



Análisis de Sensibilidad *Vespa mandarinia*, su posible introducción y distribución en México



"ESTE PROGRAMA ES PÚBLICO, AJENO A CUALQUIER PARTIDO POLÍTICO. QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS EN EL PROGRAMA"



**GOBIERNO DE
MÉXICO**

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA



Evento	Tipo de Análisis	Nivel de riesgo
Monitor de riesgos	Análisis de Sensibilidad <i>Vespa mandarinia</i> , su posible introducción y distribución en México	

Impacto	Alto	3	6	9
	Medio	2	4	6
	Bajo	1	2	3
		Bajo Medio Alto		
		Probabilidad		

El Avispón asiático gigante (*Vespa mandarinia*) también conocida como Abeja Gorrión Gigante, es un insecto depredador agresivo que, a pesar de su naturaleza, no puede hacer frente a la acelerada pérdida de hábitat, que es la mayor amenaza para la supervivencia en estado silvestre.

Características físicas

Forma parte de la orden Hymenoptera, familia Vespidae, puede vivir en promedio de 3 a 5 meses, su tamaño varía de los 2.7 a 5.5 cm, llegando a presentar una envergadura alar de 7.6 cm, los machos y las hembras son considerablemente más pequeños que las reinas, de 3.5 a 3.9 cm de longitud corporal. Tanto las reinas como las obreras tienen anatomía reproductiva, y aunque las obreras no se reproducen; los machos son morfológicamente similares a las hembras, pero carecen de aguijón.

V. mandarinia se distingue fácilmente de la mayoría de otros avispones grandes por su tamaño distintivo; cabeza grande, amarilla a naranja con ojos negros; y un distintivo clipeo hendido. *Vespa crabro* (avispon europeo), es la única especie de *Vespa* establecida en Norte América, la cual se diferencia de *V. mandarinia* por las características de la cabeza y coloración general (Imagen 1). *V. crabro* fue introducido a Norteamérica en el siglo XIX para el control biológico de plagas forestales (Beggs et al., 2011), su distribución se limita a todos los estados ubicados al este de las Grandes Llanuras, excepto la mayoría de los tramos meridionales del este de Norteamérica.

Impacto



Imagen 1. Comparación de las características distintivas del avispon gigante asiático *V. mandarinia* (izquierda) contra el avispon europeo *V. crabro* (derecha).

*Crédito de la imagen: Allan Smith-Pardo, Invasive Hornets, USDA APHIS PPQ

Comportamiento

V. mandarina Es una especie eusocial, lo que significa que su estructura social implica una jerarquía, así como el cuidado cooperativo de las generaciones jóvenes, y la existencia de clases reproductivas y no reproductivas, es la única especie de avispa que realiza ataques en grupo contra colmenas y otros nidos de avispas eusociales, los cuales se presentan mayormente en verano, y se pueden dividir en tres etapas:

- a) Fase de caza: Obreras que se ubican cerca de la entrada de una colmena capturan abejas en vuelo usando sus mandíbulas, para retirar partes del cuerpo del mesosoma, regresan a su nido y alimentan a sus larvas, esta fase puede continuar indefinidamente, y la progresión a la siguiente fase depende de la distancia entre el nido y la colmena.
- b) Fase de sacrificio: Esta fase involucra de 2 a 50 avispones atacantes, los cuales se enfocan en una sola colmena o nido que haya sido marcado con feromonas por una obrera, se mantienen cerca de la entrada de la colmena y matan a las abejas que contratacan, los cadáveres de las presas son ignorados durante la fase de sacrificio. La duración de la fase es variable y depende tanto del número de avispones atacantes como de la intensidad de la defensa.
- c) Fase de ocupación: Una vez que la defensa ha cesado, el avispón se vuelve territorial, y los guardias amenazan a otros insectos que se acercan a la colmena ocupada chasqueando audiblemente sus mandíbulas. Las obreras a menudo pasan la noche en una colmena ocupada en lugar de en su propio nido.

Alimentación

Puede ser omnívoro, pero especialmente es insectívoro, las obreras se alimentan principalmente de escarabajos (*Coleoptera*), pero también cazan gusanos córneos (*Manduca*), mantides (*Mantodea*), abejas (*Apis mellifera* y *Apis cerana*) y avispas eusociales. Se alimenta con frecuencia de savia de árbol, especialmente en robles (*Quercus*), también consumen frutas con pericarpos blandos y altos niveles de azúcar. Esta es la única especie de *Vespa* que frecuentemente se dedica a la trofalaxis extranidal (alimentarse fuera del nido mediante regurgitación). Los trabajadores adultos no pueden digerir alimentos sólidos; por lo tanto, subsisten con savia y saliva larvaria

Las abejas o avispas presas que son recogidas en estos ataques, son masticadas para crear una pasta altamente nutritiva, una vez en el nido, es regurgitada y se convierte en alimento para las larvas. Los ataques masivos sólo se observan en otoño, cuando se crían en el nido cientos de nuevas reinas y machos.

Reproducción y ciclo de vida

A diferencia de otros avispones, la cópula tiene lugar en las entradas de los nidos, proceso que inicia con la liberación de feromonas sexuales. Una vez que una reina sale del nido, un macho la sujeta en el aire, causando que ambos caigan al suelo, donde la cópula continúa de 8 a 45 segundos.

Las obreras necesitan unos 40 días para crecer de huevo a adulto, y viven desde la primavera hasta el invierno; las reinas y los machos se desarrollan más tarde en verano, los machos generalmente mueren poco después de aparearse en el otoño, y las reinas viven hasta un año. El apareamiento tiene lugar durante el otoño; después de la cópula, la reina encuentra un lugar para pasar el invierno y terminando este, una vez establecida en un nido rudimentario, comienza su colonia, los huevos son puestos desde la primavera hasta el otoño, produciendo una nidada inicial de hasta 40 huevos, convirtiéndose en la primera generación de obreras; a principios de agosto, la reina produce miles de huevos adicionales y el nido alcanza su desarrollo completo. Los huevos fertilizados se convierten en las reinas de la siguiente temporada, y los huevos no fertilizados se convierten en los machos de la siguiente temporada. Las nuevas reinas y los machos son atendidos por las obreras, mientras que la primera generación de obreras era atendida por la reina.

