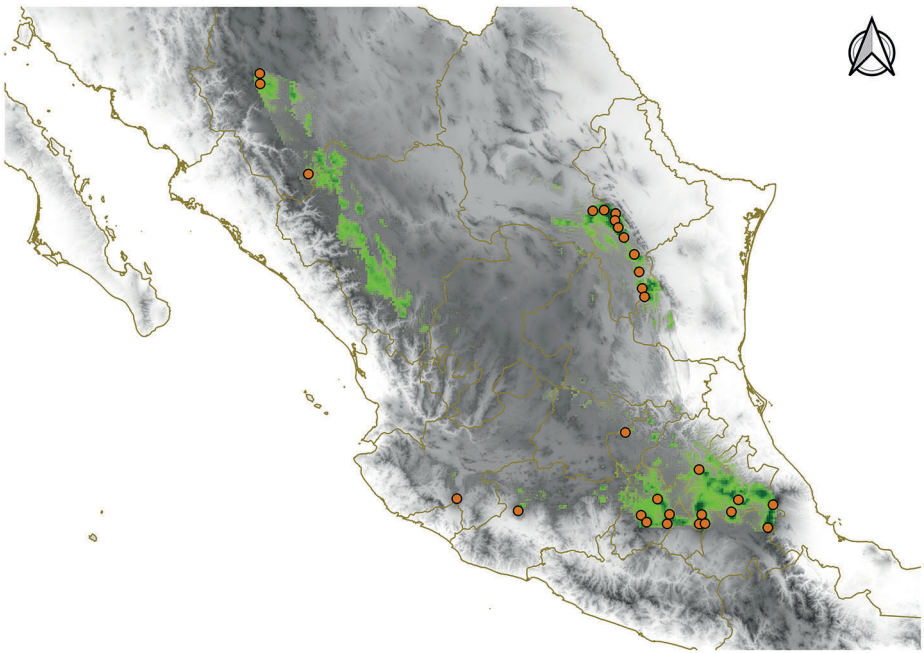


Figura 45. *Mapa de distribución para* B. huntii



Figura 46. *Ilustración digital de* B. huntii *(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)*



Figura 47. *Fotografía de* B. huntii *(Severs, 2019)*

14. *Bombus impatiens* (Cresson, 1863)

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: Especie introducida para la polinización de cultivos, normalmente en invernaderos. Se le asocia en primer lugar con el cultivo de tomate. Nativa de Estados Unidos y Canadá.
Hábitat: Pastizales abiertos, praderas y tierras de cultivo.
Anidación: Nidos bajo tierra.
Apareamiento: Los machos recorren circuitos en busca de una reina.
Características morfológicas macroscópicas:

Hembras

Reinas:

- 21-23 mm.

- Basitarso de las patas intermedias con la esquina posterior redondeada.
- Tibia del tercer par de patas sin vellosidades, pero con flecos largos que forman la corbícula.
- Pelo de la cara color negro.
- Tórax predominantemente amarillo.
- Banda interalar ancha de color amarillo con vellosidades negras entremezcladas.
- T1 metasomal amarillo.
- T2 metasomal normalmente de color negro, así como el resto del abdomen.
- Muy raramente presentan T2 y T3 de color naranja.

Obreras:

- 9-14 mm.
- Cuerpo largo de forma rectangular.

Machos

- 12-14 mm.
- Ojos parecidos en forma y tamaño a las hembras.
- Pelos amarillos debajo de las antenas.
- Patas, parte inferior del metasoma S2 a S6 de con pelos amarillos.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Área óculo malar tan larga como ancha.
- Tibia del tercer par de patas con la cara exterior aplanada.

Machos

- Antenas de longitud mediana, con el flagelo tres veces más largo que el escapo.
- Válvula del pene en forma de hoz, y tres veces más largo que ancho.

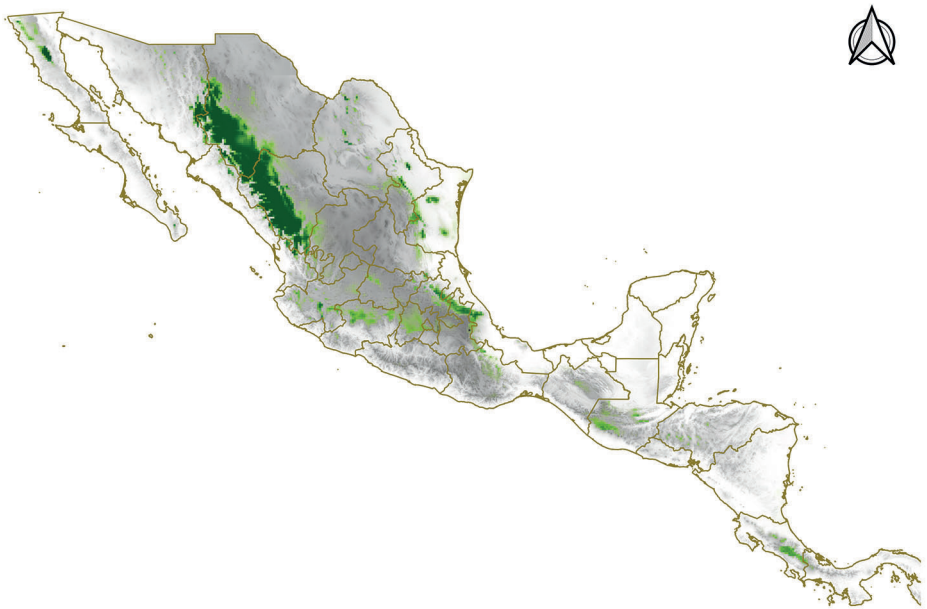


A

Figura 48. *Mapa de distribución para* B. impatiens

No se tienen registros de establecimiento o naturalización de *B. impatiens* en Mesoamérica, pero sí hay registros de escapes de invernaderos, lo cual potencialmente representa una amenaza para el establecimiento de esta especie en la región. Por lo tanto, produjimos dos modelos de idoneidad ambiental para *B. impatiens* en Mesoamérica. En ambos modelos se puede observar que hay varias zonas en la región donde las condiciones climáticas pueden ser favorables para que *B. impatiens* se establezca.

El primer modelo (fig. 48A), que presenta mayor idoneidad ambiental para la región, utiliza las variables Bio 1 (temperatura promedio anual), Bio 2 (promedio anual del rango diurno), Bio 3 (isotermalidad) y Bio 4 (temperatura en las estaciones). El segundo modelo (fig. 48B), que tiene menor idoneidad ambiental para la región, utiliza las variables Bio 1, Bio 2 y Bio 4. El segundo



B

modelo no utilizó la variable Bio 3, ya que esta variable es más útil para predecir la distribución de especies tropicales, insulares o de costa, y además esta variable sobreestima la predicción para la región con base en un análisis de similitud usando ExDet (Mesgaran *et al.*, 2014).

Lo anterior no quiere decir que el modelo no sea válido, sino que hay que tener precaución en asumir que las condiciones ambientales de la región Mesoamericana para la variable Bio 3 son completamente similares a las condiciones ambientales de esta variable en el este de los Estados Unidos, donde *B. impatiens* es nativo. Sin embargo, la distribución natural de *B. impatiens* incluye Florida (Williams *et al*., 2014). Esta península presenta un clima subtropical similar a muchas regiones de Mesoamérica y por lo tanto esto podría indicar que la especie tiene posibilidades de adaptarse a condiciones ambientales tropicales.



Figura 49. *Ilustración digital de* B. impatiens *(ilustración original de Héctor David Jimeno Sevilla)*



Figura 50. *Fotografía de* B. impatiens *(Noble, 2016)*

15. *Bombus melanopygus* (Nylander, 1848)

Estatus de conservación: Preocupación menor.
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: En México esta especie se ha encontrado en la parte norte de Baja California, desde la frontera con Estados Unidos hasta el Parque Nacional San Pedro Mártir. Desde el nivel del mar hasta por encima de los 2 100 m.
Hábitat: En prados abiertos, parques urbanos y jardines, áreas de chaparral y matorral y en praderas de montaña.
Anidación: Es una especie generalista, en cuanto a su elección de sitios de anidación. *B. melanopygus* puede anidar bajo el suelo (por lo regular en nidos abandonados de roedores) o por encima del nivel del piso, en nidos de aves.
Apareamiento: Los machos patrullan en circuitos en busca de reinas.
Características morfológicas macroscópicas:

Hembras

Reinas: 16-19 mm.
Obreras: 10-16 mm.

- Pelo corto y uniforme.
- Cabeza de longitud mediana con el área oculo-malar tan larga como ancha.
- Basitarso medio con el ángulo posterior redondeado.
- Superficie externa de la tibia posterior sin pelos largos, pero con mechones largos a los lados, formando una corbícula o canasta de polen.
- Pelos de la cara y de la parte superior de la cabeza amarillos.
- Parte dorsal del tórax con uns banda frontal pálida con muchos pelos negros densamente entremezclados, igual que en la mitad superior de los lados del tórax.
- Borde frontal de la banda interalar negra no está claramente definido.
- La banda clara en la parte posterior del dorso del tórax variable. Puede ser continuamente amarilla o por lo general dividida por una zona negra parcialmente en un área angosta a lo largo de la línea media.

- Patas posteriores con los pelos de la cobícula negros, cuando mucho con puntas de color naranja.
- T2-3 rojos, algunas veces con pelos negros en la zona media, en ocasiones llegando al borde posterior.
- T4-5 negros, con frecuencia con algo de amarillo.
- Si T2-3 son predominantemente negros, entonces T4-5 son casi completamente amarillos con T5 amarillo en los lados pero negro en medio, con un borde de pelos negos en la parte posterior.

Machos:

- 11-14 mm.
- Ojos similares a los de las hembras.
- Antenas de longitud mediana, flagelo tres veces más largo que el escape.
- Patrón de coloración similar al de las reinas y obreras.
- Parte superior del tórax a veces con la banda negra entre las alas entremezclada con amarillo.
- Rara vez con T4-T7 del metasoma negros.

Características morfológicas microscópicas:

Machos:

- Genitalia del macho con la válvula del pene en forma de hoz, larga y angosta, por lo menos tres veces más larga que ancha, no expandida en la punta; el ángulo de la válvula del pene en la cara inferior de la cubierta y hacia el lado ligeramente más cerca de la base que de la cabeza de la válvula del pene, gonostilo tan largo como ancho, con el borde interior (medial) fuertemente cóncavo.



Figura 51. *Mapa de distribución para* B. melanopygus



Figura 52. *Ilustración digital de* B. melanopygus
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)



Figura 53. *Fotografía de* B. melanopygus *(Elcua, 2021)*

16. *Bombus vosnesenskii* (Radoszkowski, 1862)

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: Se presume que no puede vivir a gran altura al no sobrepasar la Sierra Nevada y las Montañas Rocallosas en Estados Unidos ni la Sierra de Juárez y San Pedro Mártir, en México. Por lo que se mantiene al oeste de estas cordilleras montañosas.
Hábitat: Se le puede encontrar en pastizales, chaparrales, prados de montaña, así como en parques y jardines urbanos.
Anidación: Bajo tierra.
Apareamiento: Los machos recorren circuitos en busca de reinas.
Características morfológicas macroscópicas:
Hembras
Reinas:

- 18-21 mm.
- Área óculo malar tan larga como ancha.
- Basitarso de las patas medias con la esquina más posterior redondeada.
- Tibia de las patas anteriores aplanada por la cara exterior.
- Tibia de las patas anteriores sin vellos, pero con flecos que forman la corbícula.
- Área central e inferior del clípeo con varias perforaciones amplias.
- T3 metasomal de color negro.
- T4 casi totalmente amarillo.
- S2-5 con flecos negros.

Obreras:

- 8-17 mm.

Machos

- 10-15 mm.
- Antenas medianas con el flagelo tres veces más largo que el escapo.
- Coloración similar a las hembras, pero con los lados de T5 metasomal amarillos.
- Cabeza de la válvula del pene en forma de hoz.
- Gonostilo más largo que ancho.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Área óculo malar tan larga como ancha.
- Tibia de las patas anteriores aplanada por la cara exterior.

Machos

- Antenas medianas con el flagelo tres veces más largo que el escapo.
- Cabeza de la válvula del pene en forma de hoz.
- Gonostilo más largo que ancho.

