

Artículo Original

Distribución espacial de las abejas meliponas (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en el Corredor Biológico Montes del Aguacate, Costa Rica

Spatial distribution of melipona bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini)
in the Montes del Aguacate Biological Corridor, Costa Rica

Jorge Mora Sibaja¹ , Ingrid Aguilar Monge², Carlos Morera Beita¹ ,
Meyer Guevara-Mora³  y Luis Diego Alfaro Alvarado^{4*} 

¹Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. ²Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. ³Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. ⁴Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. E-mail: ✉ *lalfaro@una.ac.cr

ZooBank: urn:lsid:zoobank.org:pub:40619FF3-D03C-4C93-8455-AE6F92D5FD2B
<https://doi.org/10.35249/rche.47.3.21.04>

Resumen. Las abejas a nivel ecosistémico juegan un papel clave en el desarrollo de la vida en el planeta. En la actualidad estos insectos se encuentran bajo amenaza por diversas prácticas antrópicas que afectan su hábitat. Para efectos de esta investigación se resalta la importancia de determinar la riqueza de especies de abejas meliponas (Meliponini) y su distribución espacial en el Corredor Biológico Montes del Aguacate como línea base para su conservación. Se establecieron cinco transectos en cinco localidades seleccionadas basados en el sistema de Zonas de Vida de Holdrige. Se recolectaron e identificaron dos especies de abejas meliponas con diferentes patrones en su distribución espacial y se establecieron rutas idóneas de vuelo para las especies recolectadas tomando como referencia la velocidad del viento para demostrar la importancia de la cobertura forestal.

Palabras clave: Análisis espacial; conectividad estructural; *Trigona*.

Abstract. Bees at the ecosystem level are of great importance due to their constant contribution to the development of life on the planet. Currently these insects are under threat from various anthropic practices that affect their ecology. Therefore, determine the species richness of stingless bees (Meliponini) and spatial distribution of this insects inside Montes del Aguacate Biological Corridor as a baseline for conservation it is the main objective of this research. To sample the bees five transects were established in different locations. These sites were in five different life zones. Subsequently, each of these was manipulated in the entomology laboratory concluding with entomological montages for identification. Two species of stingless bees were found, each with different distribution patterns and suitable flight routes were established for the species collected, taking the wind speed as a reference to demonstrate the importance of forest cover.

Key words: Spatial analysis; structural connectivity; *Trigona*.

Introducción

Las abejas meliponas (*Meliponini*) se distribuyen en los trópicos y subtropicos del mundo, y se caracterizan por tener un desarrollo social complejo (Michener 2007). En Costa Rica es posible encontrar alrededor de 20 géneros y 59 especies de abejas meliponas (Camargo y Pedro 2007), las cuales no son comunes en altitudes superiores a los 1500 m (Figuerola y Prendas 2015). Indudablemente las abejas son vitales para el desarrollo de la vida, sus aportes a los servicios de polinización en más de 60 cultivos en zonas tropicales son calculados en billones de dólares al año (Brosi 2009). A nivel ecosistémico, contribuyen a generar recursos que sustentan la biodiversidad tanto de la flora como de la fauna (Zumbado y Azofeifa 2018).

En la actualidad, el uso de agroquímicos, el cambio en la cobertura del suelo y otras prácticas dirigidas a maximizar las ganancias del sector agropecuario, deterioran el hábitat de estos insectos a nivel global (Acuña 2006; García 2018; Maglianesi 2013). El Corredor Biológico Montes del Aguacate (CBMA) no queda exento de estas problemáticas. El CBMA está conformado por un paisaje fragmentado producto de actividades agropecuarias como la ganadería, el cultivo de café y la caña de azúcar (Fundación Madre Verde 2013). La fragmentación del espacio surge como inquietud debido a que la abundancia y riqueza de especies de abejas meliponas está relacionada de manera más estrecha con la proporción de cobertura vegetal, más que por la diversidad florística (Brosi 2009).