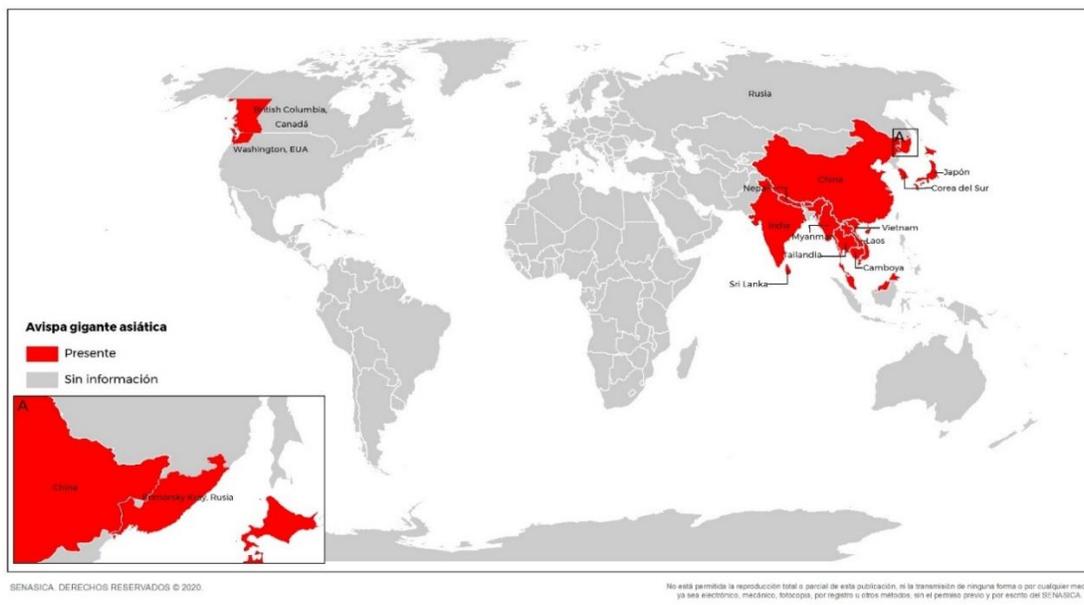
Hábitat y distribución

El avispón tiende a vivir en montañas bajas y/o áreas boscosas, ausente en llanuras y en elevaciones; construye nidos subterráneos en cavidades que ella misma excava o que ya han sido creados por pequeños roedores, serpientes u otros animales, posteriormente se extiende en forma horizontal, vertical o en ángulo, las reinas prefieren cavidades angostas; también se pueden encontrar cerca de raíces o huecos causados por descomposición de raíces, e incluso en estructuras urbanas. Los nidos típicamente carecen de envoltura, durante las primeras etapas de formación tienen forma de un tazón invertido, a medida que el nido crece, se añaden de una a tres capas de celdillas o panales, pudiendo llegar a tener de cuatro a siete panales. El más superior es abandonado al final del verano y se le deja podrir, el más

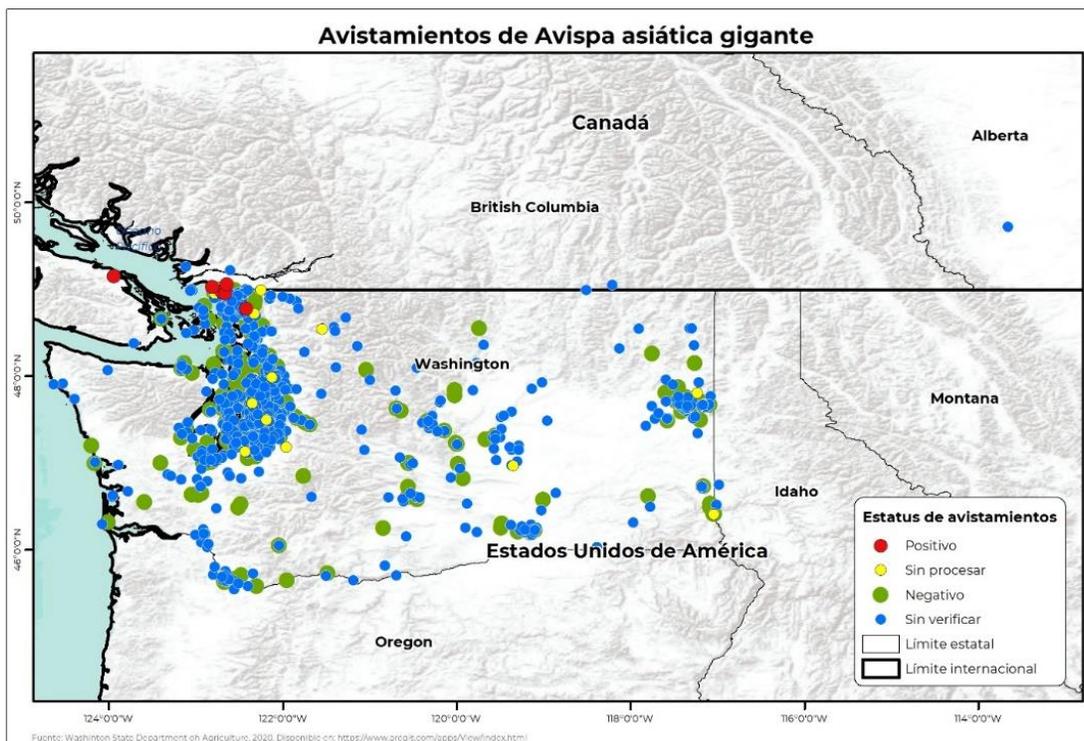
grande está en medio; la profundidad de sus nidos oscila entre 2 y 60 cm, el nido más grande observado medía 49.5 cm por 45.5 cm con 1192 celdillas.

Es una especie dominante que no necesita esfuerzos de conservación, son comunes en regiones alteradas por los humanos debido a la deforestación y a la pérdida de hábitat.

Es nativa del este de Asia, en zonas templadas y tropicales, encontrándose en los países de Bután, Laos, Malasia, Myanmar, Hong Kong, Corea del Sur, China, Taiwán, Rusia (región de Primorsky Krai), Indochina, Nepal, India, Tailandia y Sri Lanka (Mapa 1); en Europa en España se encuentra clasificada dentro de las especies invasoras sin comprobar aún su presencia; y en América del norte, en Estados Unidos de América (EUA), en el estado de Washington y en Canadá en la provincia Columbia Británica. (Mapa 2)



Mapa 1. Presencia de *V. mandarinia* a nivel mundial, 2020



Mapa 2. Estatus de avistamientos de *V. mandarinia* en EUA, USDA 2020.

Actualmente en Washington, Estados Unidos de América (EUA), se tienen tres especímenes identificados como pertenecientes a esta especie, y 12 muestras más están siendo identificadas, el resto de los reportes y capturas no son compatibles con la especie o no se han verificado; mientras tanto, al sur de Vancouver en Canadá, se tienen dos especímenes más confirmados.