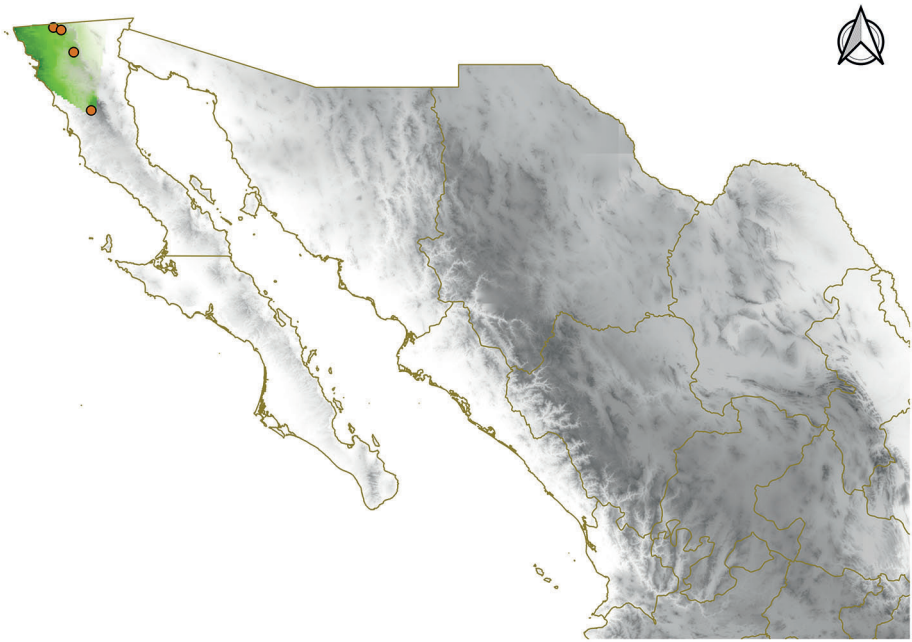


Figura 54. *Mapa de distribución para* B. vosnesenskii



Figura 55. *Ilustración digital de* B. vosnesenskii
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)



Figura 56. *Fotografía de* B. vosnesenskii *(Loarie, 2011)*

17. *Bombus wilmattae* (Cockerell, 1912)

Estatus de conservación: No evaluado (NE).
Tendencia poblacional: Desconocido.
Distribución: Restringida a los Altos de Chiapas y Centroamérica. Se le encuentra entre los 600 y 2 000 msnm.
Hábitat: Se relaciona con el bosque pino-encino y el bosque tropical caducifolio.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

Hembras

Reinas:

- 20 mm.

- El pelo del vértex y la cara son negros o con una ligera mezcla de pelos amarillos.
- Margen anterior del labro con una hilera de pelos rojos.
- Tórax negro. Con el pronoto, lados del tórax y escutelo amarillos o con pelos blancos.
- T1 amarillo o blanco.
- T2 amarillo o blanco medio basalmente y negro en los lados.
- T3 con amarillo o pelos blancos en medio y el resto del tergo negro.
- T4-T6 negros.
- Patas negras.
- Clípeo esporádico pero fuertemente puntuado en el margen superior.
- Espacio entre la base de las alas de 6 mm.

Obreras:

- 10-16 mm.
- Más oscura que la reina.
- No posee pelos amarillos ni blancos debajo de las antenas.

Machos

- 12 mm.
- Pelos amarillos o blanquizcos en el clípeo y gena.
- Mandíbula con pelos largos y rojizos.
- Pelos de los esternos amarillos, a veces amarillos-rojizos, principalmente en S6.
- Clípeo fino y uniformemente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 4 mm.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 25-50% más ancho que largo.
- Mesobasitarso de dos a casi tres veces más largo que ancho.

Machos

- Mesobasitarso cuatro veces más largo que ancho.

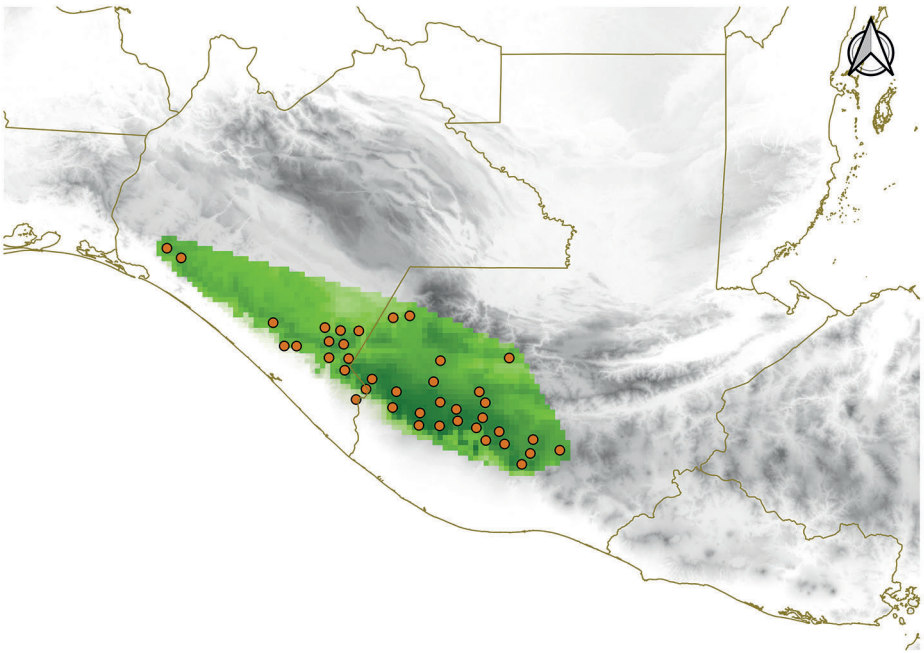


Figura 57. *Mapa de distribución para* B. wilmattae



Figura 58. *Ilustración digital de* B. wilmattae
(ilustración original de Hugo Eduardo Fierros López)

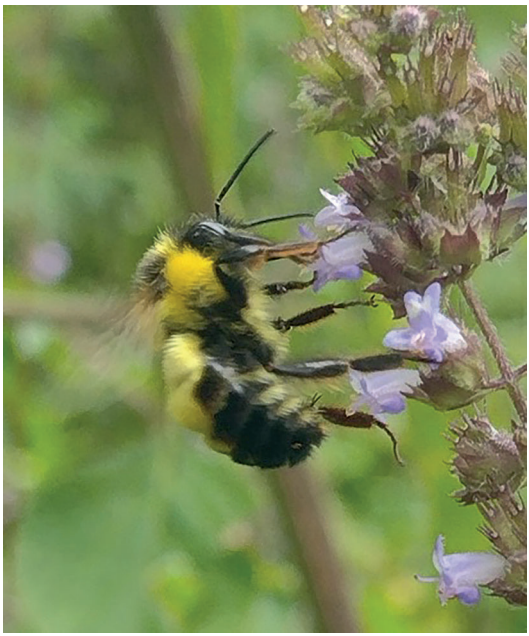


Figura 59. *Fotografía de* B. wilmattae *(Manzano Méndez, 2021)*

Subgénero *Cullumanobombus*

18. *Bombus brachycephalus* (Handlirsch, 1888)

Estatus de conservación: En peligro (EN).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Montañas del centro de México y al norte del istmo de Tehuantepec, entre los 1 000 y 2 700 msnm. Al sur del istmo de Tehuantepec en los Altos de Chiapas, entre los 700 y 2 700 msnm.
Hábitat: Relacionado con el bosque tropical caducifolio y el bosque de pino-encino. En la región sur del país también se relaciona con el bosque tropical perennifolio.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

México central

- Hembras completamente negras, exceptuando T4-T6 de color naranja.
- Además, gris en el vértex y noto enfrente de la tégula.
- Los machos son similares a las hembras, pero los pelos del vértex y el tórax son de una tonalidad más amarilla.
- T7 naranja o rojizo.

Sur de México y Centroamérica.

- Las reinas son de color negro.

- Las obreras pueden ser completamente negras o con T2 amarillo a los lados.
- Algunas veces T5 de color amarillo.
- Los machos son muy variables, algunos completamente negros, excepto amarillo en los últimos dos o tres segmentos laterales.
- Otros con amarillo en el noto, lados del tórax y cada segmento metasomal.

Hembras

Reinas:

- 16-18 mm.
- Clípeo fuerte y densamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 7 mm.

Obreras:

- 14 mm.

Machos

- 16 mm.
- Clípeo alongado, densa y finamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 5 mm.
- Mesobasitarso poco más de cuatro veces más largo que ancho.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 30% más ancho que largo.
- Mesobasitarso de tres a 3.5 veces más largo que ancho.

Obreras:

- Espacio malar ocular variable desde cuadrado hasta 25% más largo que ancho.

Machos

- Espacio malar ocular aproximadamente 30% más largo que ancho.

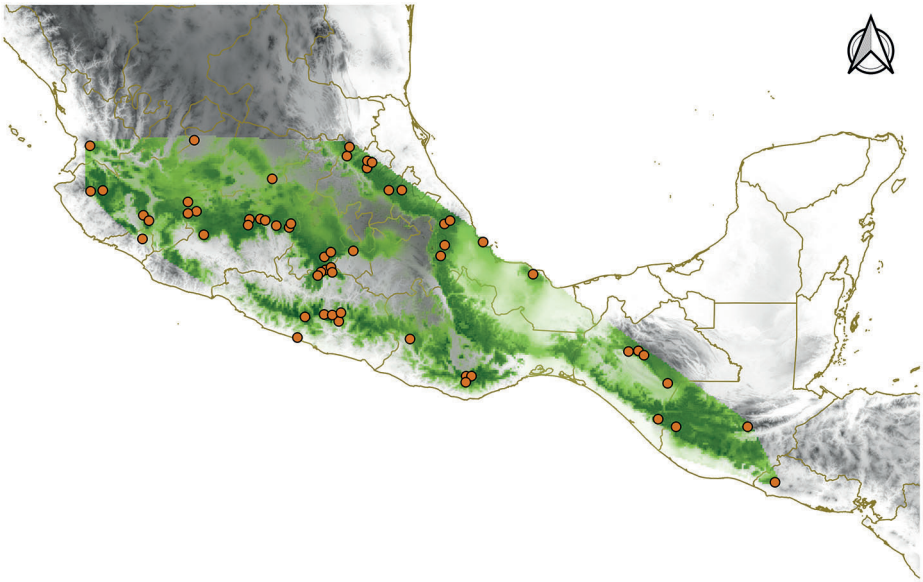


Figura 60. *Mapa de distribución para* B. brachycephalus



Figura 61. *Ilustración digital de* B. brachycephalus
(ilustración original de Héctor David Jimeno Sevilla)



Figura 62. *Fotografía de* B. brachycephalus *(Álvarez Ruiz, 2022)*

19. *Bombus crotchii* (Cresson, 1878)

Estatus de conservación: En peligro (EN).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Restringida a la península de Baja California, especialmente en las regiones de El Progreso y la Sierra de Juárez. Se encuentra predominantemente en California, Estados Unidos. Habita desde el nivel del mar hasta los 2 500 msnm.
Hábitat: Pastizales abiertos y matorrales.
Anidación: Bajo tierra.
Apareamiento: Los machos se perchan y persiguen objetos móviles en busca de una reina.
Características morfológicas macroscópicas:

Hembras

Reinas:

- 20-28 mm.
- Cabeza y tórax de color negro.

- Noto frente a la tégula de color amarillo.
- T1 negro.
- T2 amarillo, pero medio basalmente negro.
- T3-T6 negro. Aunque T5 puede ser rojo.
- Esternos metasomales negros.
- Clípeo moderadamente puntuado, sobre todo en el margen superior y lateral.
- Espacio entre la base de las alas de 6.5 mm.
- Tibia de las patas posteriores sin vellosidades, pero con flecos largos que forman la corbícula.

Obreras:

- 12-20 mm.
- Terga metasomal más variable que en la reina.
- T5-T6 amarillos en el margen posterior.
- T4 algunas veces amarillo.

Machos

- 14-19 mm.
- Cabeza y tórax amarillos.
- Una angosta banda interalar negra.
- Clípeo densa y finamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas 5.5 mm.
- Ojos convergentes en la parte superior, mucho más grandes que los de las hembras.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 30% más ancho que largo.
- Mesobasitarso cuatro veces más largo que ancho.
- Tibia de las patas posteriores con la cara exterior aplanada.

Machos

- Espacio malar ocular 1.5 veces más ancho que largo.
- Mesobasitarso casi seis veces más largo que ancho.
- Antenas largas con el flagelo casi tres veces más largo que el escapo.
- Cabeza de la válvula del pene en forma de hoz.

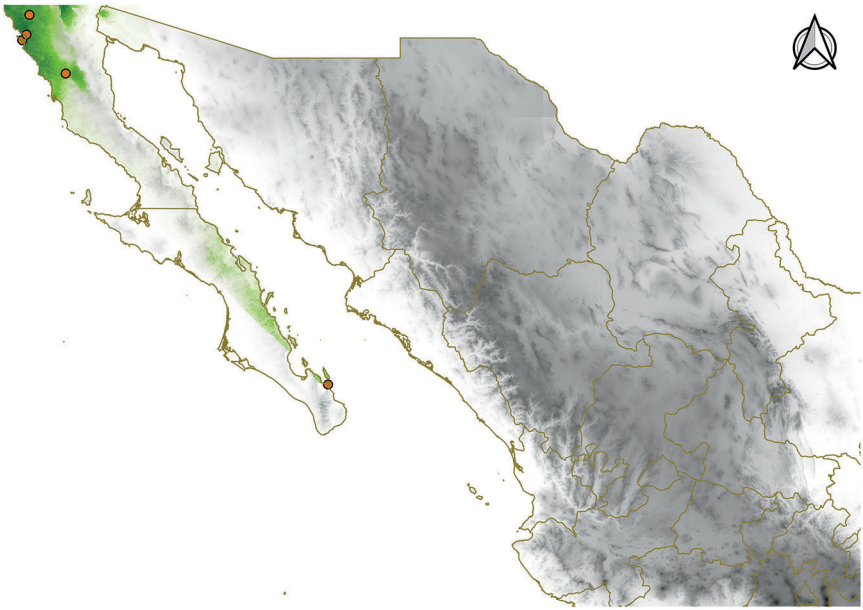


Figura 63. *Mapa de distribución para* B. crotchii



Figura 64. *Ilustración digital de* B. crotchii



Figura 65. *Fotografía de* B. crotchii *(Abela, 2017)*

20. *Bombus fraternus* (Smith, 1854)

Estatus de conservación: En peligro (EN).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Información no disponible.
Hábitat: Pastizales y jardines urbanos.
Anidación: Bajo tierra.
Apareamiento: Los machos recorren circuitos en busca de una reina.
Características morfológicas macroscópicas:

Hembras

Reinas:

- 25-27 mm.
- Cara corta.
- Área óculo malar bastante más corta que ancha.
- Tibia de las patas posteriores con la cara exterior aplanada.