Los aportes de las abejas meliponas en aspectos tanto culturales como económicos a lo largo de la historia han sido realmente invaluable, pero a pesar de esto, se encuentran en peligro de extinción (Camberos 2019; Freitas *et al.* 2009). Por ejemplo, en Colombia, fue presentado en 2017 un proyecto de ley en el congreso con el objetivo de regular los agrotóxicos, la deforestación, la adaptación al cambio climático y el manejo de abejas en lugares urbanos (La Libertad 2017), sin embargo, dos años después, dicho proyecto fue invalidado por el congreso colombiano (Valencia 2019). Por consiguiente, se plantea como objetivo de este trabajo, determinar la riqueza de especies de abejas meliponas según la clasificación de Zonas de Vida (ZV) generada por Holdridge (1967) en el Corredor Biológico Montes del Aguacate, como línea base para su conservación. Con respecto al área de estudio, el CBMA presenta una extensión de 55.220 ha y está ubicado en la Gran Área Metropolitana, en la provincia de Alajuela en Costa Rica.

Smith-Pardo y González (2007) concluyeron que las especies de abejas meliponas se distribuyen de manera desigual según las condiciones bioclimáticas, por tanto, se establecieron las ZV como unidad de análisis territorial para registrar la presencia de abejas meliponas en el CBMA. Las ZV son definidas por Watson y Tosi (1999) como ecosistemas o asociaciones vegetales con características semejantes (rangos de temperatura, precipitación y humedad) que permiten su agrupación. Estas variaciones entre cada ZV tienen influencia directa en la fenología y otras funciones biológicas de las abejas (Kjøhl *et al.* 2011). Se seleccionaron los sitios de muestreo tomando como condición principal su vegetación autóctona bordeando un cuerpo de agua con caudal permanente.

Materiales y Métodos

Área de estudio. El área de estudio corresponde al Corredor Biológico Montes del Aguacate (CBMA) (Fig. 1) que posee una extensión de 55.220 ha. El 50,33% del CBMA corresponde a la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Premontano la cual posee un rango de precipitación alto, pero no excesivo, entre 2000-4000 mm de promedio anual y un rango de temperatura entre los 17-24 °C, además, se ubica entre los 1400-2700 m de altitud (Holdridge 1947). Este bosque se considera semiperennifolio, con algunas pocas especies del dosel caducifolias durante la época seca. Los árboles del dosel generalmente son de 30-40 m de altura, con

las copas redondas anchas, además abundantes bejucos trepadores (Hartshom 1983). Esta zona se caracteriza por cultivos permanentes y pastizales. La segunda zona de vida más extensa dentro del CBMA es el Bosque Muy Húmedo Premontano Transición a Basal, correspondiente al 13,92% del área en estudio. Esta presenta también una precipitación promedio entre 2000-4000 mm, esta zona de vida se ubica entre los 500-1700 m de altitud y temperaturas que van de los 18-24 °C (García y Gálvez 2003).

El Bosque Húmedo Premontano, el cual se extiende sobre el 10,10% del territorio del CBMA, es la tercera zona de vida más amplia. Esta presenta también una precipitación promedio entre 1000-2000 mm, con un periodo seco de cinco meses y temperaturas que van de los 18-24 °C (MAG 2010). En lo que respecta al Bosque Húmedo Tropical corresponde al 7,19% del CBMA, con una precipitación entre 2000-4000 mm anuales, temperatura media entre 24-27 °C como promedio anual, condiciones semi-caducifolios o perennifolios y una estructura vegetal con estratos de hasta 50 m (Hartshom 1983).