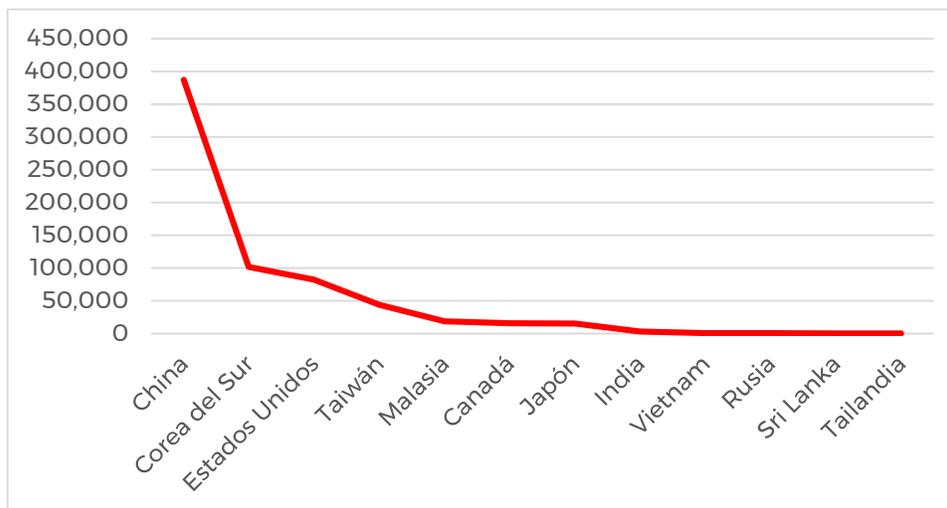
Los informes de *V. mandarinia* en Norteamérica son recientes y pocos, y abarcan un período corto, lo cual sugiere que esta es una invasión potencial temprana, por otra parte, las recientes detecciones podrían indicar que las poblaciones de avispones han aumentado lo suficiente como para ser detectables y que ya se han establecido en la zona.

De acuerdo con el documento “Nueva guía de respuesta a plagas: *V. mandarinia*, Avispón asiático gigante”, emitido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), se realizó un análisis de distribución potencial en EUA, donde compararon las zonas de resistencia de las plantas que abarcan la gama nativa de *V. mandarinia* con las zonas de EUA, lo cual dio una evaluación aproximada de las áreas de riesgo, encontrando que la distribución abarca las zonas de frondosidad vegetal, que incluye todas las zonas inferiores de 48 estados del país.

Por lo anterior, la Dirección de Sistematización y Análisis Sanitario del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, generó un análisis de posible introducción y establecimiento para *V. mandarinia*, considerando la movilización portuaria de madera y sus productos, zonas aptas para anidación y un modelo de similitud del hábitat, considerando lo siguiente:

Movilización portuaria de madera y sus productos

De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, de 2015 a 2018 ingresaron por puertos mexicanos 3,805,372 toneladas de madera y sus subproductos; considerando madera de abedul, caoba, cedro, ciprés, cumarú, haya, nogal, pino y teca. Los países de los cuales se importa madera son Brasil, Chile, China, Costa Rica, Panamá, Uruguay, Corea del Sur, Colombia, EUA, Alemania, Bélgica, Perú, España, Taiwán, Italia, Guatemala, Jamaica, Bahamas, Cuba y Malasia, de los países China, Corea del Sur, Estados Unidos, Taiwán, Malasia, Canadá, Japón, India, Vietnam, Rusia, Sri Lanka y Tailandia, donde se encuentra presente o se tiene registro de avistamientos, han ingresado durante ese periodo 713,838 toneladas (Gráfica 1).



Gráfica 1. País de procedencia de madera importada con presencia de *V. mandarinia*

Los puertos por los que ingresa madera importada procedente de países con presencia de *V. mandarinia* son: Manzanillo, Altamira, Lázaro Cárdenas, Ensenada, Puerto Progreso, Veracruz, Tampico, Puerto Morelos, Mazatlán y Guaymas.



GEOMÁTICA-DISAS-SENASICA © 2020
FECHA:12-MAYO-2020

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del SENASICA.

Mapa 3. Importaciones de madera por puerto de ingreso 2015-2018.

De acuerdo con lo anterior, en las inmediaciones de los recintos portuarios se obtuvo el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés), con la finalidad de identificar las zonas susceptibles para la anidación de *V. mandarina*, ante una probable incursión al país.

La identificación de las zonas aptas de anidación se realizó considerando la densidad de vegetación, calculada a partir de NDVI con imágenes satelitales multispectrales del sensor Sentinel 2A. Las fechas de las escenas seleccionadas corresponden a la temporada entre diciembre 2019 y febrero 2020 (Tabla 1).

Puerto	Fecha de la escena satelital
Altamira	23 de diciembre de 2019
Ensenada	17 de diciembre de 2019
Mazatlán	11 de enero de 2020
Manzanillo	28 de enero de 2020
Lázaro Cárdenas	15 de enero de 2020
Guaymas	26 de febrero de 2020
Tampico	23 de diciembre de 2019
Progreso	6 de diciembre de 2019
Veracruz	9 de enero de 2019
Puerto Morelos	22 de enero de 2020

Tabla 1. Fechas de las escenas satelitales seleccionadas por puerto.

V. mandarina abunda en sitios con vegetación verde, con valores del NDVI desde 0.2 hasta 0.79, los cuales utiliza para establecer sus nidos y a partir del cual busca presas en un radio de al menos 1 kilómetro desde el nido (Kim, Kim, Song, & Choi, 2019; Azny, Hosaka, & Numata, 2016). Adicionalmente, se incluyen las distancias mínimas y máximas de pecoreo (2 y 8 kilómetros, respectivamente), así como la distancia máxima recorrida en un día (100 km).

En referencia a lo anterior, se definieron cinco clases (Tabla 2) para distinguir sitios con aptitud del hábitat, o aptos para la anidación, en función de los valores del NDVI.

Rango de valores del NDVI	Aptitud del hábitat
0.6 a 1	Muy alto
0.4 a 0.59	Alto
0.2 a 0.39	Medio
0 a 0.19	Bajo
Menor a 0	Muy bajo

Tabla 2. Clases de aptitud del hábitat según rangos del NDVI

De los diez puertos existentes, los resultados del análisis indican que al menos cinco puertos presentan condiciones de vegetación aptas para el hábitat de *V. mandarina*, con presencia de zonas con vegetación densa y verde cercana a los puertos y con gran cantidad de observaciones de sitios con especies de *Quercus* sp. Los puertos con estos resultados son los siguientes: Puerto de Altamira, Tamaulipas; Puerto de Tampico, Tamaulipas; Puerto de Mazatlán, Sinaloa; Puerto de Manzanillo, Colima; Puerto de Veracruz, Veracruz y Puerto de Altamira, Tamaulipas.

a) Puerto de Altamira, Tamaulipas.