- Tibia de las patas posteriores sin vellosidades, pero con flecos alargados que forman la corbícula.
- Tórax totalmente negro.
- T1 y T2 metasomales amarillos.
- T3 negro.
- El metasoma es de forma casi rectangular y de aspecto aplanado.
- Mandíbula de las hembras con una pequeña muesca anterior al primer diente.

Obreras:

- 15-19 mm.

Machos

- 22-25 mm.
- Ojos mucho más grandes que los de las hembras.
- Antenas largas con el flagelo casi tres veces más largo que el escapo.
- Cabeza amarilla.
- Área interalar de color amarillo.
- Cabeza de la válvula del pene en forma de hoz.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Área óculo malar bastante más corta que ancha.
- Tibia de las patas posteriores con la cara exterior aplanada.
- Mandíbula de las hembras con una pequeña muesca anterior al primer diente.

Machos

- Antenas largas con el flagelo casi tres veces más largo que el escapo.
- Cabeza de la válvula del pene en forma de hoz.

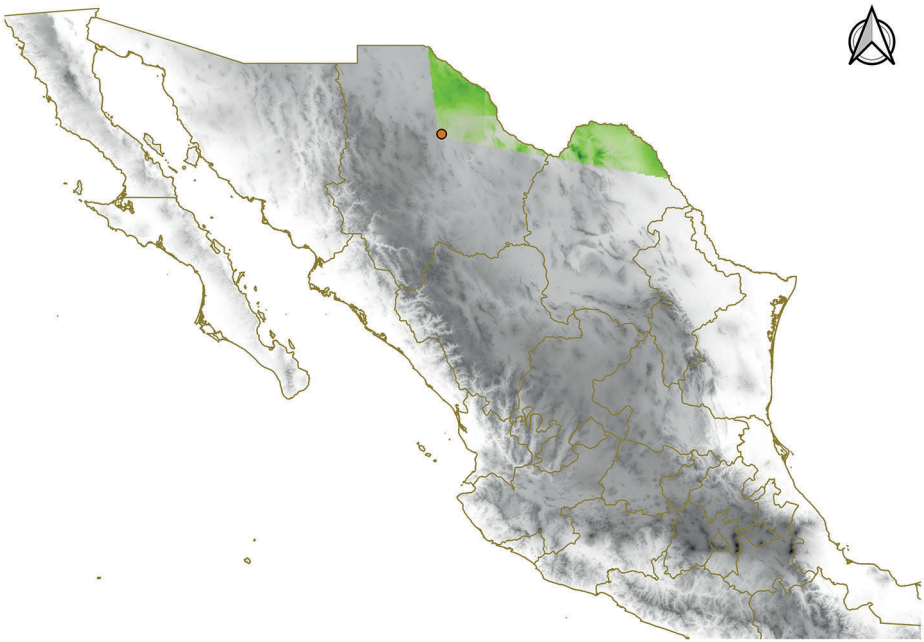


Figura 66. *Mapa de distribución para* B. fraternus



Figura 67. *Ilustración digital de* B. fraternus



Figura 68. *Fotografía de* B. fraternus *(Lasley, 2019)*

21. *Bombus haueri* (Handlirsch, 1888)

Estatus de conservación: En peligro (EN).
Tendencia poblacional: Disminuyendo.
Distribución: Se le encuentra en altiplano mexicano, las montañas adyacentes y el centro del país. Ubicándose entre los 1 700 y 2 500 msnm.
Hábitat: Se asocia con pastizales abiertos y con el bosque de pino.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

Hembras

Reinas:

- 18-22 mm.
- Cabeza y tórax de color negro.
- Noto frente a la tégula y escutelo de color amarillo.
- Banda inter alar negra.

- T1-T2 amarillos.
- T3-T6 rojizos.
- Esternos de color negro.
- Clípeo fuerte y densamente puntuado, especialmente en el margen superior y laterales.
- Espacio entre la base de las alas de 8 mm.

Obreras:

- 12 mm.
- Terga metasomal más variable que en la reina.
- T5-T6 amarillos en el margen posterior.
- T4 algunas veces amarillo.

Machos

- 14-16 mm.
- T3 basalmente amarillo.
- Coloración rojiza menos intensa.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 30 a 40% más ancho que largo.
- Meso basitarso casi cuatro veces más largo que ancho.

Machos

- Espacio malar ocular cuatro veces más ancho que largo.

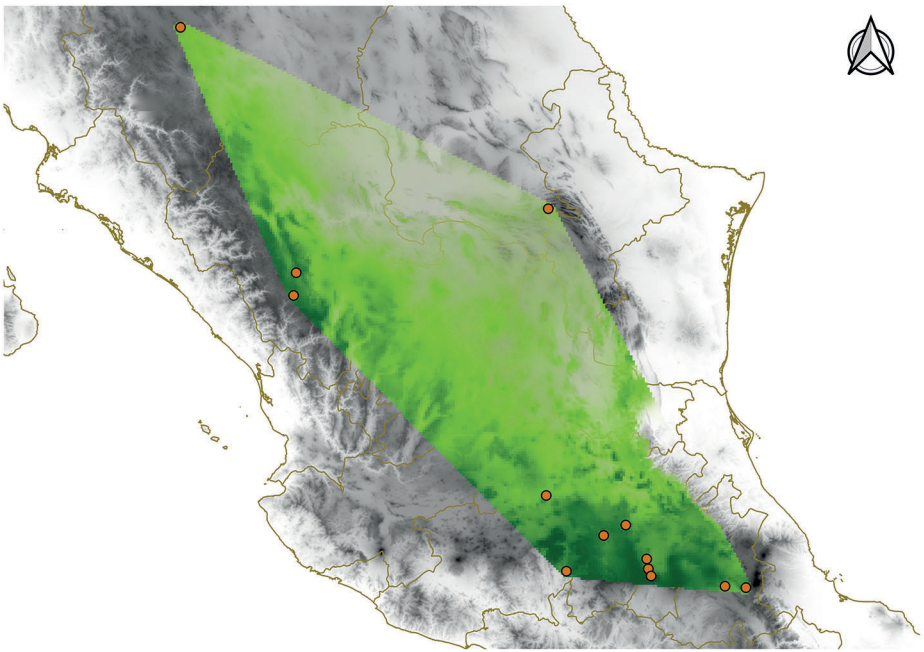


Figura 69. *Mapa de distribución para* B. haueri

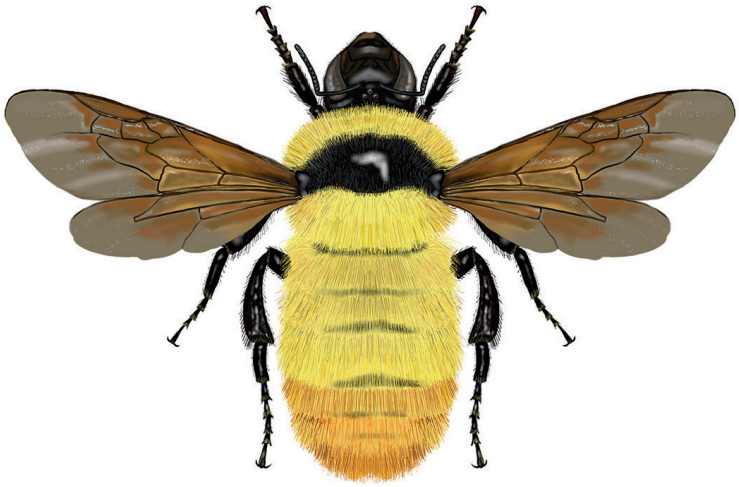


Figura 70. *Ilustración digital de* B. haueri

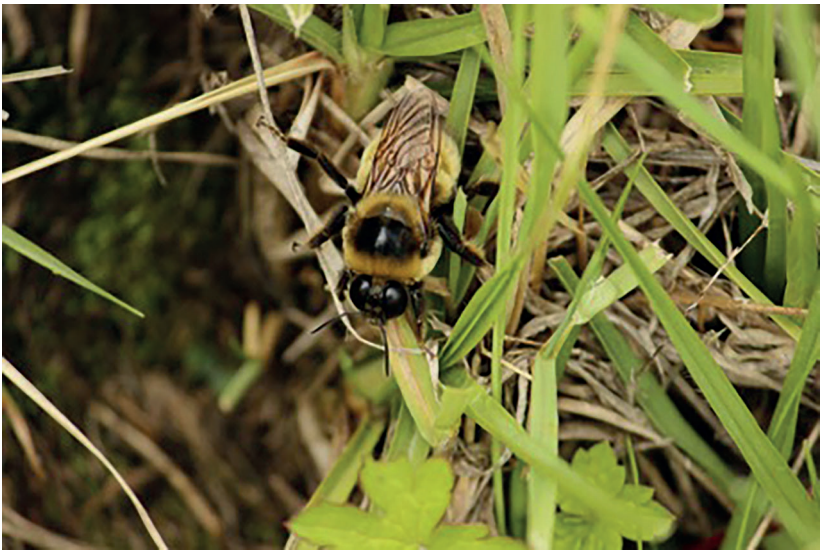


Figura 71. *Fotografía de* B. haueri *(cerezobedolla, 2020)*

22. *Bombus macgregori* (Bougle y Ayala, 1985)

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: En el sur del país, principalmente en la Sierra Madre del Sur. Localizándose por encima de los 2 000 msnm.
Hábitat: Relacionado fuertemente con los bosques de *Abies* (oyamel), los cuales pueden estar entremezclados con bosques de pino y deciduos.
Anidación: Información no disponible.
Apareamiento: Información no disponible.
Características morfológicas macroscópicas:

Hembras

Reinas:

- 20 mm.
- Cabeza color negro y en ocasiones con pocos pelos blancos en el vértex alrededor de las antenas.
- T1 y margen anterior de T2 negro.
- Resto del metasoma de pelos blancos.

- Clípeo fuerte y densamente puntuado, en especial en el margen superior y laterales.
- Espacio entre la base de las alas de 7.5–8 mm.

Obreras:

- 11 mm.
- T2 y margen anterior de T3 negro.
- Resto del metasoma de pelos blancos.

Machos

- 14 mm.
- Cabeza con una mezcla de pelos negros y blancos.
- Tórax negro, pero con algunos pelos grises, especialmente a los lados.
- Metasoma como el de las obreras.
- Clípeo densa, fina y uniformemente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 5 mm.

Características morfológicas microscópicas:

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 25 a 50% más ancho que largo.
- Mesobasitarso de tres a casi cuatro veces más largo que ancho.

Obreras:

- Espacio malar ocular tan largo como ancho.

Machos

- Espacio malar ocular 25% más ancho que largo cuando mucho.
- Mesobasitarso seis veces más largo que ancho.

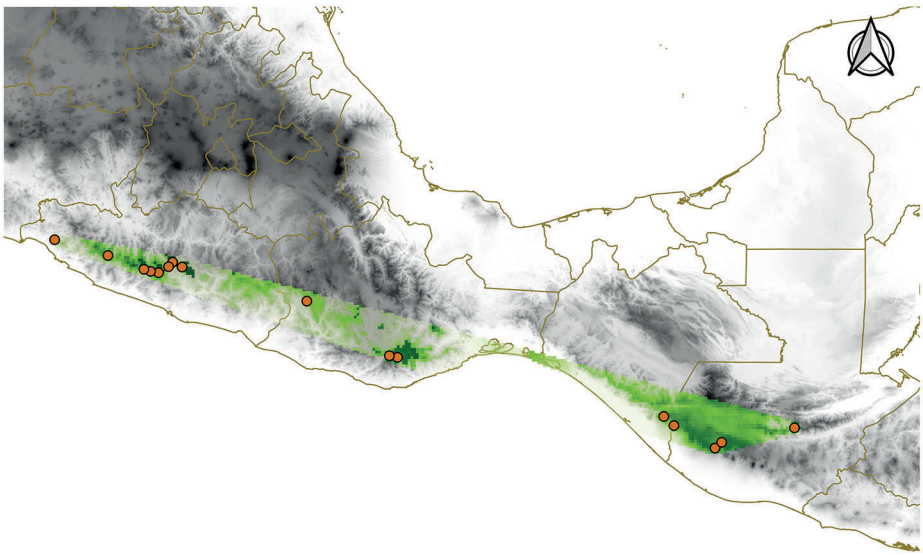


Figura 72. *Mapa de distribución para* B. macgregori



Figura 73. *Ilustración digital de* B. macgregori
(ilustración original de Héctor David Jimeno Sevilla)



Figura 74. *Fotografía de* B. macgregori *(González, 2019)*

23. *Bombus rufocinctus* (Cresson, 1863)

Estatus de conservación: Preocupación menor (LC).
Tendencia poblacional: Estable.
Distribución: La gran mayoría de los registros son del Eje Neovolcánico Transversal, aunque se ha encontrado también en la región sur del país. Altitudinalmente corresponde entre los 2 000 y 4 000 msnm.
Hábitat: Se encuentra principalmente en el bosque de pino.
Anidación: Nidos en la superficie o sobre tierra.
Apareamiento: Los machos se perchan y persiguen objetos móviles en busca de una reina con la que aparearse.
Características morfológicas macroscópicas:

- Una misma colonia suele tener individuos con patrones de color distintos.