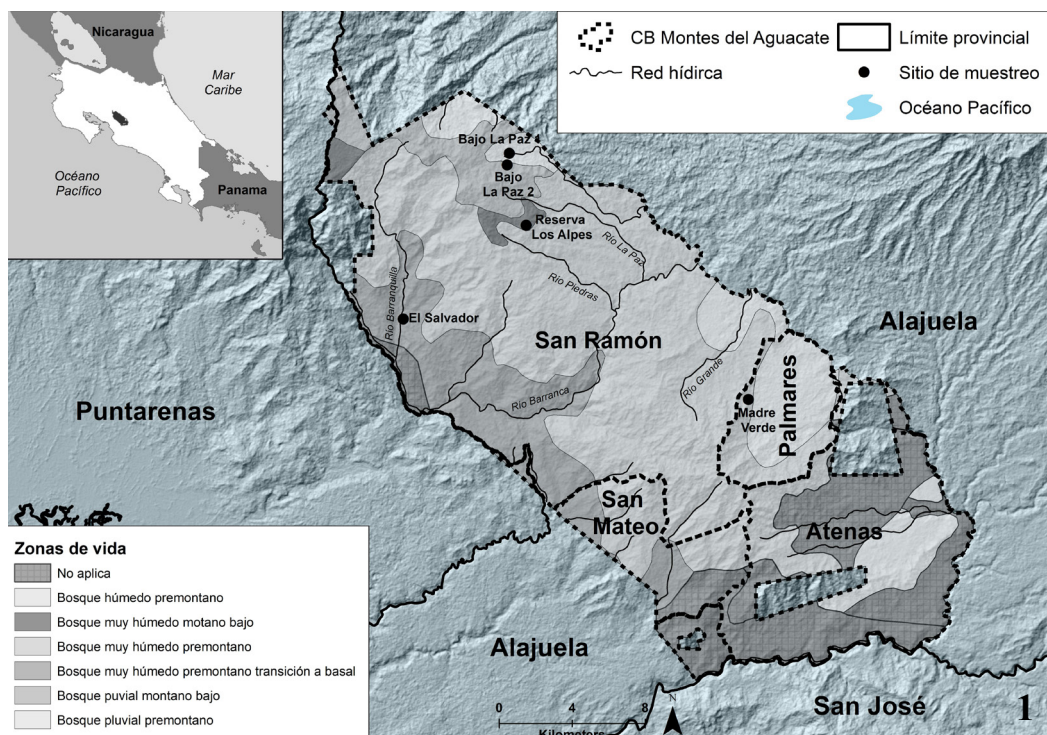


Figura 1. Ubicación del CBMA, sitios de muestreo y Zonas de Vida. / CBMA location, sampling sites and Life Zones.

El Bosque Húmedo Tropical Transición a Premontano con el 6,28% del CBMA es el cuarto tipo de bosque más común en este corredor biológico. Esta zona de vida posee condiciones de precipitación entre los 2000- 4000 mm, sin embargo, las temperaturas identificadas son relativamente altas con respecto a los demás tipos de bosque, entre los 24-30 °C, además esta se ubica entre los 600-900 m de altitud (CCT 2005). Con un 4,74% del territorio del CBMA, se encuentra el Bosque Pluvial Montano Bajo, con una estructura vegetal de menor altura (entre 25-30 m, sin embargo, algunas especies pertenecientes al género *Quercus* sp. pueden alcanzar hasta 50 m) respecto a las demás zonas de vida, entre los 1000-2000 mm anuales, una temperatura promedio entre los 18-24 °C (SNIT 2021). Este tipo de bosque presenta poca cantidad de epifitas debido a su bajo nivel de humedad, además predominan los fustes densos y cortos, aproximadamente los 30 m de altura (Holdrige 1947). El Bosque

Pluvial Premontano, comprende el 2,18% del total del área. Este consiste en un bosque perennifolio, con árboles generalmente altos (30-40 m de altitud) (Hartshorn 1983). Esta zona de vida registra altos niveles de precipitación, comprendidos entre 4000-8000 mm anuales y temperatura que van de 18-24 °C (SNIT 2021).

El Bosque Muy Húmedo Montano Bajo comprende el 1,25% del CBMA, cuenta con temperaturas relativamente más bajas que el promedio del corredor, entre 12-18 °C y una precipitación promedio de 3000 mm anuales. Presenta una vegetación densa con un dosel dividido de 15-30 m de altura, las epifitas forman densas aglomeraciones que cubren los troncos y el suelo cubierto de helechos, aráceas y begonias (MAG 2010). El Bosque Húmedo Tropical Transición a Perhúmedo cubre el 0,94% del CBMA, con una precipitación promedio de 3000 mm y entre 24-30 °C (SNIT 2021). Y por último el Bosque Muy Húmedo Premontano Transición a Pluvial con apenas 0,01% de extensión dentro del corredor biológico, con un registro de precipitación entre los 4000-8000 mm anuales y una temperatura promedio entre 18-24 °C (Holdrige 1967).