Dentro del radio de un kilómetro del puerto no se encuentran sitios aptos para el hábitat, sin embargo, dentro del radio de dos kilómetros se encuentran algunas zonas con alta y muy alta aptitud del hábitat. La densidad de zonas aptas aumenta dentro del radio de ocho kilómetros, donde se observan múltiples zonas con vegetación densa clasificadas con alta y muy alta aptitud del hábitat. Si bien, estas zonas corresponden principalmente a vegetación de selva baja caducifolia, existen algunas observaciones de especies de *Quercus* dentro del radio de 100 km, la mayoría localizadas hacia la zona urbana de Ciudad Madero y Tampico, a 20 kilómetros de la zona portuaria (Figura 1).

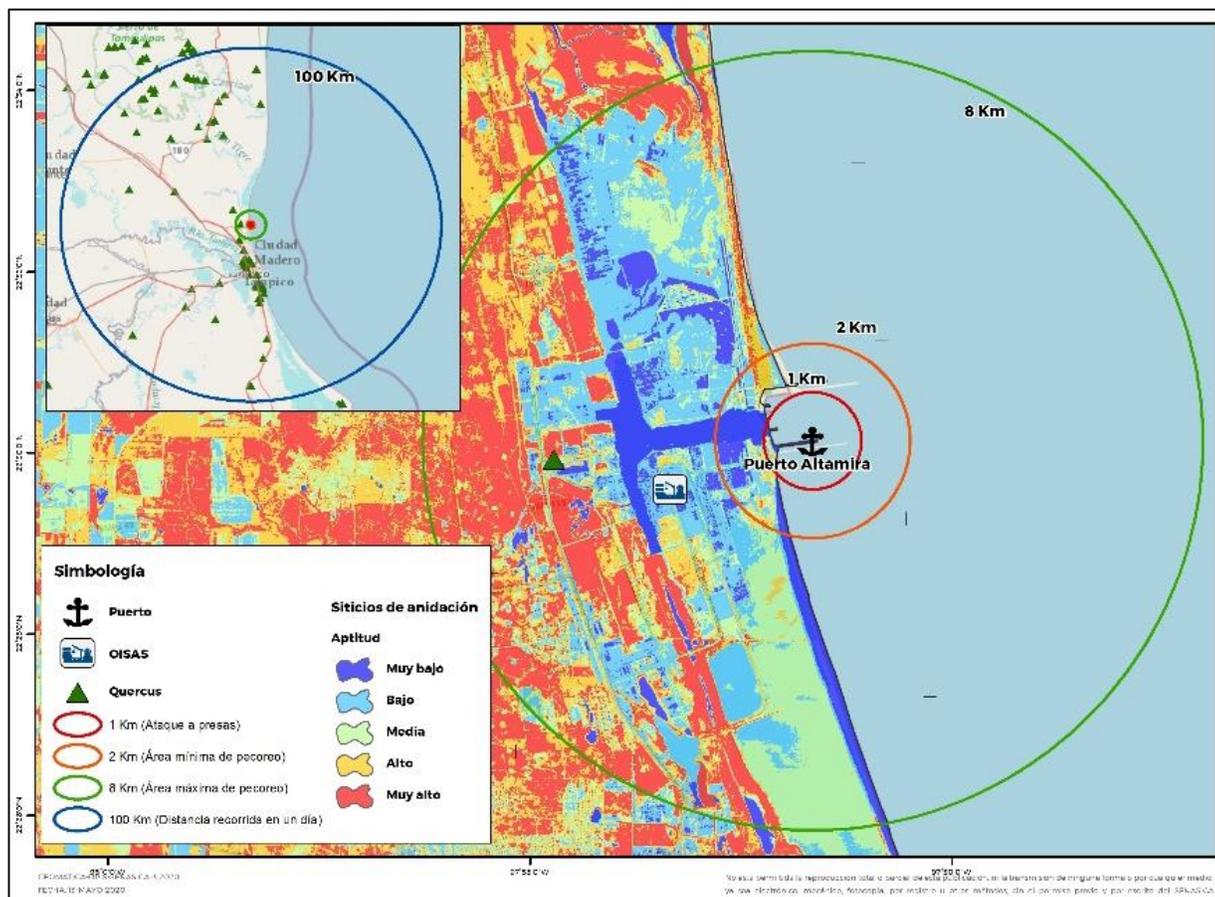


Figura 1. Sitios de aptitud del hábitat para *V. mandarina* en el puerto de Altamira, Tamaulipas.

b) Puerto de Tampico, Tamaulipas

El puerto de Tampico presenta zonas de aptitud alta y muy alta dentro del radio de un kilómetro. En el radio de 2 km las zonas de aptitud muy alta y alta se incrementa significativamente, además de encontrarse vegetación densa de tipo secundaria arbórea de selva baja caducifolia y manglar. No obstante, dentro del radio de 8 km las zonas de aptitud muy alta predominan y se observa un aumento de sitios con observaciones de *Quercus*. Dentro de los 100 km de radio, las observaciones de *Quercus* aumentan considerablemente, distribuidas en todo el radio, esas observaciones se encuentran principalmente asociadas a vegetación de tipo pastizal cultivado (Figura 2).

