

**VARIABLES BIOCLIMÁTICAS QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN DE LA
HORMIGA *Myrmecocystus mexicanus* EN MÉXICO^a****CLIMATE VARIABLES THAT DETERMINE THE DISTRIBUTION OF THE ANT
Myrmecocystus mexicanus IN MEXICO**Hernandez-Silva, N.¹; Juárez-García R.A.²

¹ *Departamento de Patrimonio Biocultural, Dirección de Patrimonio Cultural, Secretaría de Cultura del Gobierno del Estado de Puebla. Av. 4 Ote. 211 Colonia Centro, C. P. 72000 Ciudad de Puebla-Puebla, México. nhsceprobi@outlook.com*

² *Maestría en Protección Vegetal, División de Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato. Ex Hacienda El Copal, Km 9 Carretera Irapuato-Silao, C.P. 36500, Irapuato, Gto., México. r.juarezgarcia@ugto.mx*

Fecha de envío: 21, agosto, 2018

Fecha de publicación: 01, diciembre, 2019

Resumen:

La miel de *M. mexicanus* es empleada como alimento y remedio tradicional en algunas comunidades rurales de México, Dado esta importancia, se considera relevante conocer las variables ambientales que determinan su distribución para proponer estrategias de conservación y un óptimo aprovechamiento. Se elaboró una base de datos con el reporte de presencia de *M. mexicanus*. Y mediante el modelo de máxima entropía (Maxent), con el uso de 22 variables bioclimáticas como predictoras, se estimaron las Variables bioclimáticas que determinan la distribución de esta hormiga. Las variables de mayor importancia fueron: régimen de humedad del suelo (31.8%), régimen de humedad del suelo (18.86%), temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (18.4%).

Palabras clave: Miel de hormiga, distribución, variables bioclimáticas.

Abstract:

The honey of *M. mexicanus* is used as a food and traditional remedy in some rural communities of Mexico. Given this importance, it is considered relevant to know the environmental variables that determine their distribution to propose conservation strategies and optimal use. A database with the presence report of *M. mexicanus* was elaborated. And using the maximum entropy model (Maxent), with the use of 22 bioclimatic variables as predictors, the bioclimatic variables that determine the distribution of this ant were estimated. The most important variables were: soil moisture regime (31.8%), soil moisture regime (18.86%), average temperature of the warmest quarter (18.4%).

Keywords: Ant honey, distribution, bioclimatic variables.

^a Trabajo derivado de vinculación entre el Departamento de Patrimonio Biocultural, Dirección de Patrimonio Cultural, Secretaría de Cultura del Gobierno del Estado de Puebla y Profesores del departamento de Agronomía de la Universidad de Guanajuato.

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Myrmecocystus* se distribuyen en el Neártico y el Neotrópico (Lach et al., 2010), dentro de las zonas áridas de Norteamérica, África y Australia (Conway, 1994). La constante escases de alimento, que es característico de su hábitat, generó en los adultos trabajadores, la capacidad de cosechar durante el verano, néctar de órganos florales, jugos de frutas y exudados de insectos áfidos y pseudococcinélidos, y almacenarlo en una porción bulbosa posterior de su metasoma, para servir como contenedores vivos del néctar colectado y alimentar a la colonia durante el invierno (Snelling, 1976), como resultado de una adaptación evolutiva a su entorno (Kronauer et al., 2004).

Particularmente, *M. mexicanus* se distribuye del suroeste de Estados Unidos hasta México, donde es comúnmente nombrada nequazcatl (hormiga de miel) (Conway, 1986), y aprovechada como recurso alimenticio (Ramos-Rostro et al., 2009), y medicinal, para el tratamiento de Otitis, infecciones en boca, control de fiebre infantil y en tratamiento de Lepra (Serrano-Gonzales et al., 2015).

Asimismo, forma parte importante de la dieta tradicional de algunas comunidades de la Mixteca oaxaqueña, donde es colectada durante los meses de febrero, marzo y abril (Ramos-Elorduy et al., 1997; García-Mendoza et al., 2004).

Myrmecocystus mexicanus es la segunda especie del género con mayor distribución en la república mexicana (Hernández-Ruiz et al., 2019), sin embargo, se desconocen las variables ambientales que lo determinan. Esta información puede calcularse mediante modelamientos predictivos con Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Guisan & Thuiller, 2005), los cuales permiten generar estimaciones de nicho ecológico e indirectamente, de distribución, basados en ubicaciones de ocurrencia georreferenciadas y sus variables ambientales como predictores (Phillips et al., 2019). Debido a la importancia de *M. mexicanus* como ente biológico y como recurso en la dieta y la medicina tradicional mexicana, es pertinente conocer los parámetros ambientales que influyen en su desarrollo y distribución, que permitan generar estrategias para su aprovechamiento y conservación. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar las variables ambientales asociadas a la formación de sus nichos ecológicos, dentro del territorio mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró una matriz de datos de registros históricos de *M. mexicanus* en México. La información se obtuvo a partir de la revisión de la colección nacional de insectos de la UNAM y del registro del Museum of Comparative Zoology de la Universidad de Harvard.