Metodología. La metodología aplicada corresponde a procesos similares llevados a cabo en estudios anteriores (Smith-Pardo y González 2007; Tommassi *et al.* 2004; Ramírez *et al.* 2014). El procedimiento se basó en utilizar trampas fabricadas con recipientes plásticos de colores llamativos para las abejas (amarillo, celeste y blanco), siguiendo un transecto de 110 m, en el cual se colocaron 12 trampas con distanciamiento de 10 m. En cada trampa se vertió 200 ml de agua mezclada con tres gotas de jabón líquido para romper la tensión superficial del agua. Alrededor de cada plato trampa en un área de 0,5 m² se roció un atrayente azucarado elaborado a partir de 200 ml de agua, 1/2 kg azúcar y esencia de menta (tres gotas). Las trampas se mantuvieron en funcionamiento durante un período de 24 horas para así evitar que los especímenes atrapados iniciaran su proceso de descomposición. Pasadas las 24 horas se procedió a colocar la muestra en alcohol al 90% para su traslado al laboratorio.

Análisis de datos. Se caracterizó el hábitat de cada una de las zonas de vida mediante la recopilación bibliográfica y se relacionó con la presencia de las especies recolectadas. Además, se sumó al análisis una capa de cobertura del uso de la tierra, clasificada como natural, pastos y uso urbano del año 2015 para relacionar el tipo de cobertura con la presencia de abejas sin aguijón. Además, se utilizaron los valores referentes al rango de vuelo de diversas especies, entre estas cuatro abejas pertenecientes al género *Trigona* Jurine, 1807 con las cuales se estimó un promedio para *T. silvestriana* (Vachal, 1908) y *T. fulviventris* (Guérin 1829) (Zurbuchen *et al.* 2010) y así relacionar la distancia de vuelo con la cobertura predominante. Además, fue desarrollado un modelo de rutas potenciales para las abejas basados en la velocidad del viento y la fricción que esta causa para el desplazamiento de individuos (Broussard *et al.* 2011; Nuñez 1979). Utilizando la base de datos Global Wind Atlas v3 (Davis *et al.* 2019) y la herramienta *Least Cost Path* del software QGIS 3.14 se generó una cobertura rasterizada con información sobre la velocidad del viento (m/s) cubriendo los cinco sitios de muestreo. Se tomo como valor máximo para realizar un vuelo una velocidad de hasta 2 m/s (Polatto *et al.* 2014; Wolf *et al.* 1989). En el sitio El Salvador la recolección se llevó a cabo en febrero del 2018, periodo seco del país y para todos otros sitios, los muestreos fueron realizados en agosto del 2018, que corresponde al período lluvioso de Costa Rica.

Resultados y Discusión

En la Tab. 1 se indica la presencia de las especies de abejas en cada una de las ZV, iniciando con un inventario de abejas para el CBMA. Importante mencionar, que se excluyen a los géneros *Neocorynura* Schrottky, 1879 y *Caenaugochlora* Michener, 1954 (Hymenoptera: Halictidae: Augochlorini) debido a que no pertenecen a la tribu Meliponini.

Tabla 1. Total de especies de abejas identificadas por Zona de Vida en el Corredor Biológico Montes del Aguacate, Costa Rica. / Species of bees collected by Life Zone in the Montes del Aguacate Biological Corridor, Costa Rica.

Sitio	Zona de Vida	Total de individuos	Familia	Subfamilia	Género	Especie
El Salvador	bmh-PTB	14	Apidae	Meliponini	<i>Trigona</i>	<i>silvestriana</i>
Madre Verde	bh-P	4	Apidae	Meliponini	<i>Trigona</i>	<i>silvestriana</i>
Los Alpes	bmh-MB	2	Apidae	Meliponini	<i>Trigona</i>	<i>fulviventris</i>
Bajo La Paz 1	bp-P	1	Halictidae	Augochlorini	<i>Caenaugochlora</i>	sp.
Los Alpes	bmh-MB	1	Halictidae	Augochlorini	<i>Neocorynura</i>	sp.

* Zona de vida: bmh-PTB=Bosque muy húmedo premontano transición basal; bh-P= Bosque húmedo premontano; bmh-MB= Bosque muy húmedo montano bajo; bmh-P= Bosque muy húmedo premontano; bp-MB= Bosque pluvial montano bajo; bp-P= Bosque pluvial premontano.