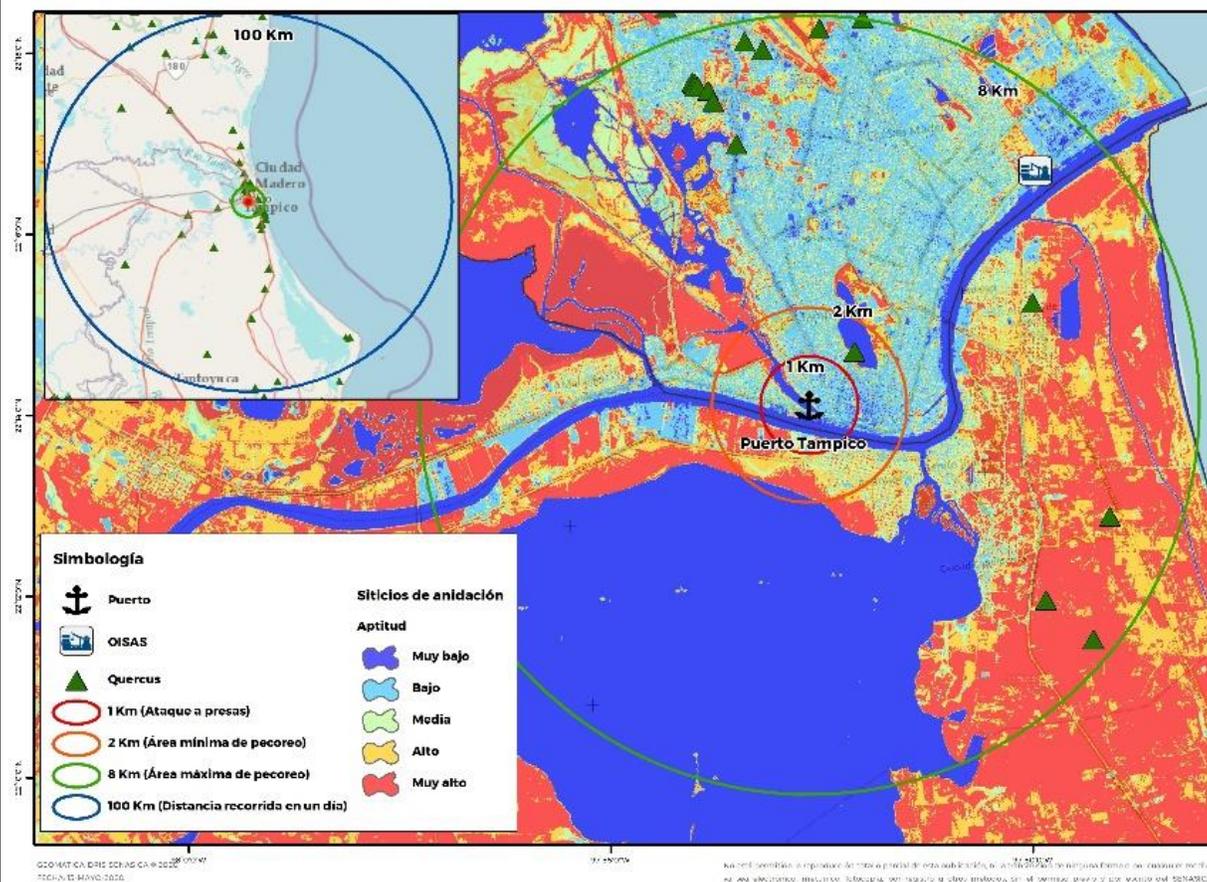


Figura 2. Sitios de aptitud del hábitat para *V. mandarinia* en el puerto de Tampico, Tamaulipas.

c) Puerto de Mazatlán, Sinaloa

En el radio de un kilómetro del puerto de Mazatlán la aptitud para el hábitat es muy baja y baja. Sin embargo, dentro de este radio se observan sitios con presencia de *Quercus* y uso de suelo urbano. Además, en el radio de 2 km se identifican zonas de alta y muy alta aptitud de hábitat, particularmente en zonas colindantes a la costa hacia la región oriente del puerto. En el radio de 8 km se ubican zonas con vegetación densa clasificadas con alta y muy alta aptitud del hábitat, estas zonas corresponden a vegetación de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbórea y agricultura temporal, con una observación de *Quercus* a una distancia de 5.3 km desde el puerto de Mazatlán. Por último, en el radio de 100 kilómetros se ubica una gran cantidad de observaciones de *Quercus* distribuidas al noreste del puerto (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

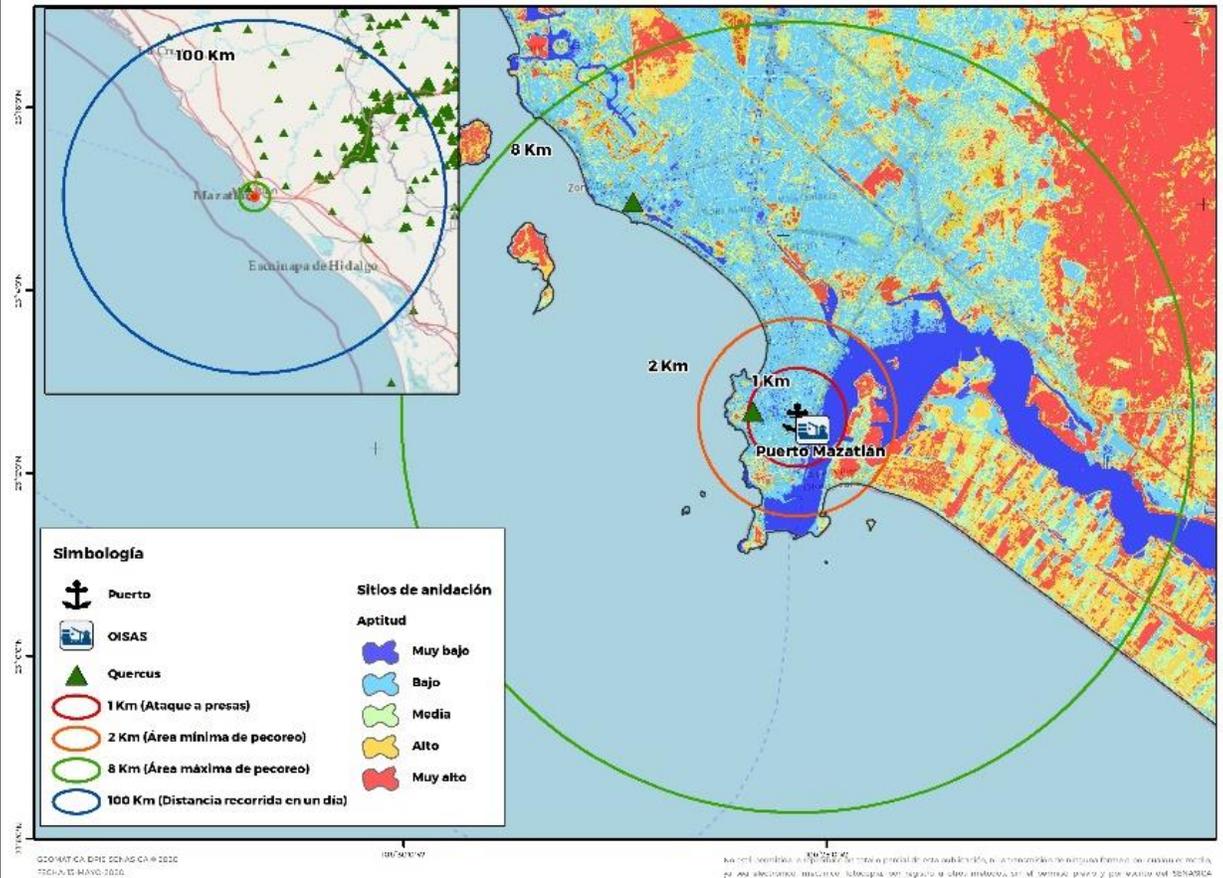


Figura 3. Sitios de aptitud del hábitat para *V. mandarinia* en el puerto de Mazatlán, Sinaloa.