Cuadro 1. Variables ambientales y bioclimáticas utilizadas para determinar la distribución de la hormiga *M. mexicanus*.

Table 1. Environmental and bioclimatic variables used to determine the distribution of the ant *M. mexicanus*.

Código	Descripción de la variable	Unidades *
Bio1	Temperatura media anual	° C
Bio2	Rango de temperatura media diurna	°C
Bio3	Isotermalidad	Adimensional
Bio4	Estacionalidad de la temperatura	CV
Bio5	Temperatura máxima del mes más cálido	° C
Bio6	Temperatura mínima del mes más frío	° C
Bio7	Rango anual de temperatura	° C
Bio8	Temperatura media del trimestre más lluvioso	° C
Bio9	Temperatura media del trimestre más seco	° C
Bio10	Temperatura media del trimestre más cálido	° C
Bio11	Temperatura media del trimestre más frío	° C
Bio12	Precipitación anual	mm
Bio13	Precipitación del mes más húmedo	mm
Bio14	Precipitación del mes más seco	mm
Bio15	Estacionalidad de la precipitación	CV
Bio16	Precipitación del trimestre más lluvioso	mm
Bio17	Precipitación del trimestre más seco	mm
Bio18	Precipitación del trimestre más cálido	mm
Bio19	Precipitación del trimestre más frío	mm
Bio20	Altitud	m
Bio21	Régimen de humedad	Días
Bio22	Vegetación	23 Tipos
Bio23	Perfil edáfico	19 Tipos

* ° C = grados centígrados, CV = coeficiente de variación, m = metros, mm = milímetros.

Posteriormente se generó un modelo de idoneidad del hábitat con el software MaxEnt versión 3.4.1, el cual estima la probabilidad de distribución de las especies basada en el conjunto de ubicaciones de ocurrencia georreferenciado y sus variables ambientales como predictores, mediante el método de máxima entropía y el método bayesiano (Phillips et al., 2019). Se utilizaron 23 variables (Cuadro 1), 19 bioclimáticas con resolución espacial de 0.5 minutos de arco, obtenidas de la base de datos WorldClim (www.worldclim.org). Los datos digitales de elevación (DEM, 90 m de resolución) se obtuvieron de CGIAR-CSI (<http://srtm.csi.cgiar.org>), mientras que las capas en formato vectorial de uso de suelo y vegetación se tomaron de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (INEGI, 2013), y el régimen de humedad del suelo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Maples-Vermeersch, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos de distribución de especies son importantes para una variedad de aplicaciones en ecología y conservación (Hernández-Ruiz et al., 2016). Por ejemplo, se han aplicado al estudio del impacto del cambio climático sobre especies de importancia biológica (Plutzer et al., 2016), patrones espaciales de la diversidad de especies (López-Martínez et al., 2016), y para este análisis preliminar nos proporcionan un acercamiento a las variables bioclimáticas a considerar en la distribución espacial de la hormiga *M. mexicanus*.

Para este análisis preliminar de las variables bioclimáticas que determinan la distribución *M. mexicanus*, se consideró la probabilidad de presencia dada por el programa Maxent como un valor de idoneidad ambiental para el desarrollo favorable de la especie (Phillips et al., 2009).

De las 23 variables utilizadas como predictores para el modelo de distribución potencial de *M. mexicanus* basado en colecciones históricas, cuatro contribuyeron a determinar más de 77% de la estimación total del modelo. Las de mayor importancia fueron régimen de humedad del suelo (31.8%), temperatura mínima promedio del periodo más frío (18.86%), temperatura promedio del trimestre más cálido (18.4%) y estacionalidad de la temperatura (8.6) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Contribuciones porcentuales de las variables bioclimáticas en los modelos de predicción para la hormiga *M. mexicanus*.

Table 2. Percentage contributions of the bioclimatic variables in the prediction models for the ant *M. mexicanus*.