En lo que respecta al tipo de cobertura (Fig. 2), se exponen los rangos de vuelo establecidos para las especies recolectadas. Se tomó un valor de 1.024 m de distancia con respecto a su nido para construir el rango de vuelo para ambas especies. Es importante mencionar que el sector noroeste del CBMA, correspondiente a los puntos de muestreo Bajo La Paz 1, no se capturaron especies de abejas sin aguijón, pero si de un género ajeno a la tribu Meliponini. El sitio Bajo La Paz 2, a 680 m del anterior, no se capturó ninguna especie de abeja.

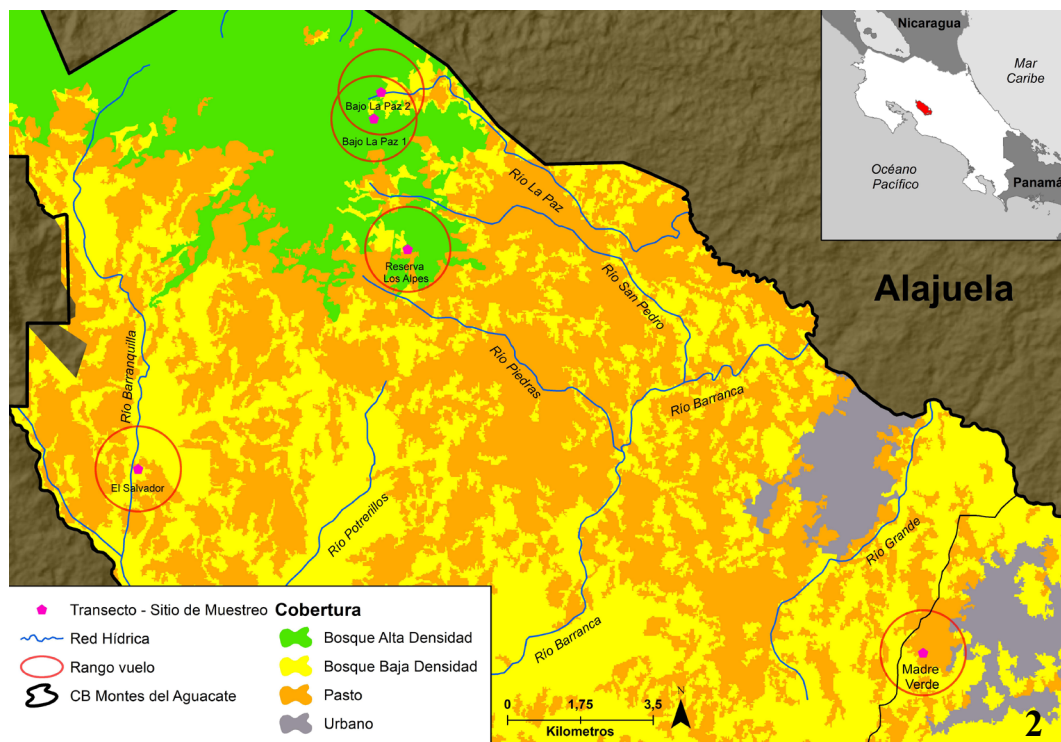


Figura 2. Cobertura del suelo, sitios de muestreo y rango de vuelo del género *Trigona*. / Soil cover, sampling sites and flight range of the genus *Trigona*.

La especie *Trigona silvestriana* tuvo mayor amplitud pues estuvo presente en dos sitios de muestreo. Se asocia esta especie a sitios con temperaturas cálidas y se estima que es posible

encontrarla en un gradiente altitudinal amplio. Willie (1965) menciona la capacidad de adaptación con la que cuenta esta especie, por tanto, a escala de América Central y sur de México se distribuye regularmente, situación que responde a lo documentado en el CBMA. La riqueza y abundancia de abejas *T. fulviventris* se reduce a dos individuos en un único sitio de muestreo, sin embargo, Brosi (2009) en la zona sur del país, capturó un total de 512 individuos (45% del total). Se atribuye esta variación a los distintos ecosistemas en cada zona estudiada, así como a las diferentes técnicas de muestreo aplicadas. Es importante mencionar que la ubicación geográfica de Costa Rica y otras variables como las orográficas, climáticas y su edad geológica generan diversos microclimas (García y Gálvez 2003) y esta especie podría ser más abundante en ecosistemas ausentes en el CBMA. Los sitios de muestreo con presencia de abejas meliponas no presentan conectividad estructural pues la continuidad de la cobertura forestal se ve interrumpida por áreas de pastos, a excepción del sitio Los Alpes (Fig. 2).