Hembras
Reinas:

- 14-18 mm.
- Cara corta.
- Cabeza negra con algunos pelos amarillos en el vértex y alrededor en las antenas.
- Pronoto, escutelo y lados del tórax amarillos.
- Escudo negro.
- T1 amarillo.
- T2-T4 rojizos con algunos pelos amarillos.
- T5-T6 negros.
- Esternos y patas blancas.
- Clípeo esporádico y finamente puntuado.
- Espacio entre la base de las alas de 7 mm.
- Basitarso de las patas medias con la esquina más posterior redondeada.
- Tibia de las patas anteriores sin vellosidades, pero con flecos alargados que forman la corbícula.
- Cuerpo con forma globular.

Obreras:

- 9-13 mm.
- Similar a la reina.
- Cabeza negra.
- T2 casi completamente amarillo.

Machos

- Ojos ligeramente convergentes en la parte superior y un poco agrandados en comparación con las hembras.
- Banda inter alar con vellos amarillos.

Características morfológicas microscópicas:

- Mandíbula con una muesca muy pequeña frente al último diente.

Hembras

Reinas:

- Espacio malar ocular 50% más ancho que largo.
- Mesobasitarso tres veces más largo que ancho.
- Tibia de las patas anteriores con la cara exterior aplanada.

Machos

- Antenas medianas con el flagelo tres veces más largo que el escapo.
- Cabeza de la válvula del pene en forma de hoz.

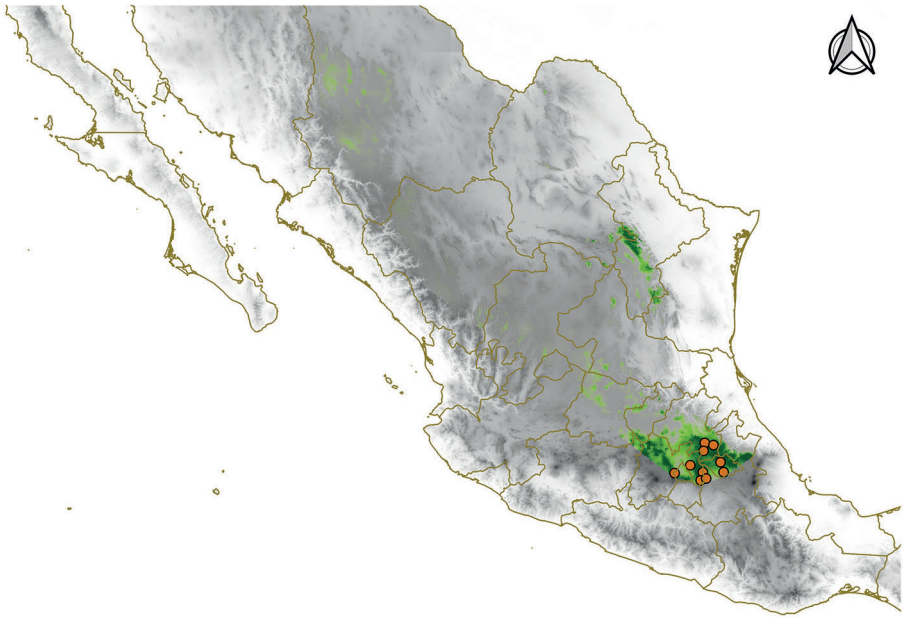


Figura 75. *Mapa de distribución para* B. rufocinctus

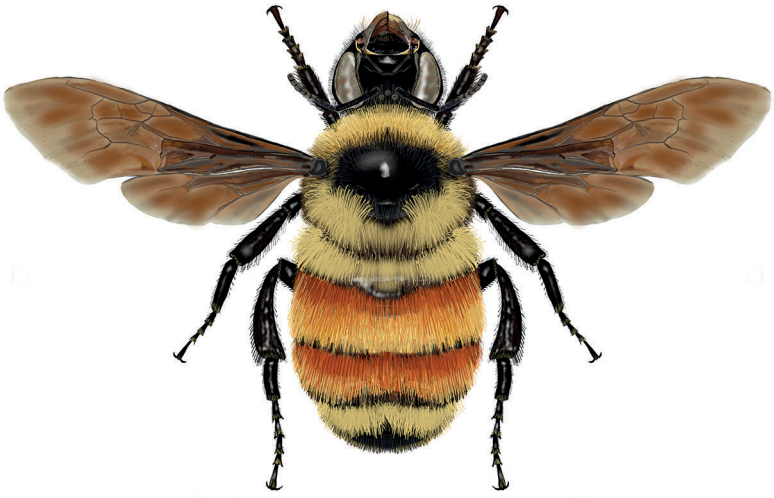


Figura 76. *Ilustración digital de* B. rufocinctus



Figura 77. *Fotografía de* B. rufocinctus *(Holm, 2015)*

Clave para la determinación de las especies del género *Bombus* en México

Es importante separar los ejemplares que queremos determinar primero por subgénero. Los criterios para determinar subgéneros están adaptados de Williams *et al.* (2008, 2014).

Para determinar los machos es imprescindible la extracción de la genitalia para hacer visibles las volsellas, gonostilos, valvas del pene y espata. Esto se logra utilizando un alfiler que se desliza entre el último tergito y el último esternito (las primeras veces es recomendable realizar la operación bajo lupa binocular).

Para las hembras, los criterios adaptados de Williams *et al.* (2008) para determinar subgéneros a veces no permiten determinar las obreras, especialmente a los individuos pequeños.

En la clave de especies que sigue, los criterios de patrón de color se refieren a ejemplares de México. Pueden diferir de los utilizados en la clave de abejorros de Norteamérica de Williams *et al.* (2014) (ej. *B. rufocinctus*, *B. fervidus*).

Hembras

❖ *Diferentes "formas" dentro de ciertas especies*

B. (Cullumanobombus) ***brachycephalus*** *s.s.* norte del istmo de Tehuantepec (IT): toda la pilosidad negra excepto T5-6, que tienen pelos rojos.
B. (Cullumanobombus) ***brachycephalus*** *krusemani* sur del IT = cabeza y mesosoma negros, color de los tergitos variable, que va desde todo negro (especialmente reinas) hasta en gran parte amarillo en T1, T2 o T3 o también T1-4 negro y T5-6 rojo (raro).

B. (Pyrobombus) ***ephippiatus*** norte del IT, vertiente pacífico = con rojo al menos en T2-3.
B. (Pyrobombus) ***ephippiatus*** norte de IT, vertiente del golfo y sur del IT, Chiapas = con o sin rojo en T2-3, casi siempre al menos algunos pelos rojo oscuro mezclados con pelos negros.

B. (Thoracobombus) ***trinominatus*** *s.s.* norte del IT (Guerrero-Oaxaca-Veracruz) = escudo sin banda interalar de pelos negros.
B. (Thoracobombus) ***trinominatus*** *"xelajuensis"* sur del IT (Chiapas-Guatemala) = escudo con una banda interalar de pelos negros.

B. (Thoracobombus) ***pensylvanicus*** *s.s.* norte y sur del IT (Oaxaca-Puebla-Chiapas) = escutelo con pelo negro y con poco o sin pelo amarillo, por lo tanto, sin banda interalar.

B. (Thoracobombus) ***pensylvanicus*** *sonorus* norte del IT = pelo del escutelo todo amarillo, por lo tanto, con banda interalar.

B. (Thoracobombus) ***fervidus*** *sonomae* norte del IT = escutelo pelo amarillo, raramente descolorido. Banda interalar generalmente evidente; T2-4 pelos amarillos.
B. (Thoracobombus) ***fervidus*** *californicus*, en México restringido a Baja California = solo pronoto, escuto anteriormente y T4 con pelo amarillo, por lo tanto no se presenta banda interalar.

❖ *Grupos de especies con patrón de color similar*

Grupo 1: especies completamente negras.
B. (Cullumanobombus) ***brachycephalus*** (parte), al sur del IT
B. (Thoracobombus) ***pullatus***

Grupo 2: mesosoma negro; al menos un tergito amarillo
o los últimos tergitos rojos o blancos.
B. (Cullumanobombus) ***brachycephalus*** (parte) al sur y norte del IT
B. (Cullumanobombus) ***macgregori***
B. (Thoracobombus) ***diligens***
B. (Thoracobombus) ***mexicanus***

Grupo 3: mesosoma sin banda interalar, con amarillo restringido al pronoto y/o al escudo frente al nivel de la tégula. Metasoma con al menos T1 negro.
B. (Cullumanobombus) ***crotchii***
B. (Pyrobombus) ***vosnesenski*** (en México, restringido a BC)
B. (Thoracobombus) ***fervidus californicus*** (en México, restringido a BC)
B. (Thoracobombus) ***pensylvanicus*** (parte)

Grupo 4: mesosoma con banda interalar; al menos T1 amarillo.
B. (Bombias) ***nevadensis***
B. (Cullumanobombus) ***fraternus***
B. (Cullumanobombus) ***rufocinctus*** (Puebla)

B. (Pyrobombus) ***melanopygus*** (en México, restringido a BC)
B. (Pyrobombus) ***wilmattae***
B. (Thoracobombus) ***fervidus sonomae*** (parte)
B. (Thoracobombus) ***pensylvanicus sonorus***

Grupo 5: mesosoma con banda interalar; al menos T1 y T2 negro.
B. (Thoracobombus) ***medius***
B. (Thoracobombus) ***trinominatus*** (parte), sur del IT

Grupo 6: mesosoma (pronoto y escuto) completamente amarillo.
B. (Thoracobombus) ***steindachneri***
B. (Psithyrus) ***variabilis***
B. (Pyrobombus) ***impatiens***

Clave para reinas y la mayoría de las obreras

1) – Basitarso posterior con la superficie externa fuerte y uniformemente convexa, cubierta de manera uniforme y densa de pelos fuertes en toda su superficie; rastelum (margen apical interno de la tibia posterior) ausente; S6 con quillas ventro-laterales . . . . . ***B. (Psithyrus) variabilis***

– Basitarso posterior con la superficie externa ancha, casi plana, sin pilosidad en el disco; rastelum presente; S6 sin quillas ventro-laterales **2**

2) – mandíbula con quilla anterior no alcanzando y separada del margen distal (fig. 78); diámetro del ocelo lateral (OL) siempre cerca de una cuarta parte o más que la distancia que separa el OL del margen interno del ojo . . . . . ***B. (Bombias) nevadensis***

– mandíbula con quilla anterior alcanzando y continua con el margen distal **3**



Figura 78. *Mandíbula izquierda (Williams* et al.*, 2008)*



Figura 79. *Mandíbula izquierda (Williams* et al.*, 2008)*

3) – Mesobasitarso agudo apicalmente, la esquina posterior distal se extiende para formar un ángulo agudo de 45° o menos, a menudo proyectado como un diente estrecho o una espina; este carácter se puede ver utilizando un alfiler; puede ser menos pronunciado en individuos pequeños (fig. 81); área malar usualmente larga, más larga que ancha o tan larga como ancha ..... ***B. (Thoracobombus)***

– Mesobasitarso romo o redondeado apicalmente, formando un ángulo de más de 45° y sin dientes ni espinas estrechas (fig. 80); área malar usualmente corta, más ancha que larga o tan larga como ancha **4**

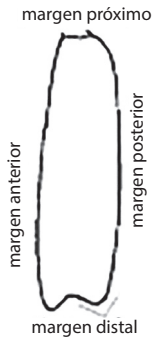


Figura 80



Figura 81

4) – * Reina: ocelo mediano sobre o por debajo de la línea virtual que une la distancia más corta entre los ojos compuestos; el diámetro de los ocelos laterales más de la mitad de la distancia que separa el ocelo lateral del margen interno del ojo (fig. 82);

* Obrera: ocelo mediano sobre o justo encima de la línea virtual que une la distancia más corta entre los ojos compuestos pero los ocelos laterales siempre están debajo de la línea virtual que une los límites superiores de los ojos compuestos (fig. 83); diámetro del ocelo lateral usualmente menos ojo . . . . . ***B. (Cullumanobombus s.l.)***

Ejemplo: obrera de *B. rufocinctus* de Puebla, que tiene la distancia más corta entre el ocelo lateral y el ojo compuesto menor que el doble del diámetro del ocelo lateral (x = 2.26)



Figura 82. B. (Cullumanobombus) rufocinctus, *reina*

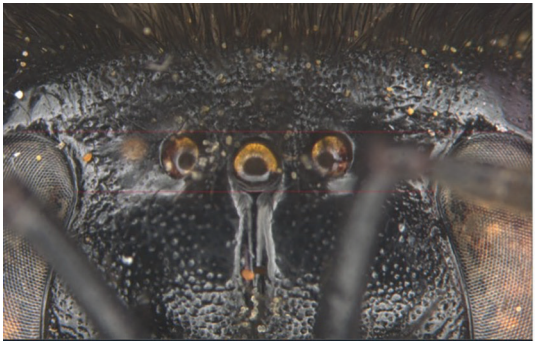


Figura 83. B. (Cullumanobombus) rufocinctus, *obrera*

– * Reina: ocelo mediano puede estar ligeramente sobre la línea virtual que une la distancia más corta entre los ojos compuestos; el diámetro de los ocelos laterales menos o igual a la mitad de la distancia que separa el ocelo lateral del margen interno del ojo (fig. 84)