d) Puerto de Manzanillo, Colima

El puerto de Manzanillo presenta una gran cantidad de zonas aptas para el hábitat de *V. mandarinia*, teniendo zonas de muy alta y alta aptitud dentro de los radios de 1 y 2 km, principalmente en las zonas urbanas y costeras. Asimismo, dentro del radio de 8 km existen zonas de media, alta y muy alta aptitud, predominando las zonas de aptitud muy alta, pero con sólo una observación de especies de *Quercus* (a 5.5 km del puerto), siendo los tipos de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, zonas de agricultura temporal y de riego las más comunes dentro de esta región. No obstante, dentro del radio de 100 km se registran numerosas observaciones de *Quercus* distribuidas hacia el norte, asociados principalmente con vegetación de bosque de encino y pino, vegetación secundaria arbustiva de selva y bosque y otros tipos de vegetación (Figura 4).

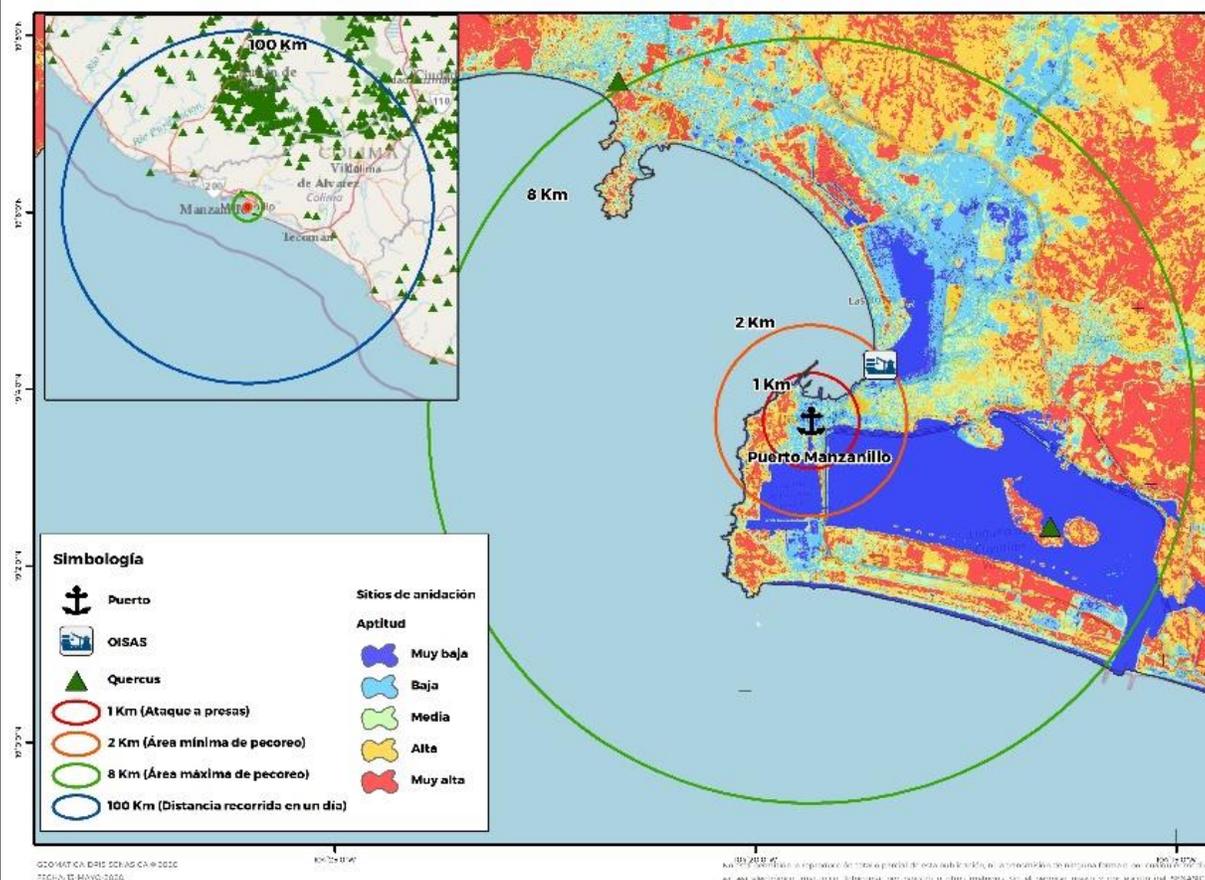


Figura 4. Sitios de aptitud del hábitat para *V. mandarinia* en el Puerto de Manzanillo, Colima.

e) Puerto de Veracruz, Veracruz.

Existen muy pocas zonas de aptitud para el hábitat dentro de los primeros 2 km de radio, esto debido a la poca densidad de vegetación ya que se encuentra la zona urbana de la ciudad del Veracruz. Sin embargo, para el radio de 8 km se observa un incremento de zonas con aptitud muy alta y alta, distribuidas en la periferia de la ciudad, en donde predomina vegetación de pastizal cultivado, manglares y vegetación acuática. Particularmente, dentro de los 100 km de radio de este puerto se observa una gran densidad de sitios con *Quercus*, debido principalmente a que en esta región inicia el ecosistema de bosque mesófilo de montaña (Figura 5).