Un modelo de velocidad del viento a una altura del suelo de 10 m y las rutas de vuelo idóneas ($\leq 2\text{m/s}$) se presenta en la Fig. 3. En total se registraron 11.935 km de rutas, de las cuales el 68% presentan cobertura de bosque natural. El sitio Madre Verde presentó el menor valor (0,366 km) y la menor cobertura de bosque natural (19,49%), mientras que los sitios Bajo La Paz 1 y Bajo La Paz 2, en conjunto suman 2,609 km con la mayor cobertura natural (75,87%) de las rutas. La idoneidad en rutas de menor fricción por velocidad del viento favorece el comportamiento de forrajeo de las meliponas y por ende su potencial de brindar el servicio ecosistémico de la polinización (Broussard *et al.* 2011; Polatto *et al.* 2014). La capacidad de vuelo y retorno al nido está asociada con el uso del hábitat circundante para abejas, de ahí la importancia de la distancia de desplazamiento desde la colmena hasta las áreas de forrajeo (Correia *et al.* 2017, 2020). La topografía con pendientes fuertes en el CBMA favorece zonas con alta velocidad del viento y por tanto reduce el hábitat ideal para el movimiento de las abejas.

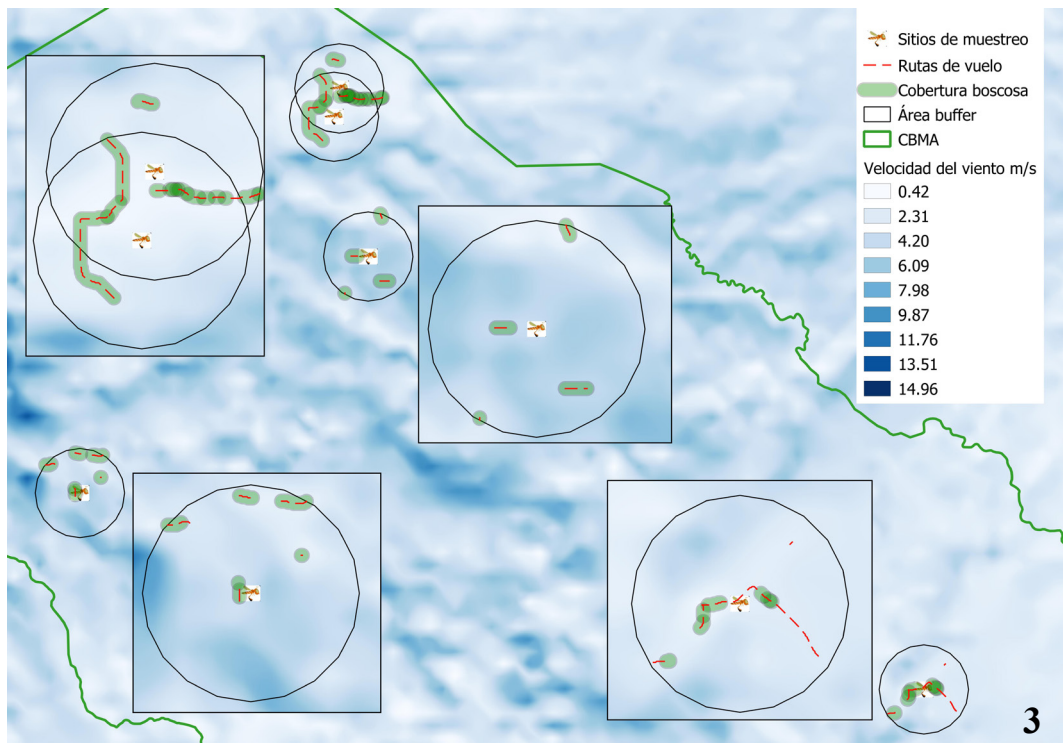


Figura 3. Rutas de vuelo de menor costo proyectadas para las abejas meliponas a partir de un modelo de velocidad del viento (m/s) a una altura máxima de 10 m. Se incluye el sombreado verde para representar las secciones de las rutas con cobertura de bosque natural. / Lower cost flight paths projected for melipon bees from a model of wind speed (m / s) at a maximum height of 10 m. Green shading is included to represent sections of the routes with natural forest cover.