Variable	Contribución porcentual
Régimen de humedad del suelo (Bio21)	31.80
Temperatura mínima promedio del periodo más frío (Bio6)	18.86
Temperatura promedio del trimestre más cálido (Bio10)	18.40
Estacionalidad de la temperatura (Bio 4)	8.60

La mayoría de los registros de incidencia de *M. mexicanus* se ubican en el altiplano mexicano, particularmente en zonas áridas con climas cálidos donde la vegetación asociada es de matorral xerófilo, sin embargo, existen registros en Santa Catarina Tayata en Tlaxiaco, Oaxaca, donde el clima es templado subhúmedo, con temperatura media anual entre 12 y 18 °C y temperatura del mes más caliente de 22 °C, por lo que la distribución de la especie, además de ubicarse en la región del neotrópico árido del norte, también abarca el neotrópico subhúmedo de Mesoamérica, principalmente en la Provincia del Balsas, confinada por el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, donde los climas predominantes son semiáridos y subhúmedos (Hernández-Ruiz et al., 2019).

Se observó que la probabilidad de presencia de *M. mexicanus* aumenta en un régimen de humedad ústico, al ubicarse en un rango por encima de los 200 y hasta los 250 días. Asimismo, con una temperatura mínima de 0 a 5 °C en el periodo más frío, la probabilidad de presencia de la especie es superior al 50 %, y decae drásticamente hasta menos de 1 %, cuando la temperatura en este periodo supera los 12 °C (Figura 1).



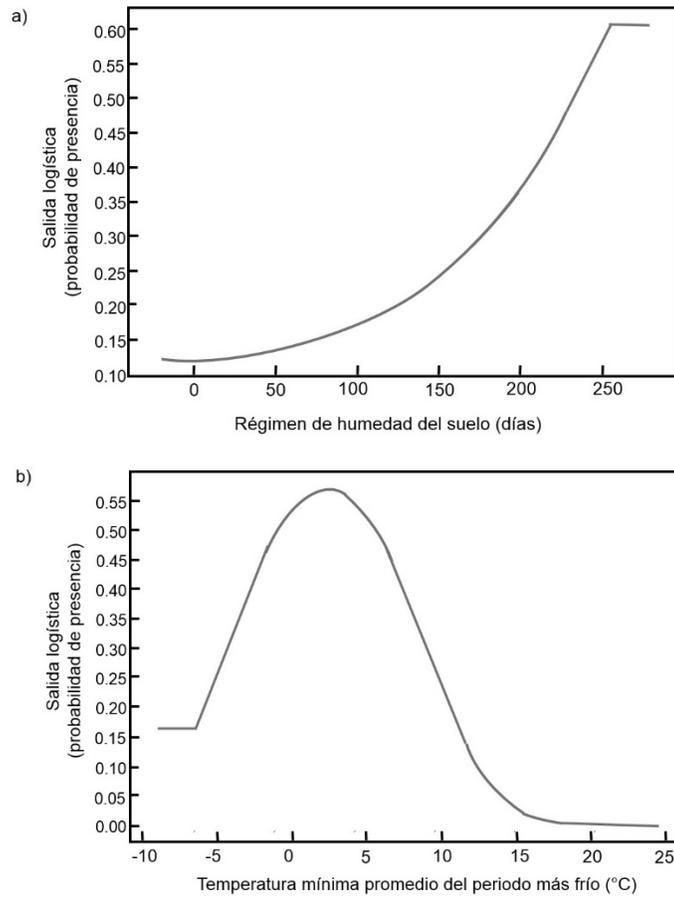


Figura 1. Probabilidad de presencia de *M. mexicanus* en relación con las variables a) régimen de humedad del suelo y b) temperatura promedio del periodo más frío.

Figure 1. Probability of the presence of *M. mexicanus* in relation to the variables a) soil moisture regime and b) average temperature of the coldest period.

La temperatura promedio del cuatrimestre más cálido muestra que la probabilidad de presencia de la especie decae por debajo del 50 % con valores superiores a 44°C, mientras que con una estacionalidad de la temperatura de 200 unidades, la probabilidad de presencia es cercana a 70 % (Figura 2).