* Obrera: ocelo mediano por encima de la línea virtual que une la distancia más corta entre los ojos compuestos y los ocelos laterales siempre están por encima de la línea virtual que une los límites superiores de los ojos compuestos (fig. 85) . . . . . ***B. (Pyrobombus)***

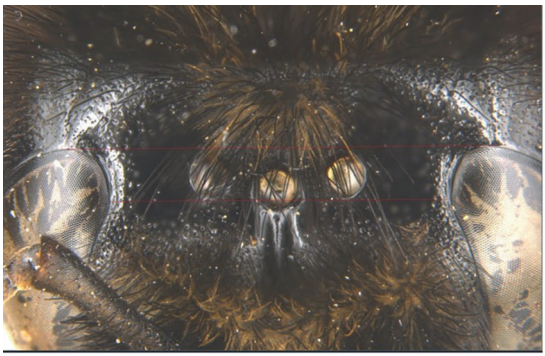


Figura 84. B. (Pyrobombus) huntii, *reina*

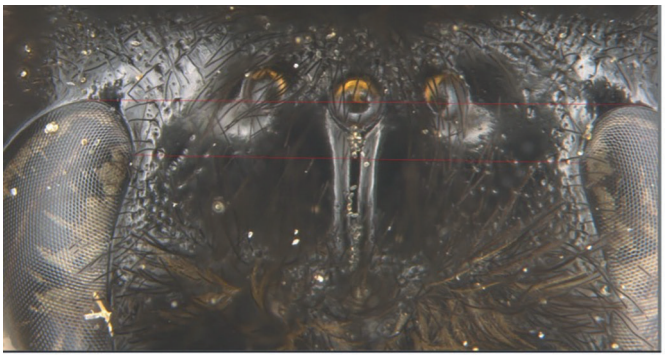


Figura 85. B. (Pyrobombus) huntii, *obrera*

Subgénero *Bombias (nevadensis, auricomus)*

Colectado raramente en México y muy lejos de la distribución conocida para Estados Unidos de América. La forma que hemos visto del centro de México (Puebla) se determina como *B. nevadensis* Cresson, 1874 (det. por P. H. Williams, 2016). Williams *et al.* (2014) reconocen dos especies:

– ***B. nevadensis*** (Cresson, 1874) = parte dorsal del tórax con o sin banda interalar, algunas veces enteramente con pilosidad amarilla.
– ***B. auricomus*** (Robertson, 1903) = parte dorsal del tórax con o sin banda interalar, nunca enteramente con pilosidad amarilla.



Figura 86. B. nevadensis, *Estados Unidos, Arizona, col. NCBNaturalist*



Figura 87. B. auricomus, *Estados Unidos, Delaware, col. Van Asperen*

Subgénero *Thoracobombus (diligens, fervidus, medius, mexicanus, pensylvanicus, pullatus, steindachneri, trinominatus, weisi)*

1) – Mesopleura con pilosidad oscura 2
– Mesopleura con pilosidad clara 10

2(1) – Tórax con al menos alguna parte clara 3
– Tórax negro 12

3(2) – Banda interalar presente 4
– Banda interalar ausente 7

4(3) – T1-2 amarillos 5
– T1-2 negros 6

5(4) – T1-4 amarillos; área malar obviamente más larga que en *B. pensylvanicus s.l.* . . . . . ***B. fervidus sonomae***
– T1-3 amarillos, T4 negro; área malar más corta que en *B. fervidus* . . . . . ***B. pensylvanicus sonorus***

6(4) – T3 amarillo, T4 negro . . . . . ***B. medius***
– T3 negro o amarillo, T4 amarillo (Chiapas y Guatemala) . . . . . ***B. trinominatus "xelajuensis"***

7(3) – Collar, escudo y escutelo amarillos, T3 amarillo, resto del metasoma negro . . . . . ***B. steindachneri***
– Escutelo con pelos negros, a veces mezclados con pelos amarillos o rojos 8

8(7) – Alas negras; T4 negro; pilosidad corta, de longitud regular . . . . . ***B. pensylvanicus*** s.s.
– Alas hialinas; T4 amarillo, pilosidad hirsuta 9

9(8) – Alas hialinas, más o menos infuscadas apicalmente; T4-5 amarillos, pilosidad hirsuta (Oaxaca y Guerrero) . . . . . ***B. trinominatus*** (parte)
– Alas hialinas infuscadas, área malar larga; solo T4 amarillo, pilosidad de longitud mediana (Baja California) . . . . . ***B. fervidus californicus***



Figura 88. B. fervidus californicus, *California*



Figura 89. B. trinominatus, *Oaxaca*

10(1) – T1-4 amarillos, área malar cerca de 1.7 veces más larga que ancha; patrón torácico de coloración muy variable, por lo regular con banda interalar, algunas veces el escuto con pilosidad enteramente clara; esta forma posiblemente no está presente en México . . . . . ***B. fervidus*** ("forma de Estados Unidos")

– T1-3 amarillos, T4 negro, algunas veces con algunos pelos claros; área malar de 1.7 a 1.3 veces más larga que ancha; banda interalar ausente 11

11(10) – T2 brillante con puntuación bien definida e interespaciado liso; T3 con al menos algunos pelos negros visibles lateralmente desde arriba; área malar < 1.6 tan largo como ancho . . . . . ***B. weisi "B"***

– T2 opaco con interespaciado con apariencia de empedrado y puntuación difusa; T3 con pilosidad amarilla en toda la superficie; área malar > 1.5 más larga que ancha . . . . . ***B. weisi "A"***

12(2) – Enteramente negro . . . . . ***B. pullatus***
– Con al menos algunos pelos amarillos o rojos en el metasoma . . 13

13(12) – T 4-5 rojizos, área malar mucho más larga que ancha . . . . . ***B. diligens***
– T 4-5 negros, área malar casi tan larga como ancha . . ***B. mexicanus***

Subgénero *Cullumanobombus (brachycephalus, crotchii, fraternus, haueri, macgregori, rufocinctus)*

1) – Mesopleura con pilosidad negra **2**
– Mesopleura con pilosidad clara **5**

2(1) – Mesosoma dorsal con pilosidad negra **3**
– Mesosoma dorsal con pilosidad amarilla en el pronoto y en la parte anterior del escudo **4**

3(2) – Gena y vértex con pilosidad negra; triángulo de pelos detrás de los ocelos solo con pilosidad simple negra, por lo que el integumento es visible desde arriba; coloración de los tergos variable, de acuerdo con la distribución geográfica; área ocelo-ocular ampliamente impuntuada y brillante, clípeo convexo y bien puntuado en el disco . . . . . ***B. brachycephalus***
– Gena con pilosidad plumosa aplastada, la cual llega al vértex formando un collar alrededor de la cara; triángulo de pelos detrás de los ocelos densamente cubierto por pelos plumosos blancuzcos entremezclados con pelos negros, por lo que el integumento no es visible desde arriba; T1-2 con pilosidad negra, los otros tergos con coloración variable de acuerdo con la distribución geográfica . . . . . ***B. macgregori***

4(2) – Escutelo con pilosidad negra, sin banda interalar en el escuto; tergos parcialmente negros; en México restringido a BC . . . . . ***B. crotchii***

– Escutelo amarillo, banda interalar presente; todos los tergos con pelos claros, amarillo a naranja, endémico de México, ausente en BC . . . . . ***B. haueri***

5(1) – Especímenes grandes con pilosidad aplastada en el cuerpo; alas negruzcas; tergos sin coloración roja; banda interalar presente; F1 = F2 + F3; metabasitarso mucho más ancho distal que proximalmente; vaina labral gruesa; en México solo se conoce del desierto de Chihuahua . . . . . ***B. fraternus***

– Especímenes pequeños e hirsutos; alas hialinas; pelos rojos en algunos tergos, por lo demás muy variables en patrones cromáticos; en México esta especie está restringida a montañas de gran altitud . . . . . ***B. rufocinctus***



Figura 90. B. crotchii, *reina SDEI col.*



Figura 91. B. fraternus, *reina BMNH col.*



Figura 92. B. (Cul.) haueri, *reina BMNH col.*

Subgénero *Pyrobombus (ephippiatus, huntii, impatiens, melanopygus, vosnesenskii, wilmattae)*

1 – Mesopleura, escudo, escutelo y T1 enteramente con pilosidad clara . . . . . ***B. impatiens***

– Combinación de coloración diferente, al menos una de esas partes (mesopleura, escudo, escutelo y T1) negra 2

2(1) – T2 y/o T3 sin pilosidad roja conspicua por lo menos lateralmente 3

– T2 y T3 normalmente sin pilosidad roja (en algunos casos, *B. wilmattae* puede tener unos pocos pelos rojos en T3 y banda interalar) 5

3(2) – Banda interalar ausente; T2 con pelos rojos solo lateralmente, T3 con pilosidad roja más o menos extensa; T4 negro; escutelo y collar con pelos negros o solo parcialmente con pelos claros; pelos de la cara negros . . . . . ***B. ephippiatus*** (parte)

– Banda interalar presente 4

4(3) – Pilosidad de T2 y T3 enteramente roja, pilosidad de T4 y escutelo amarilla 5

– T2 y T3 cuando mucho con pelos rojos oscuros inconspicuo, mezclados con pelos negros; T4 variable 6

5(4) – Cara con pilosidad clara (?) (se necesita más información para separar la forma roja de *B. melanopygus* de *B. huntii*) . . . . . ***B. huntii / B. melanopygus "forma roja"***



Figura 93. B. (Pyr.) melanopygus, *reina*



Figura 94. B. (Pyrobombus) huntii, *reina México*

6(5) – Banda interalar presente, collar y escutelo enteramente con pilosidad clara, cara con pelos negros; Chiapas y Guatemala . . ***B. wilmattae***
– Banda interalar ausente 7

7(6) – Pilosidad clara en la cara, área del escudo anterior al nivel de la tégula y T4; resto del cuerpo negro; en México restringido a BC . . . . . ***B. vosnesenski***
– Pilosidad negra en la cara por debajo de las antenas; T4 con pilosidad negra; T2 negro lateralmente con una parte mediana clara que se va haciendo angosta de manera más o menos regular hacia T3, formando un triángulo (véanse las fotos) . . . ***B. ephippiatus*** (parte)



Figura 95. B. (Pyr.) vosnesenski, *reina*



Figura 96. B. (Pyr.) impatiens, *reina*

Machos

Clave para subgéneros

(basada en Williams *et al.*, 2014)

1) – Ojos agrandados, más grandes y más bulbosos que los de cualquier hembra de *Bombus*, en vista lateral su anchura máxima es mayor a la anchura máxima de la gena. Ocelos laterales grandes, localizados anteriormente a una línea entre los márgenes posteriores del ojo y a una distancia del ojo no mayor que el diámetro ocelar (fig. 9) 2

– Ojos similares en tamaño relativo y en forma a los de las hembras de *Bombus*. En vista lateral su anchura máxima es menor que la anchura máxima de la gena. Ocelos laterales pequeños y localizados en una línea entre los márgenes posteriores de los ojos y a una distancia del ojo casi el doble que el diámetro ocelar 3

2) – Ojos débilmente convergentes dorsalmente; cabeza de la valva del pene aplanada dorsoventralmente, curvada hacia adentro, hacia la línea media del cuerpo y en forma de hoz . . . . . ***Cullumanobombus***

– Ojos fuertemente convergentes dorsalmente; cabeza de la valva del pene aplanada lateralmente, recta y casi 5x tan larga como ancha (fig. 103) . . . . . ***B. (Bombias) nevadensis***



Figura 97. B. (Cullumanobombus) brachycephalus, *ocelos*



Figura 98. B. (Psithyrus) variabilis, *genitalia*



Figura 99. B. (Pyrobombus), *genitalia*



Figura 100. B. (Thoracobombus), *genitalia (tomada de Williams, 2016)*

3) – Volsella grandemente agrandada y triangular, su ápice se va angostando para formar un ángulo agudo simple; proceso interno del gonostilo con muchos pelos largos ramificados (fig. 98) . . . . . ***B. (Psithyrus) variabilis***

– Volsella usualmente más pequeña, con lados más o menos paralelos, su ápice con al menos un gancho distal en el margen interno o bilobulado de tal manera que el margen apical es siempre cóncavo . . 4

4) – Antenas largas, flagelo antenal (A3-13) 2.5-3x la longitud del escapo (A1); cabeza de la valva del pene fuertemente curvada hacia adentro, hacia la línea media del cuerpo, con forma de hoz plana (fig. 99) . . . . . ***Pyrobombus***

– Antenas muy largas, flagelo antenal (A3-13) más de 3x la longitud del escapo (A1); cabeza de la valva del pene ligeramente curvada hacia afuera, separándose de la línea media del cuerpo (fig. 100); gonostilo usualmente con una fuerte proyección proximal que se acerca a la línea media del cuerpo . . . . . ***Thoracobombus***

Subgénero *Cullumanobombus*

1) – Porción distal de la volsella angosta; angostándose hacia el ápice, en forma de dedo y sobrepasando ampliamente el nivel del gonostilo; gonostilos grandemente expandidos hacia la línea media del cuerpo y cruzándose uno con otro apicalmente, su proyección basal fuertemente puntiaguda; tergos apicales blancos a rojos de acuerdo con la distribución geográfica (fig. 101) . . . . . ***B. macgregori***