Conclusiones

El CBMA mantiene remanentes de cobertura natural que conforma parte esencial del hábitat de las especies de meliponas identificadas, sin embargo, a pesar de estar bajo la categoría de corredor biológico, existe pérdida de conectividad entre los fragmentos de bosque natural. Además, aunque la complejidad topográfica del corredor favorece la conservación de áreas de protección de bosque, también influyen sobre la dinámica del viento, el cuál es un factor determinante para el vuelo de las meliponas. El CBMA y otros corredores biológicos requieren mayor esfuerzo de investigación dirigido a las abejas meliponas debido a los vacíos de información existentes y a la importancia de sus servicios ecosistémicos. El desarrollo de iniciativas ligadas a conocer la ecología de este grupo de abejas, son vitales para generar políticas públicas para su conservación.

Literatura Citada

- Acuña, G. (2006)** Producción de piña en Caribe y Pacífico Sur de Costa Rica. Ambientico, 158. Universidad Nacional Heredia, Costa Rica.
- Brosi, B. (2009)** The complex responses of social stingless bees (Apidae: Meliponini) to tropical deforestation. *Forest Ecology and Management*, 258: 1830-1837.
- Broussard, M., Rao, S., Stephen, W.P. y White, L. (2011)** Native bees, honeybees, and pollination in Oregon cranberries. *HortScience Horts*, 46(6): 885-888. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.6.885>
- Camargo, J. y Pedro, S. (2007)** Meliponini Lepageletier. *En: J. Moure & D. Urban. Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region.* pp. 272-578. Sociedade Brasileira de Entomologia, Brasil.
- Camberos, M.T. (2019)** Abeja melipona, valorización de una especie ancestral en peligro de extinción. *En: Sánchez-Cano, J.E.* pp. 160-188. Desarrollo sostenible de zonas áridas y semiáridas frente al cambio climático. El Colegio de la Frontera Sur y Universidad de Juárez del Estado de Durango, México.
- Centro Científico Tropical (2005)** Plan de Manejo de la Reserva Biológica Monteverde. Monteverde, Costa Rica. Disponible en: https://panorama.solutions/sites/default/files/plan_de_manejo_rbbnm.pdf
- Correia, F.C., Peruquetti, R.C., da Silva, Ribeiro, A. y Gomes, F.A. (2017)** Distância de voo para forrageamento da abelha urucu beijo (*Melipona eburnea* Friese, 1900). *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 20(3): 143-146. <https://doi.org/10.25110/arqvet.v20i3.2017.5838>
- Correia, F.C., Peruquetti, R.C. y Pires, G.A. (2020)** Determinação da área de forrageamento da espécie *Melipona grandis* (Apidae: Meliponina) pelo método de captura e recaptura. *Oecologia Australis*, 24(3): 714-720. <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2403.15>
- Davis, N., Badger, J., Hahmann, A.N., Hansen, B.O., Olsen, B.T., Mortensen, N.G., Heathfield, D., Onninen, M., Lizcano, G. y Lacave, O. (2019)** Global Wind Atlas v3. Technical University of Denmark. Dataset. <https://doi.org/10.11583/DTU.9420803.v1>
- Figuroa, G. y Prendas, P. (2015)** Sistema automático de clasificación de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) basado en el contorno y venación de sus alas. Informe Técnico. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Coata Rica. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6448/informe-doc1-abejas.pdf>
- Freitas, B.M., Imperatriz-Fonseca, V.L., Medina, L.M., Kleinert, A. de M.P., Galetto, L., Nates-Parra, G. y Quezada-Euán, J.J.G. (2009)** Diversity, threats, and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie*, 40(3): 332-346.