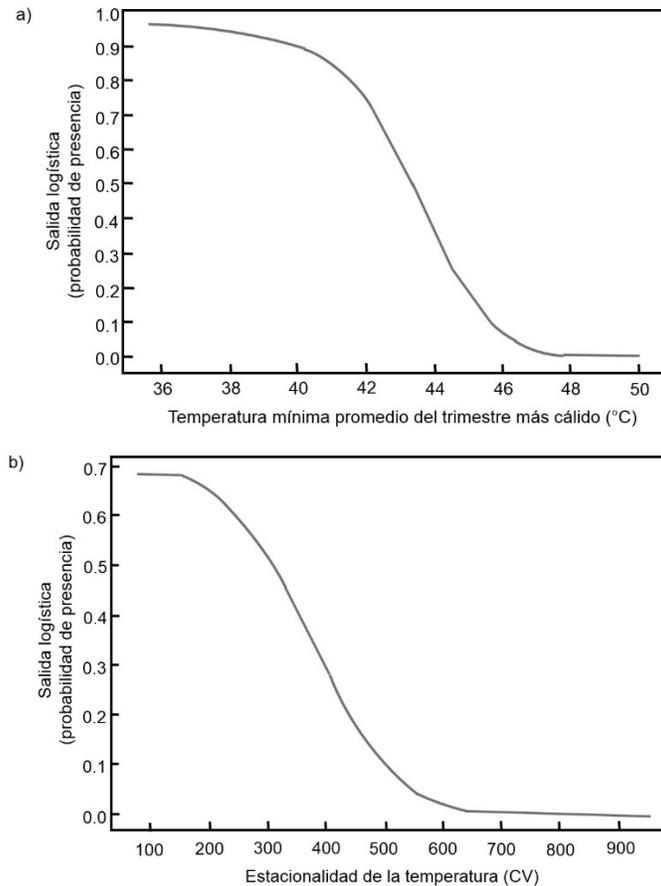


Figura 2. Probabilidad de presencia de *M. mexicanus* respecto a las variables a) temperatura promedio del cuatrimestre más cálido y b) estacionalidad de la temperatura.

Figure 2. Probability of the presence of *M. mexicanus* with respect to the variables a) average temperature of the warmest four-month period and b) temperature seasonality.

CONCLUSIÓN

Conocer las variables ambientales involucradas en la distribución del hábitat de *M. mexicanus*, permite generar estrategias de conservación para la especie. Sin embargo, es necesario realizar una actualización de los sitios de ocurrencia, a fin de corroborar el estado actual de su distribución, lo que permita generar un manejo adecuado de este recurso.

LITERATURA CITADA

- Conway, J.R. (1986). The Biology of Honey Ants. *The American Biology Teacher*. Vol. 48(6): 335-343.
- Conway, J.R. (1994). Honey ants. *American Entomologist*, 40(4), 229-234.
- García-Mendoza, A.J., Díaz, M.D.J.O., & Briones-Salas, M. (Eds.). (2004). Biodiversidad de Oaxaca. UNAM.
- Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology letters*, 8(9), 993-1009.
- Hernández-Ruiz, J., Espinosa-Trujillo, E., Ruiz-Nieto, J.E., & Mireles-Arriaga, A.I., (2019). Primer registro de *Myrmecocystus mexicanus* Wesmael (Hymenoptera: Formicidae) en la Mixteca de Oaxaca, México. *Logos, Ciencia y Tecnología*.
- Hernández-Ruiz, J., Herrera-Cabrera, B.E., Delgado-Alvarado, A., Salazar-Rojas, V.M., Bustamante-Gonzalez, A., Campos-Contreras, J., & Ramírez-Juárez, J. (2016). Potential distribution and geographic characteristics of wild populations of *Vanilla planifolia* (Orchidaceae) Oaxaca, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 64: 235-246.
- Kronauer, D.J.C., Holldobler, B., & Gadau, J. (2004). Phylogenetics of the new world honey ants (genus *Myrmecocystus*) estimated from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 32: 416-421.
- Lach, L., Parr, C., Abbott, K. (Eds.). (2010). *Ant ecology*. Oxford University Press.
- López-Martínez, V., Sánchez-Martínez, G., Jiménez-García, D., Coleman, T.W. (2016). Environmental suitability for *Agilus auroguttatus* (Coleoptera: Buprestidae) in Mexico using MaxEnt and database records of four *Quercus* (Fagaceae) species. *Agric. For. Entomol.* 18:409-418.
- Maples-Vermeersch, M. 1992. Regímenes de humedad del suelo en Hidrogeografía IV.6.2 Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, y UNAM, MEX.
- Phillips, S.J., Dudík, M., Elith, J., Graham, C.H., Lehmann, A., Leathwick, J., Ferrier, S. (2009). Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecol. Appl.* 19: 181-197.



- Plutzer, C., Erb, K.H., Gaube, V., Haberl, H., Krausmann, F. (2016). Of Birds and Bees: Biodiversity and the Colonization of Ecosystems. In Social Ecology. Springer International Publishing.
- Ramos-Elorduy, J., Moreno J.M.P., Prado, E.E., Perez, M.A., Otero, J.L., & De Guevara, O.L. (1997). Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. *Journal of food composition and analysis*, 10(2), 142-157
- Ramos-Rostro, B., Figueroa-Colín, S., Olguín-Arredondo, H. (2009). Extracción de hormigas mieleras. *Revista virtual gastronómica*, 34.
- Serrano-González, R., Guerrero-Martínez, F., Pichardo-Barreiro, Y., Serrano-Velázquez, R. (2015). Los artrópodos medicinales en tres fuentes novohispanas del siglo XVI. *Etnobiología*, 11(2), 24-34.
- Snelling, R.R. (1982). A revision of the honey ants, genus *Myrmecocystus*, first supplement (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 81(2), 69-86.