– Volsella no tan angosta distalmente, aunque puede angostarse hacia el ápice; gonostilo mucho más corto; tergos apicales variables . . . 2



Figura 101. B. (Cullumanobombus) macgregori



Figura 102.
B. (Cullumanobombus) haueri

2) – Distancia ocelo-ocular = 1 Ø del ocelo lateral; la volsella se proyecta más allá del extremo distal del gonostilo por una distancia mayor que la anchura de la volsella en ese punto . . . . . ***B. rufocinctus***
– Distancia ocelo-ocular ≤ ½ Ø del ocelo lateral; la volsella se proyecta más allá del extremo distal del gonostilo por una distancia menor que la anchura de la volsella en ese punto 3

3) – La volsella se angosta hacia el ápice, por lo que no es roma ni cóncava apicalmente; pelos de T3 erectos; vestidura de los tergos muy variable . . . . . ***B. brachycephalus***
– La volsella se angosta hacia el ápice 4

4) – Todos los tergos amarillos; el gonostilo no se proyecta más allá del extremo distal del gonocoxito, sino que se encuentra en su lado interno y está formado por dos proyecciones puntiagudas separadas por una gran concavidad semicircular (fig. 102) . . . . . ***B. haueri***
– Al menos T3 con algo de negro; el gonostilo se proyecta más allá del gonocoxito 5

5) – El reborde externo de la cabeza de la valva del pene sin gancho cerca de su base; pilosidad de T3 semierecta sobre la superficie del cuerpo; lados del tórax con pilosidad totalmente negra; banda interalar siempre

presente; T3-7 variables, pueden ser totalmente negros (en México restringido a BC) . . . . . ***B. crotchii***

– El reborde externo de la cabeza de la valva del pene extendido proximalmente como un gancho; pilosidad de T3 completamente plana sobre la superficie del cuerpo; pilosidad de los lados del tórax totalmente amarilla; banda interalar variable; T3-7 negros (en México solo se conoce del desierto de Chihuahua) . . . . . ***B. fraternus***

Subgéneros *Bombias* y *Cullumanobombus*

Genitalia vista dorsal (Milliron, 1973)

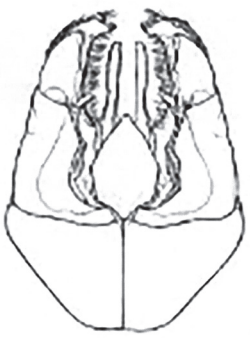


Figura 103. B. nevadensis

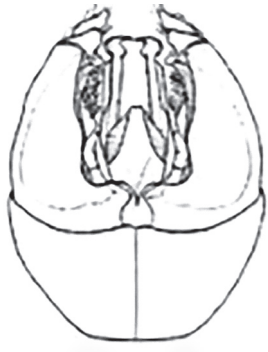


Figura 104. B. brachycephalus

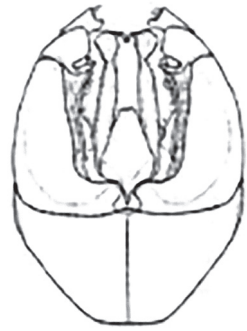


Figura 105. B. crotchii

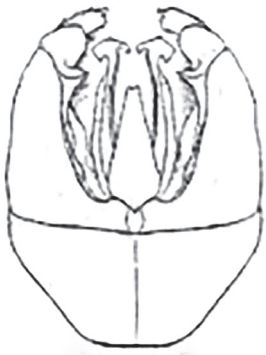


Figura 106. B. fraternus

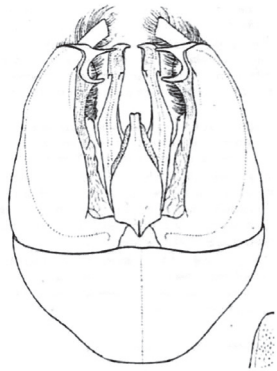


Figura 107. B. haueri



Figura 108. B. rufocinctus



Figura 109. B. macgregori

Subgénero *Thoracobombus*

1) – Mesosoma enteramente con pilosidad negra 2
– Mesosoma con al menos algunos pelos amarillos en el mesoscuto 4

2(1) – T3-4 con pilosidad amarilla; en vista dorsal, gonostilo corto. Su longitud, entre el final del gonocoxito y la base de la parte visible de la volsella, mucho menor que la longitud de la parte proyectada de la volsella; espata casi tan ancha como larga; cabeza de la valva del pene sin dientes . . . . . ***B. mexicanus***
– T3-4 con pilosidad negra, cuando mucho con un borde apical angosto de pelos amarillos; gonostilo más largo, cuya longitud es mayor que la longitud de la parte proyectada de la volsella; espata mucho menos ancha que larga 3

3(2) – Pelos negros en todo el cuerpo; cabeza de la valva del pene con dientes pequeños inconspicuos laterobasalmente . . . . . ***B. pullatus***
– T5 con pilosidad amarilla; cabeza de la valva del pene con dientes conspicuos agudos en los 2/3 laterobasales . . . . . ***B. diligens***

4(1) – Mesepisterno negro o casi completamente negro 5
– Mesepisterno completamente amarillo 9

5(4) Sin banda interalar; pilosidad de T3-4 casi completamente amarilla (*steindachneri*, *trinominatus*) 6
– Banda interalar presente (*sonorus, xelajuensis, medius*) 8

6(5) Escuto y escutelo con pilosidad amarilla; tergos y escuto con pelos de longitud regular . . . . . ***B. steindachneri***
– Escuto con pelos amarillos en algunas partes, escutelo con pelos negros en su totalidad 7

7(6) – T2 con pilosidad negra; tergos y escuto con pelos hirsutos, de longitud irregular (norte del IT) . . . . . ***B. trinominatus*** (parte)
– T2 con pilosidad amarilla; tergos y escuto con pelos de longitud regular . . . . . ***B. pensylvanicus*** (parte)

8(5) – T2 con pilosidad amarilla; cabeza de la valva del pene con dientes pequeños inconspicuos basolateralmente . . . . . ***B. medius***
– T2 con pilosidad amarilla; cabeza de la valva del pene con dientes conspicuos agudos en los 2/3 laterobasales . . . . . ***B. pensylvanicus*** (parte)

9(4) – T4-5 con pilosidad negra; pilosidad del escutelo casi completamente negra, por lo tanto sin banda interalar; cabeza de la valva del pene sin dientes lateralmente; ángulo apico interno de la volsella romo y redondeado . . . . . ***B. weisi s.l.***
– T4-5 con pilosidad amarilla; pilosidad del escutelo casi completamente amarilla, banda interalar usualmente presente; cabeza de la valva del pene con dientes laterales; ángulo apico interno de la volsella con un gancho . . . . . ***B. fervidus***

Genitalia de los machos del subgénero *Thoracobombus*

Genitalia vista dorsal (Milliron, 1973)

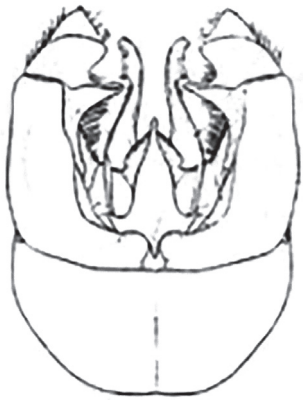


Figura 110 B. diligens

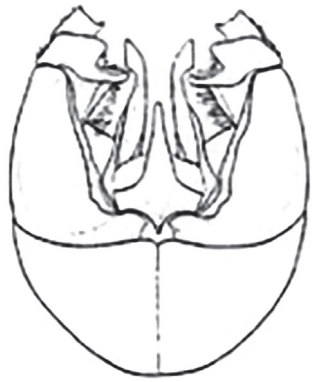


Figura 111 B. medius

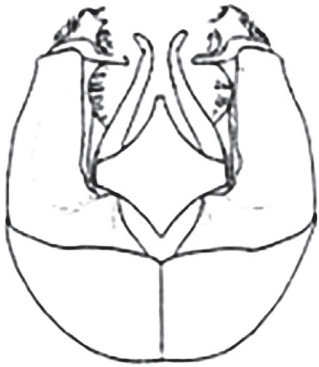


Figura 112. B. mexicanus

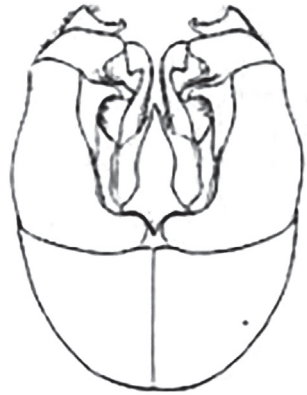


Figura 113. B. fervidus

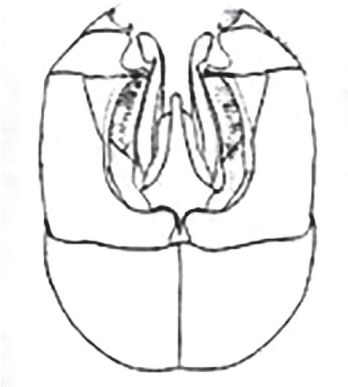


Figura 114. B. pensylvanicus

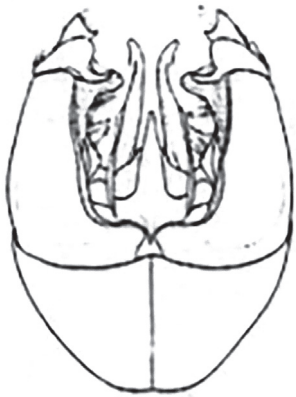


Figura 115. B. pullatus

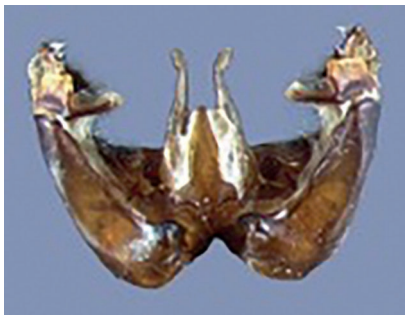


Figura 116. B. steindachneri
(tomada de Williams, 2016)

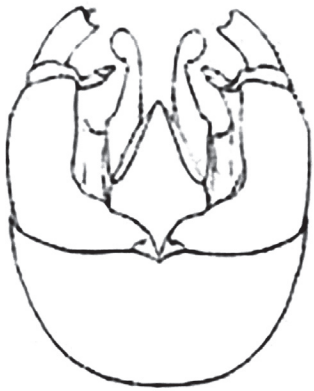


Figura 117. B. trinominatus

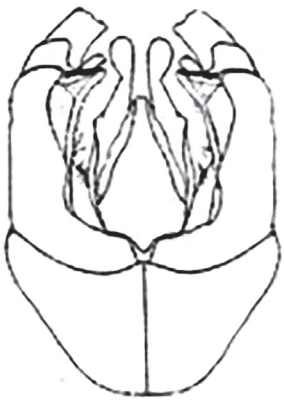


Figura 118. B. weisi

Subgénero *Pyrobombus*

1) – Cara, pronoto, mesepisterno, escudo, escutelo y T1 con pilosidad clara . . . . . ***B. impatiens***
– Por lo menos una de las partes listadas arriba (cara, pronoto, mesepisterno, escudo, escutelo y T1) negra 2

2(1) – Mesepisterno con pilosidad negra; sin banda interalar; T1-3 con pelos negros; en México restringido a BC . . . . . ***B. vosnesenski***
– Mesepisterno con pilosidad amarilla 3

3(2) – Banda interalar presente 4
– Banda interalar ausente; valva del pene puntiaguda apicalmente (fig. 119); gonostilo casi tan largo como su anchura basal; T6-7 cabeza negra . . . . . ***B. ephippiatus***



Figura 119. B. (Pyrobombus) ephippiatus



Figura 120. B. (Pyrobombus) huntii

4(3) – Pilosidad roja al menos en T2-3; gonostilo más largo que ancho; valva del pene roma apicalmente (fig. 120); ausente en BC . . . ***B. huntii***
– Sin pilosidad roja en los tergos, si hay pelos rojos presentes el gonostilo es más corto que su anchura basal, valva del pene variable . . . 5

5(4) – Cabeza de la valva del pene y gonostilo igual a *B. ephippiatus* (fig. 119); presente sólo al sur del IT . . . . . ***B. wilmattae***

– Cabeza de la valva del pene aplanada y roma en el ápice de la hoz; gonostilo más corto que su anchura basal (fig. 99); en México restringido a BC . . . . . ***B. melanopygus***

Bibliografía

Abela, A. (2017, 4 de junio). *Crotch's Bumble Bee* [fotografía]. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/11238390.

Alford, D. (1975). *Bumblebees*. Londres: Davis-Poynter.

Álvarez Ruiz, J. A. (2022, noviembre). *Bombus brachycephalus* [fotografía]. Consultado en https://www.naturalista.mx/photos/242913768?size=original.

Ascher, J. S., y J. Pickering (2022). "Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila)". Consultado en http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species.

Ayala, R. (2019, 11 de marzo). *Bombus diligens* [fotografía]. Consultado en https://www.facebook.com/photo/?fbid=10215734040162619&set=gm.2251979764854780.