- Fundación Madre Verde (2013)** Plan estratégico 2013-2018. Fundación Madre Verde, Alajuela, Costa Rica. Disponible en: <http://fundacionmadreverde.org/wp-content/uploads/2020/11/Documento-Plan-Estrategico-2019-2021-sin-presupuesto-para-página-web-17enero2019.pdf>
- García, A. (2018)** Qué son los neonicotinoides y su efecto en las abejas. Ecología Verde. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-losneonicotinoides-y-su-efecto-en-las-abejas-1648.html>
- García, G. y Gálvez, N. (2003)** La biodiversidad en Costa Rica: sus causas, distribución, importancia y amenazas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. pp. 95-122.
- Hartshorn, G.S. (1983)** Plants: introduction, pp. 118-157. *In*: D.H. Janzen (ed.). Costa Rica Natural History. The University of Chicago, Chicago, Illinois.
- Holdridge, L. (1947)** Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105: 2727.
- Holdridge, L.R. (1967)** Life Zone Ecology. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical. 206 pp.
- Kjøhl, M., Ander, N. y Stenseth, N.C. (2011)** Potential effects of climate change on crops pollination. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, Italy. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Biodiversity-pollination/Climate_Pollination_17_web__2_.pdf
- La Libertad (2017)** Protección de las abejas en Colombia está a un paso de ser ley de la República. Barranquilla, Colombia. Consultado el 15 de febrero del 2021. Disponible en: <https://diariolalibertad.com/sitio/2019/05/28/proteccion-de-las-abejas-en-colombia-esta-a-un-paso-de-ser-ley-de-la-republica/>
- Maglianesi, M.A. (2013)** Desarrollo de las piñeras en Costa Rica y sus impactos sobre ecosistemas naturales y agro-urbanos. *Biocenosis*, 27(1-2): 62-70.
- Michener, C.D. (2007)** The bees of the world (2nd ed). Baltimore: Johns Hopkins University Press. 992 pp.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2010)** Caracterización biofísica de las zonas definidas para la implementación de las opciones de cosecha de agua. CEMEDE. Nicoya, Costa Rica.
- Nuñez, J. (1979)** Actividad de vuelo de abejas domésticas y factores condicionantes. *Acta Zoológica Lilloana*, 34: 41-45.
- Polatto, L.P., Chaud-Netto, J. y Alves-Junior, V.V. (2014)** Influence of abiotic factors and floral resource availability on daily foraging activity of bees: Influence of abiotic and biotic factors on bees. *Journal of Insect Behavior*, 27: 593-612. <https://doi.org/10.1007/s10905-014-9452-6>
- Ramírez, L., Alanís, G., Ayala, R., Velazco, C. y Favela, S. (2014)** El uso de platos trampa y red entomológica en la captura de abejas nativas en el estado de Nuevo León, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(3): 508-538.
- Smith-Pardo, A. y González, V.H. (2007)** Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) en estados sucesionales del bosque húmedo tropical. *Acta Biológica Colombiana*, 12(1): 43-55.
- Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) (2018)** Infraestructura Nacional de Datos Espaciales de Costa Rica. Disponible en: www.snitcr.go.cr
- Tommasi, D., Miro, A., Higo, H.A. y Winston, M.L. (2004)** Bee diversity and abundance in an urban setting. *Canadian Entomologist*, 136(6): 851-869.
- Valencia, M.A. (2019)** Ley que buscaba protección de abejas en Colombia se hundió en Congreso. Bogotá, Colombia. Consultado el 01 de diciembre de 2020. Disponible en: <https://www.lafm.com.co/politica/ley-que-buscaba-proteccion-de-abejas-en-colombia-se-hundio-en-congreso>
- Watson, V. y Tosi, J. (1999)** El sistema de zonas de vida. *Biocenosis*, 13(1-2): 57-62.

- Willie, A. (1965)** Las abejas atarrá de la región mesoamericana del género y subgénero *Trigona* (Apidae Meliponini). *Revista de Biología Tropical*, 13(2): 271-291.
- Wolf, Th. J., Schmid-Hempel, P., Ellington, C. y Stevenson, R. (1989)** Physiological correlates of foraging efforts in honey-bees: Oxygen consumption and nectar load. *Functional Ecology*, 3(4): 417-424. <https://doi.org/10.2307/2389615>
- Zumbado, M.A. y Azofeifa, D. (2018)** Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). Costa Rica. 204 pp.
- Zurbuchen, A., Landert, L., Klaiber, J., Müller, A., Hein, S. y Dorn, S. (2010)** Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation*, 143(3): 669-676.