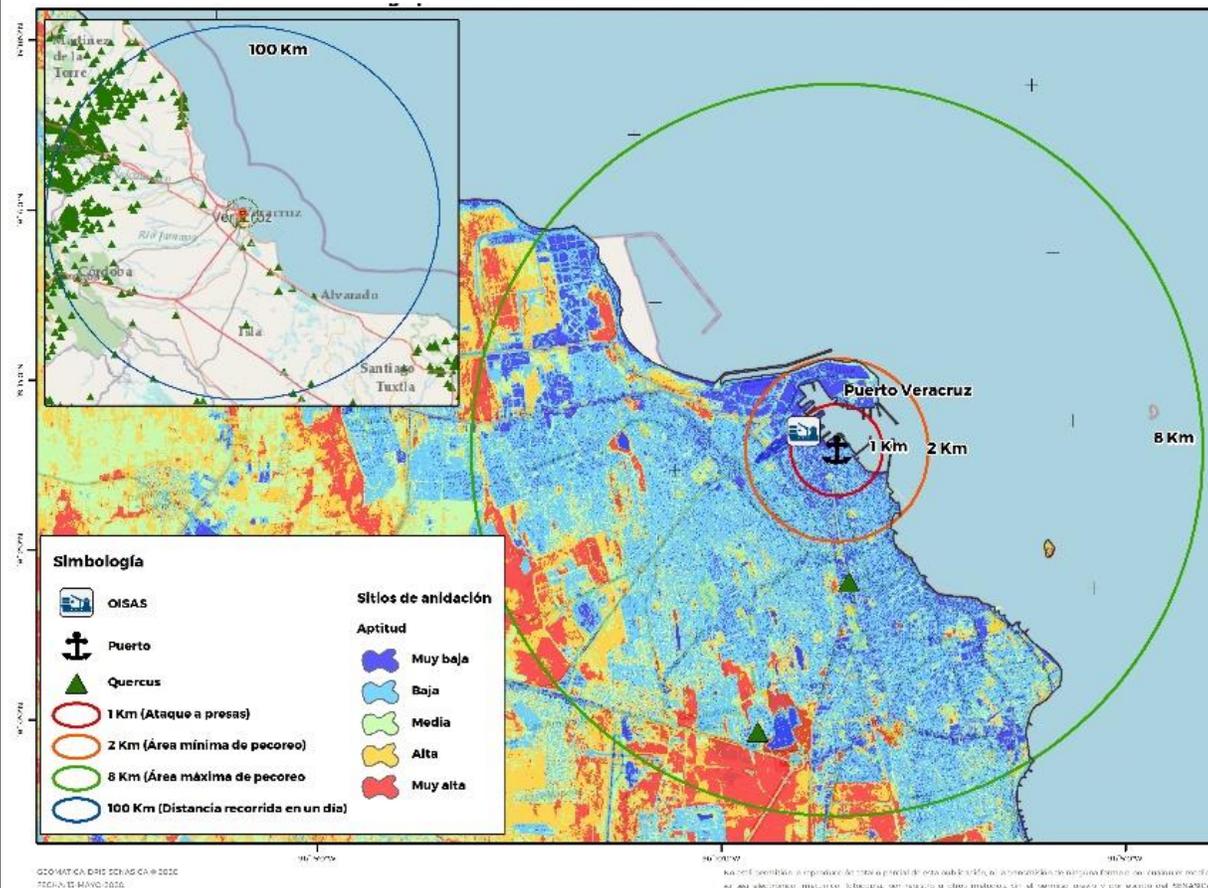


Figura 5. Sitios de aptitud del hábitat para *V. mandarinia* en el Puerto de Veracruz, Veracruz.

Modelo de similitud del hábitat

El modelo de similitud del hábitat se trabajó a partir del modelo BIOCLIM, el cual predice la probabilidad de distribución de una especie a partir de las condiciones bioclimáticas máximas y mínimas, conocida como envoltante climática, la cual es determinada para todas las variables con base en los sitios donde la presencia es conocida para la especie objetivo (Naoki, Gómez, López, Meneses, & Varga, 2006). El resultado del modelo BIOCLIM indica que las zonas con mayor probabilidad son aquellas en las que las condiciones de la especie se encuentran en un rango de condiciones climáticas desde el máximo al mínimo, por lo que debe interpretarse que estas zonas sobreestiman las condiciones ideales de la especie.

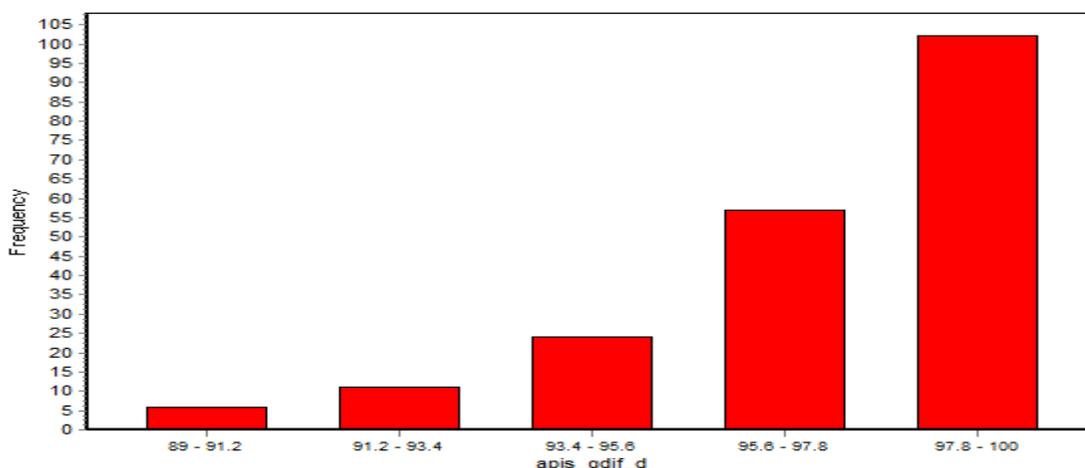
Para el modelado de similitud del hábitat se utilizaron un total de 975 puntos observados de *V. mandarinia*, la mayoría de estos distribuidos en la región de Japón y Asia oriental. Se omitieron las detecciones de Estados Unidos debido a que no son puntos observados que hagan referencia a la distribución natural de la especie. Finalmente, las variables que se consideraron para el modelo de similitud fueron las siguientes:

- Distribución potencial de *A. mellifera* (especie de la cual se alimenta *V. mandarinia* en sus primeras etapas de vida).
- Distribución potencial de *Quercus sp* (*V. mandarinia* se alimenta de la savia de esta especie en su etapa adulta).
- Altitud.
- Temperatura media anual.
- Precipitación anual.

a. Distribución potencial de *A. mellifera*

La *A. mellifera* es la principal fuente de alimento para *V. mandarinia*, por lo que se consideró su distribución potencial para identificar la similitud del hábitat, su distribución potencial se modeló con base en datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) para México, y puntos observados a nivel mundial obtenidos a través de la Infraestructura Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF).