Ayala, R. (2019, 29 de octubre). *Bombus weisi* [fotografía]. Consultado en https://www.facebook.com/photo/?fbid=10217459365854683&set=p.10217459365854683&opaqueCursor=AbrpUYsn2uheQisl2hRsaZuFfuv4uidyefAZacTsHtTKutcqADz-3YEoKht8OjdgSCAAc9g7cfWuCxqDz_c4QarVhAB-_6_hnA1B7zBNgkuBas8dZAyfN-3ycpl-ePgN0lc1X_iM3ZMjLO8txfl2qAw03MkQSFozjsXpCB8rp8bluwgm0-PFKiqND-yqNCqzBUKh2WfwXUxi2w662nTHy7pjUJloS8tPyNb6Qk4N8jovhvxs53y-flwFLvWWjIJCeLNPQGpcOSoLEOjn3T6Wq1DX4E9UkbC1_Zgfdfb-j4p7-ht3iEPWK4NBPDcV5k8_UuqbRmh_YFlG1uAr5Otd8FelYRmM0NmOmEFZ-g4pzRrxImZS45aQZe_w9V_b_EdJeg10ONznzPzzGnztszEwdjgW5IKTJv530MoSh-Pi31nv3aoKNTjv5gDi3bNTK875yHrl_0VPvQWx4vjWwQNrrpgjYQhzT-QX5a7kZJFmMaarGxpbETQg8lYS_IVw5a4wSxkJK0DlHxKOJaSYPEVnW26kxUcK7d-V7RuyIK-bDpwSFAVxQU81Pqm8F8WSotfJqPf2qvOdSKThDE2bqoA2_YVUpv_BBy-CeYNBS9rky14FJ7GkXvfTmiBQ.

Ayala, R. (2021a, 4 de enero). *Bombus steindachneri* [fotografía]. Consultado en https://www.facebook.com/photo/?fbid=10221091681460303&set=p.10221091681460303&opaqueCursor=AbpIQyASUHUIlVuzSgfSUT6dElaEeN7SBPHbKO9kg-gqaAri81cfBl1z2jmAzj83Y7Xy3NlCG017Og6cGHnK7f7rLjN4LTIJqX0f53g6KYL8Lb-

gETEZ3w_QQizZCNDaq-RFJxwnS7H7vzmQYccZilGWb2drLyWmBQmH_71GrebD-5TRrBgKTo8hc4MQEQXXVwPfavslLyOi3C4O_luRQ0dNHM5YrvdUTvff4_Zb9YnIqucjh6k_culDZZBM5nwPrFntCyD1YHdpLtu05PmAIUG0E5w9HafWJ86V-TEB3J-EbQBdVREphmfSDoueJJrQ-BkgbR5G_HLuCl4gPvTug2MfwOHfaHnNQC5z-74MOqtPeb033D69qPaQ2hghjhJMVJ7-y4LT4S2Ge78DGVxdzJjhdi6Z-vsXUj-muji4c1kMafbfxUBAZ3Q35C_Lp1CGRzCHWYhYJmAajHEb19OBgCXTEfy0k-Qc2whlq0zrfVcOk30SYfMXCXiuaxF9x6O7pMejHb7LpIIpreRnWgqANhYv-crt7xWRjB5jNcZxlHjymdNU2GiUQdpGsCV9MzIJa8Vzin2YsUYa14IVuAxrpfCaXn-44yNR.

Ayala, R. (2021b, 3 de marzo). *Bombus variabilis* [fotografía]. Consultado en https://www.facebook.com/photo?fbid=10221636809728169&set=gm.3947038082015598.

Baker, J. (2009, 16 de julio). *Bombus fervidus* [fotografía]. Consultado en https://www.discoverlife.org/mp/20p?see=I_PDA1&res=640&flags=subgenus.

Barve, N., *et al.* (2011). "The Crucial Role of the Accessible Area in Ecological Niche Modeling and Species Distribution Modeling", *Ecological Modelling*, *222*(11), 1810-1819. Consultado en https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.02.011.

Beaulieu, J. M., y M. J. Donoghue (2013, noviembre). "Fruit Evolution and Diversification in Campanulid Angiosperms", *Evolution*, *67*(11), 3132-3144.

"Bumble Bees Threaten Wild Pollinators?", *PLoS ONE*, 3(7). DOI: 10.1371/journal.pone.0002771.

Burgman, M. A., y J. C. Fox (2003). "Bias in Species Range Estimates from Minimum Convex Polygons: Implications for Conservation and Options for Improved Planning", *Animal Conservation*, *6*(1), 19-28. Consultado en https://doi.org/10.1017/S1367943003003044.

Cameron, S. A., H. M. Hines y P. H. Williams (2007). "A Comprehensive Phylogeny of the Bumble Bees (*Bombus*)", *Biological Journal of the Linnean Society*, *91*, 161-188.

Cardinal, S., y B. N. Danforth (2011). "The Antiquity and Evolutionary History of Social Behavior in Bees", *PLoS ONE*, *6*(6). Consultado en e21086.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021086.

Cerezobedolla (2020, julio). *Bombus haueri* [fotografía]. Consultado en https://www.naturalista.mx/photos/92646085?size=original.

Colla, S., L. Richardson y P. Williams (2011). *Bumble Bees of the Eastern United States*, U.S. Department of Agriculture Pollinator Partnership.

Corbet, S. A., *et al.* (1996). *Bumble Bees for Pleasure and Profit.* (A. Matheson, ed.), Cardiff: International Bee Research Association.

Dardón Peralta, M. J., *et al.* (2013). *Bombus de Guatemala*, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala / Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Dehon, M., *et al.* (2019). "Morphometric Analysis of Fossil Bumble Bees (Hymenoptera, Apidae, Bombini) Reveals their Taxonomic Affinities", *ZooKeys*, 891: 71-118. Consultado en https://doi.org/10.3897/zookeys.891.36027.

Duennes, M., *et al.* (2017). "Population Genetics and Geometric Morphometrics of the Bombus *ephippiatus* Species Complex with Implications for its Use as a Commer-

cial Pollinator", *Conservation Genetics*, 18: 553-572. DOI: 10.1007/s10592-016-0903-9.

Elcua, F. (2021, 7 de enero). *Bomus melanopygus* [fotografía]. Consultado en https://www.naturalista.mx/photos/109492305.

Franklin, H. F. (1913). "The Bombidae of the New World", *Transactions of the American Entomological Society*, 39: 73-200.

Gallot-Lavallée, M., *et al.* (2016). "Large Scale Patterns of Abundance and Distribution of Parasites in Mexican Bumblebees", *Journal of Invertebrate Pathology*, 133: 73-82. DOI: 10.1016/j.jip.2015.12.004.

González, P. A. (2019, 5 de enero). *Bombus macgregori* [fotografía]. Consultado en https://www.naturalista.mx/photos/136343576?size=original.

Goulson, D. (2010). *Bumblebees Behaviour, Ecology, and Conservation*. Nueva York: Oxford University Press.

Goulson, D., *et al.* (2011). "Translating Research into Action; Bumblebee Conservation as a Case Study", *Journal of Applied Ecology*, 48: 3-8. Consultado en https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01929.x.

Hatfield, R., *et al.* (2015). "*Bombus nevadensis.* The IUCN Red List of Threatened Species 2015". Consultado en 2019 en https://www.iucnredlist.org/species/21215146/21215273#external-data.

Hatfield, R., *et al.* (2015b). "*Bombus vosnesenskii.* The IUCN Red List of Threatened Species 2015". Consultado en 2019 en https://www.iucnredlist.org/species/44938235/46440326.

Hine, R. (ed.) (2019). *A Dictionary of Biology* (vol. 8). Oxford University Press.

Holm, H. (2015, 3 de agosto). *Red-belted Bumble Bee*. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/13238208.

Ings, T. C., J. Schikora y L. Chittka (2005, julio). "Bumblebees, Humble Pollinators or Assiduous Invaders? A Population Comparison of Foraging Performance in *Bombus* terrestris", *Oecologia*, *144*(3), 508-516.

IUCN Standards and Petitions Subcommittee (2019). "Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria". Consultado en http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf.

IUCN (2019). "IUCN Red List". Consultado en 2019 en https://www.iucnredlist.org.

Jiménez Díaz, E. B. (2016, marzo). *Bombus mexicanus* [fotografía]. Consultado en https://www.naturalista.mx/photos/3554795.

Jones, R. (2014, 7 de agosto). *Bombus pensylvanicus* [fotografía]. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/31431517.

Kass, J. M., *et al.* (2018). "Wallace: A Flexible Platform for Reproducible Modeling of Species Niches and Distributions Built for Community Expansion", *Methods in Ecology and Evolution*, *9*(4), 1151-1156. Consultado en https://doi.org/10.1111/2041-210X.12945.

Klat, B. K., *et al.* (2014). "Bee Pollination Improves Crop Quality, Shelf Life and Commercial Value", *Royal Society*, 281. Consultado en https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2440.

Koch, J. B., *et al.* (2018). "Quaternary Climate Instability is Correlated with Patterns of Population Genetic Variability in Bombus *huntii*", *Ecology and Evolution*. DOI: 10.1002/ece3.4294.

Koch, J., J. Strange y P. Williams (2012). *Bumble Bees of the Western United States* (L. Stritch, ed.). San Francisco, California: US Forest Service.

Kraus, F. B., *et al.* (2011). "Greenhouse Bumblebees (Bombus terrestris) Spread their Genes into the Wild", *Conserv. Genet.*, 12: 187-192. DOI: 10.1007/s10592-010-0131-7.

Labougle, J. M. (1990). "*Bombus* of México and Central America (Hymenoptera Apidae)", *The University of Kansas Science Bulletin*, *54*(3), 35-73.

Lasley, G. (2019, 11 de septiembre). *Southern Plains Bumble Bee* [fotografía]. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/51087216.

Loarie, D. (2011, 9 de marzo). *Yellow-faced Bumble Bee* [fotografía]. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/24814.

Manzano Méndez, D. (2021, 4 de noviembre). *Bombus wilmattae* [fotografía]. Consultado en https://www.naturalista.mx/photos/177090751?size=original.

Mesgaran, M. B., R. D. Cousens y B. L. Webber (2014). "Here be Dragons: A Tool for Quantifying Novelty Due to Covariate Range and Correlation Change when Projecting Species Distribution Models", *Divers. Distrib.*, 20, 1147-1159. DOI: 10.1111/ddi.12209.

Milliron, H. E. (1973). "A Monograph of the Western Hemisphere Bumblebees (Hymenoptera: Apidae; Bombinae). II. The subgenus *Megabombus*", *Memories of the Entomological Society of Canada*, 89: 81-237.

Morales, C. L., *et al.* (2013). "Rapid Ecological Replacement of a Native Bumble Bee by Invasive Species", *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11, 529-534. DOI: 10.1890/120321.

Noble, B. (2016, 21 de julio). *Common Eastern Bumble Bee* [fotografía]. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/30858460.

Otterstatter, M. C., J. D. y Thomson (2008). "Does Pathogen Spillover from Commercially Reared Bumble Bees Threaten Wild Pollinators?", *PLOS ONE* 3, e2771. DOI: 10.1371/journal.pone.0002771.

Padilla, E. (2020, 24 de junio). *Bombus trinominatus* [fotografía]. Consultado en https://www.naturalista.mx/photos/87348113.

Peralta, Z. (2016, 28 de julio). *Bombus ephippiatus* [fotografía]. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/4385736.

Pereboom, J. J., H. H. Velthuis y M. J. Duchateau (2003). "The Organization of Larval Feeding in Bumblebees (Hymenoptera, Apidae) and its Significance to Caste Differentiation", *Insectes Sociaux*, *50*, 127-133.

Phillips, S. J., *et al.* (2017). "Opening the Black Box: An Open-Source Release of Maxent", *Ecography*, *40*(7), 887-893. Consultado en https://doi.org/10.1111/ecog.03049.

Proceedings of the Royal Society B, 281.

Raskin, N. D., y P. T. Vuturro (2011). *Pollination : Mechanisms, ecology and agricultural advances*. Nueva York: Nova Science Publishers, Inc.

Razo-León, A. E., *et al.* (2018). "Changes in Bee Community Structure (Hymenoptera, Apoidea) under Three Different Land-Use Conditions", *Journal of Hymenoptera Research*, 66: 23-38. Consultado en https://doi.org/10.3897/jhr.66.27367.

Sachman-Ruiz, B., V. Narváez-Padilla y E. Reynaud (2015). "Commercial Bombus *impatiens* as Reservoirs of Emerging Infectious Diseases in Central Mexico", *Biol. Invasions*, 17:2043-2053. DOI: 10.1007/s10530-015-0859-6.

Sagarpa (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. *Jitomate Mexicano* (1). México: Sagarpa.

Severs, S. E. (2019, 11 de agosto). *Hunt's Bumble Bee* [fotografía]. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/49563773.

Shaul, A. (2017, 12 de junio). *Bombus medius* [fotografía]. Consultado en https://www.inaturalist.org/photos/8452402.

Soberón, J. M., y A. Townsend Peterson (2005). Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species' Distributional Areas. *Biodiversity Informatics*, *2*(1), 1-10. Consultado en https://doi.org/10.1093/wber/lhm022.

Spevak, E., S. Jepson y P. Williams (2016). "Bumblebee Conservation Worldwide within the IUCN Framework", en B. Gemmill-Herren, *Pollination Services to Agriculture: Sustaining and Enhancing a Key Ecosystem Service.* Londres: Routledge.

Steffan, S. A., *et al.* (2019, septiembre). "Omnivory in Bees: Elevated Trophic Positions among All Major Bee Families", *The American Naturalistk 194*(3), 414-421.

Stephen, W. P. (1957). *Bumble Bees of Western America*, Oregon State College, Agricultural Experiment Station, Corvallis, OR.

Vandame, R., *et al.* (2017, noviembre). "Diversidad y conservación de los abejorros de Mesoamérica", X Congreso Mesoamericano sobre Abejas Nativas, Antigua, Guatemala.

Velthius, H. H., y A. van Doorn (2006). "A Century of Advances in Bumblebee Domestication and the Economic and Environmental Aspects of its Commercialization for Pollination", *Apidologie*, *37*, 421-451.

Vergara, C. H., *et al.* (2003). "Suppression of Ovarian Development of *Bombus* terrestris Workers by *B.* terrestris Queens, Psithyrus vestalis and Psithyrus bohemicus Females", *Apidologie*, *34*(6), 563-568.

Williams, P., *et al.* (2014). *An Identification Guide: Bumble Bees of North America*. Princeton University Press.

Williams, P. (s. f.). *Natural History Museum*. (T. T. Museum, Productor, & Natural History Museum). Consultado en 2019 en https://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/Bombus/th.html#fervidus.

Williams, P. H., *et al.* (2008). "A Simplified Subgeneric Classification of the Bumblebees (genus *Bombus*)", *Apidologie*, *39*(1), 46-74.

Williams, P. H., *et al.* (2014). *Bumble Bees of North America*. Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press.

Williams, P. H. (2016). "Bombus–bumblebees of the World". Consultado en http://wwwnhmacuk/researchcuration/research/projects/bombus/indexhtml.

Williams, P., y S. Jepsen (eds.) (2018). Bumblebee Specialist Group Report 2018.

Williams, P., y J. Osborne (2009). "Bumblebee Vulnerability and Conservation World-Wide", *Apidologie*, *40*, 367-387.

Wilson, D. (2010, 15 de octubre). *Bombus nevadensis* [fotografía]. Consultado en https://www.discoverlife.org/mp/20p?see=I_SD11058&res=640.

Wilson, J. S., y O. Carril Messinger (2016). *The Bees in Your Backyard: A Guide to North America's Bees*. Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press.

Winfree, R., B. J. Gross y C. Kremen (2011, 15 de noviembre). Valuing Pollination Services to Agriculture. *Ecological Economics*, *71*, 80-88.

Wirtz, P., y J. Beetsma (1972). "Induction of Caste Differentiation in the Honeybee (Apis mellifera) by Juvenile Hormone", *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *15*, 517-520.

Zapata, M. M. (2018, 4 de septiembre). *Bombus pullatus* [fotografía]. Consultado en https://www.naturalista.mx/photos/24949621.

Sobre los autores

Carlos Hernán Vergara Briceño
Doctor en Entomología por la Universidad de Georgia, Estados Unidos. Obtuvo el grado de Biólogo en la Universidad Nacional de Colombia. Fue profesor en el Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Escuela de Ciencias de la Universidad de las Américas Puebla, donde impartió cursos en el área de Biología, en especial de Biología de animales, desde agosto de 1993 hasta su jubilación en noviembre de 2021. Fue miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) desde 1999 hasta 2021. Ha dirigido 43 tesis de licenciatura, una de maestría y una de doctorado. Ha sido responsable y participado en 24 proyectos de investigación. Ha publicado 46 artículos científicos y de divulgación, siete capítulos de libros y es coautor de cuatro libros. Ha presentado ponencias en 75 congresos, en su mayoría internacionales, de los cuales ha sido conferencista invitado en 10 ocasiones. Algunas de sus publicaciones son: C. Moreaux *et al.* (2022). "The Value of Biotic Pollination and Dense Forest for Fruit Set of Arabica Coffee: A Global Assessment", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 323, 107680; M. Gallot-Lavallée *et al.* (2016). "Large Scale Patterns of Abundance and Distribution of Parasites in Mexican Bumblebees", *Journal of Invertebrate Pathology F.I: 2.03*; ISSN: 0022-2011. 133: 73-82; Lucas A. Garibaldi *et al.* (2013). "Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey-bee abundance", *Science*, *339*(6127): 1608-1611.
ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5234-525X

Francisco Perera Rieder
Biólogo por la Universidad de las Américas Puebla y candidato a Maestro en Ciencias en dos instituciones: Department of Conservation Biology, University of Goettingen, Goettingen, Alemania y en el Department of Ecology, Lincoln University, Lincoln, Nueva Zelanda.
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-1951-7538

Hugo Eduardo Fierros López
Maestro en Recursos Bióticos por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Licenciado en la Universidad de Guadalajara. Actualmente es Profesor investigador titular del Departamento de Botánica y Zoología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, donde realiza investigación en taxonomía biología de abejas silvestres y Scaphidiinae. Ha sido coautor de publicaciones como: "The effect of Adjacent Habitat on Native Bee Assemblages in a Perennial Low-Input Agroecosystem in a Semiarid Anthropized Landscape" (*Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2019), de "Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) in Latin America: Synopsis, Annotated Catalog, Diversity and Distribution" (*Zootaxa*, 2019), "Flower Visitors and Efficient Pollinators of Opuntia Joconostle F.A.C.Weber. ex Diguet in Jalisco, Mexico" (*Bradleya*, 2022).
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1213-7018

Héctor David Jimeno Sevilla
Maestro en Ciencia por la Universidad Veracruzana, México. Asimismo es Profesor investigador del Tecnológico Nacional de México, campus Zongolica, Veracruz, y curador del herbario ZON y la colección entomológica de ITSZ. Profesor de diversas asignaturas en licenciatura en dicha institución. Posee perfil Prodep. Sus campos de investigación son la taxonomía, florística, ecología, etnobiología e ilustración científica. Es miembro de la Asociación Etnobiológica Mexicana y de la Red de Productos Forestales no Maderables. Ha publicado diversos artículos, un libro y capítulos de libros, entren los que destaca: E. Cázares-Hernández *et al.* (2022). "A New Arboreal Pseudoeurycea (Caudata: Plethodontidae) from the Sierra de Zongolica, Veracruz, Mexico", *Vertebrate Zoology*, 72:937-950; H. D. Jimeno-Sevilla *et al.* (2019). "Echeveria sonianevadensis (Crassulaceae), una nueva especie

del Volcán Nevado de Colima del occidente de México y una clave para la serie Gibbiflorae", *Brittonia*, 71:156-165; H. D. Jimeno-Sevilla *et al.* (2021). *Las Popotocas, Historia de vida, manejo y usos*, Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Zongolica, Veracruz, México, 49 pp.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2099-9777

Philippe Sagot
Entomólogo autodidacta (especializado en taxonomía de Apoidea, Odonata y Syrphidae). Es el responsable de la colección entomológica de la línea de investigación "Abejas de Chiapas" en El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) San Cristóbal de las Casas. Asimismo es responsable del trabajo taxonómico en el proyecto "Bombus" de México y Mesoamérica. Fue coordinador y taxónomo para el primer reconocimiento de la distribución geográfica de los abejorros en Baja-Normandía (Gretia: Groupe d'étude des invertébrés du massif Armoricain).

Óscar Gustavo Martínez López
Candidato a Doctor en Ecología y Desarrollo Sustentable por El Colegio de la Frontera Sur, México. Mestro en Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural en El Colegio de la Frontera Sur y Licenciado en Biología en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Es investigador asociado del Equipo Abejas de Ecosur y de la Unidad para la Biodiversidad del Centro de Estudios Conservacionistas de Guatemala. Desde 2015 ha sido miembro y es el coordinador actual del grupo de Especialistas de Abejorros para Mesoamérica. A partir de 2020 es Autoridad Lista Roja para el grupo de Especialistas de Abejas Nativas del mundo por parte de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Asimismo es miembro de la Red de Genética para la Conservación. Ha estado involucrado en temas de taxonomía integrativa, ecología, genética, conservación, cambio climático en abejas nativas con énfasis en abejorros, y dentro de este grupo particular también en temas socioecológicos (e.g. juegos en abejas y paisajes), de análisis de distribución y filogeografía. Algunas de sus publicaciones son: O. Martínez-López *et al.* (2022). "Diversity of Mesoamerican Bees: Testing a New Method for Threat Analysis in a Group of Ecological, Cultural, and Productive Importance", capítulo de libro en revisión; O. Martínez-López

(2021). "Reduction in the Potential Distribution of Bumble Bees (Apidae: Bombus) in Mesoamerica under Different Climate Change Scenarios: Conservation Implications", *Global Change Biology*, 27: 1772-1787; L. García-Barrios *et al.* (2020). "The Flow of Peasant Lives: A Board Game to Simulate Livelihood Strategies and Trajectories Resulting from Complex Rural Household Decisions", *Ecology and Society*, *25*(4): 48.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3996-0928

Ricardo Ayala Barajas
Doctor en Ciencias Biológicas por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Posdoctorado en el Natural History Museum, Universidad de Kansas. Actualmente es Investigador titular de tiempo completo en la Estación de Biología Chamela (Sede Colima) del Instituto de Biología de la UNAM; Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT, nivel 2. Cuenta con reconocimiento PRIDE "D" en la UNAM. Sus publicaciones más recientes son: P. Landaverde-González *et al.* (2023). "Seven New Species of Lasioglossum (Dialictus) Robertson, 1902 (Hymenoptera: Halictidae: Halictini) from the Yucatán Peninsula, Mexico", *European Journal of Taxonomy*, *862*(1), 1-65; N. Flórez-Gómez *et al.* (2022). "The Neotropical Species of Small Carpenter Bees of the Subgenus Ceratina (Zadontomerus) Ashmead, 1899 (Hymenoptera: Apidae)", *Zootaxa*, *5214*(2), 189-223; M. Argueta-Guzmán *et al.* (2022). "The Role of Seasonality and Disturbance in Bee–Plant Interactions in Semi-Arid Communities of the Southern Chihuahuan Desert", *Insect Conservation and Diversity*, *15*(5), 543-554.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7718-1853

Rémy Vandame
Doctor en Ecología por la Universidad de Lyon, Francia, y por el Colegio de Postgraduados, México. Asimismo es Maestro en Ciencias del Comportamiento y Neurociencias por la Universidad de Toulouse 3, Francia, y Licenciado en Ciencias de la Naturaleza y de la vida por la Universidad de Lyon 1, Francia. Desde el año 2000 está adscrito al Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente Grupo Agroecología en Ecosur Unidad San Cristóbal, en donde es responsable de la Línea de Investigación "Abejas de

Chiapas", donde es Investigador titular "C" con definitividad. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT, nivel 2. Algunas de sus publicaciones son: P. H. Williams *et al.* (2022). "When Did Bumblebees Reach South America? Unexpectedly Old Montane Species May Be Explained by Mexican Stopover (Hymenoptera: Apidae)", *Systematics and Biodiversity*, *20*(1), 1-24; C. R. Quiroz-Medina, Nuevos registros y listados de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en el corredor biológico Paso del Istmo de Rivas, Nicaragua New records and checklists of stingless bees. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 38, 1-14; I. May-Canché (2022). "Sensory and Physicochemical Analysis of Honeys of Nine Stingless Bee Species of Mexico and Guatemala", *Journal of food science and technology*, *59*(12), 4772-4781.
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6931-1067

Atlas de los Bombus *de México,* Carlos H. Vergara (coordinador), publicado por Ediciones Comunicación Científica, S. A. de C. V., se terminó de imprimir en abril de 2023 en los talleres de Litográfica Ingramex S.A. de C.V., Centeno 162-1, Granjas Esmeralda, 09810, Ciudad de México. El tiraje fue de 1 000 ejemplares impresos en papel couché mate de 115 gr. y publicado en versión digital para acceso abierto en los formatos PDF, EPUB y HTML5.

Los abejorros sociales del género *Bombus* son componentes muy importantes de la biodiversidad de México. Son polinizadores de una gran variedad de plantas, muchas de ellas cultivos de gran importancia comercial como los jitomates y los chiles y son componentes fundamentales de los ecosistemas donde habitan. Muchas especies están amenazadas por el crecimiento urbano, el cambio climático y el desarrollo de la agricultura a escala industrial aunque, paradójicamente, algunas especies son indispensables en la agricultura protegida.

En este libro se reúne el conocimiento actual sobre las 22 especies nativas de abejorros mexicanos que se reconocen formalmente y sobre una especie introducida, precisamente asociada con la agricultura industrial. Aunque no se puede considerar como una obra definitiva sobre los abejorros mexicanos, es una primera propuesta encaminada a condensar aspectos generales de la biología y la conservación de los abejorros mexicanos, en combinación con un tratamiento taxonómico preciso y detallado, pero accesible a cualquier lector interesado, incluyendo también a los especialistas.

Esta obra fue elaborada por un equipo de biólogos conocedores de los abejorros mexicanos y está ricamente ilustrada, con mapas originales de distribución de las especies y con imágenes artísticas magistralmente logradas por dos de los autores. Para todas las especies se presentan ilustraciones científicas por primera vez, lo que hace de este Atlas una obra magnífica y digna de conocer y coleccionar.



Carlos H. Vergara es Doctor en Entomología por la Universidad de Georgia, Estados Unidos. Fue profesor en el Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Escuela de Ciencias de la Universidad de las Américas Puebla, donde impartió cursos en el área de Biología, en especial de Biología de animales, de 1993 hasta su jubilación en 2021. Fue miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conahcyt de 1999 a 2021.

DOI.ORG/10.52501/CC.123

ISBN-13: 978-607-59668-1-6

COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PUBLICACIONES ARBITRADAS
HUMANIDADES, SOCIALES Y CIENCIAS

www.comunicacion-cientifica.com