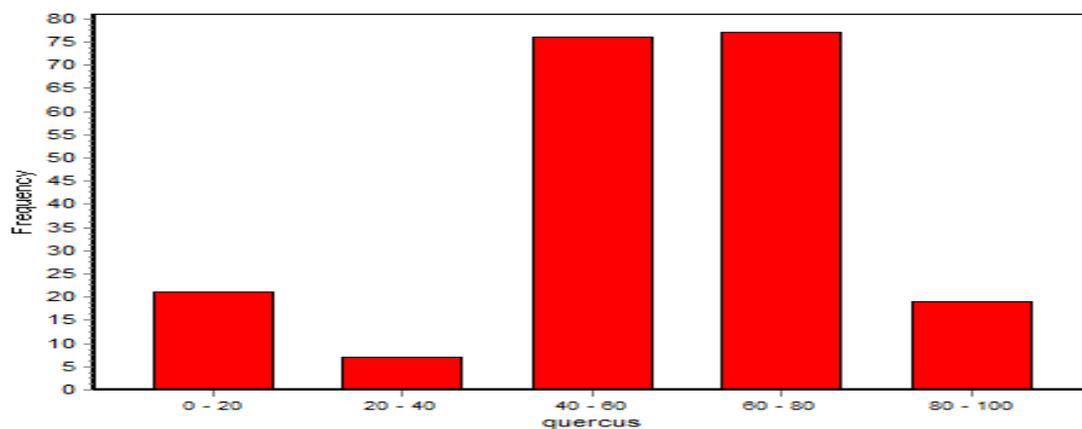
A partir del análisis exploratorio de los datos, se observa que existe una relación entre las observaciones de *V. mandarinia* y los sitios de distribución potencial para *A. mellifera*, teniendo que existe una mayor concentración en sitios con mayor probabilidad (Gráfica 2).



Gráfica 2. Frecuencia de observaciones de *V. mandarinia* según la probabilidad de distribución potencial de *A. mellifera*.

b. Distribución potencial de *Quercus sp*.

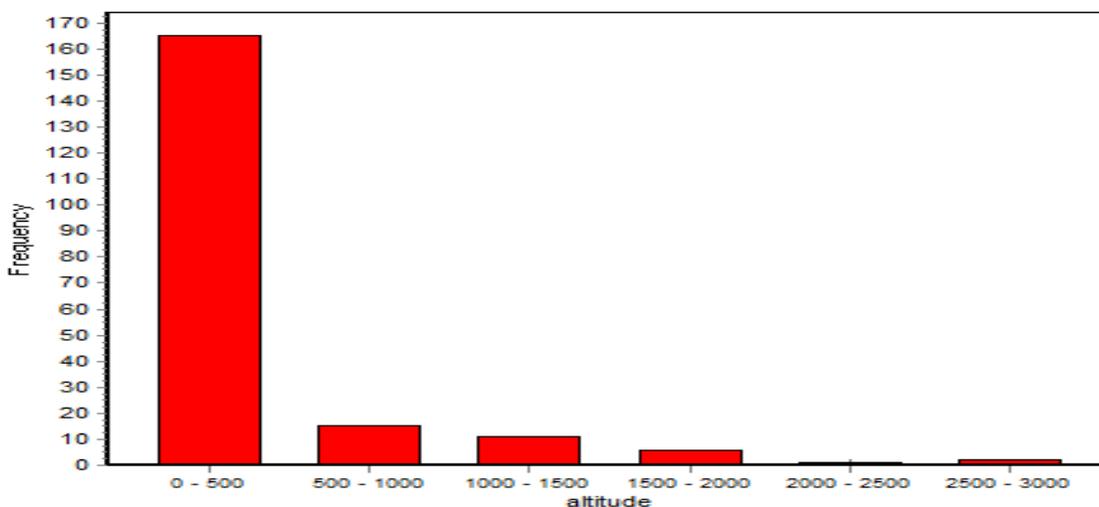
La distribución de *V. mandarinia* también está relacionada con la presencia de árboles de *Quercus sp.*, ya que son la principal especie de árbol que utilizan la resina como alimento y también para establecer sus nidos (USDA, 2020) (Gráfica 3).



Gráfica 3. Frecuencia de observaciones de *V. mandarinia* según probabilidad de distribución potencial de *Quercus sp*.

c. Altitud

Para la variable de altitud se utilizó un modelo digital de elevación a nivel mundial a partir del cual se observó que existe una mayor frecuencia de *V. mandarinia* en altitudes menores a 500 metros de elevación, esto coincide con el rango de elevación observado por diversos autores (Kim, Kim, Song, & Choi, 2019) (Mattu & Sharma, 2017) (Gráfica 4).

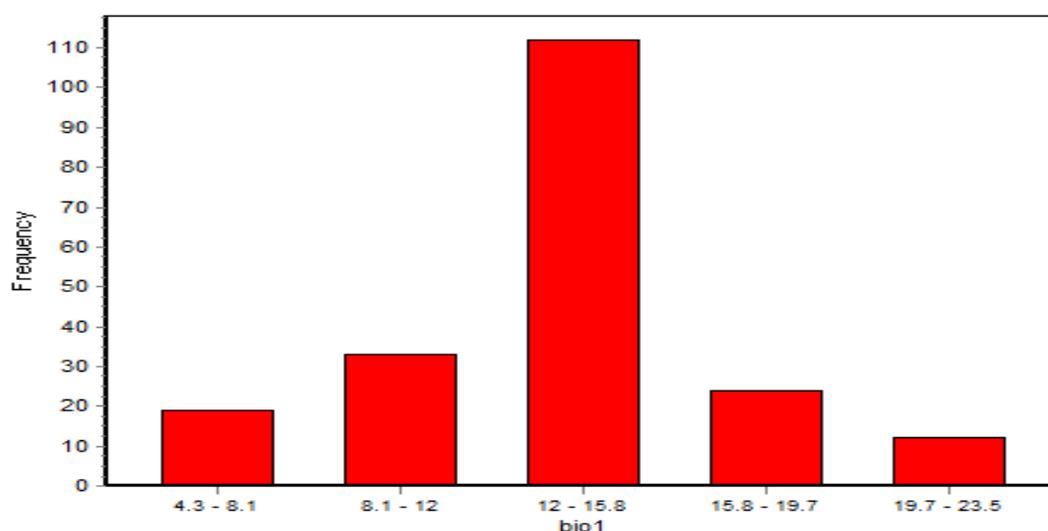


Gráfica 4. Frecuencia de observaciones de *V. mandarinia* según rangos de altitud.

d. Temperatura media anual

Los datos de temperatura media anual se obtuvieron a partir de las variables bioclimáticas a escala mundial, las cuales son generadas con datos mensuales desde el año 1970 hasta el 2000. La variable de temperatura media anual corresponde al código BIO 1 (WorldClim, 2020).

El análisis de la frecuencia de las observaciones según la temperatura media anual, indica que esta especie se distribuye principalmente en zonas con temperaturas entre 12 y 15.8 °C. Este valor corresponde con lo observado por Azny, Hosaka y Numata (2016) donde la temperatura media de los sitios con observaciones es de 16.1 °C, con una temperatura mínima de hasta -2.8 °C y una máxima de 38.2 °C (Gráfica 5).

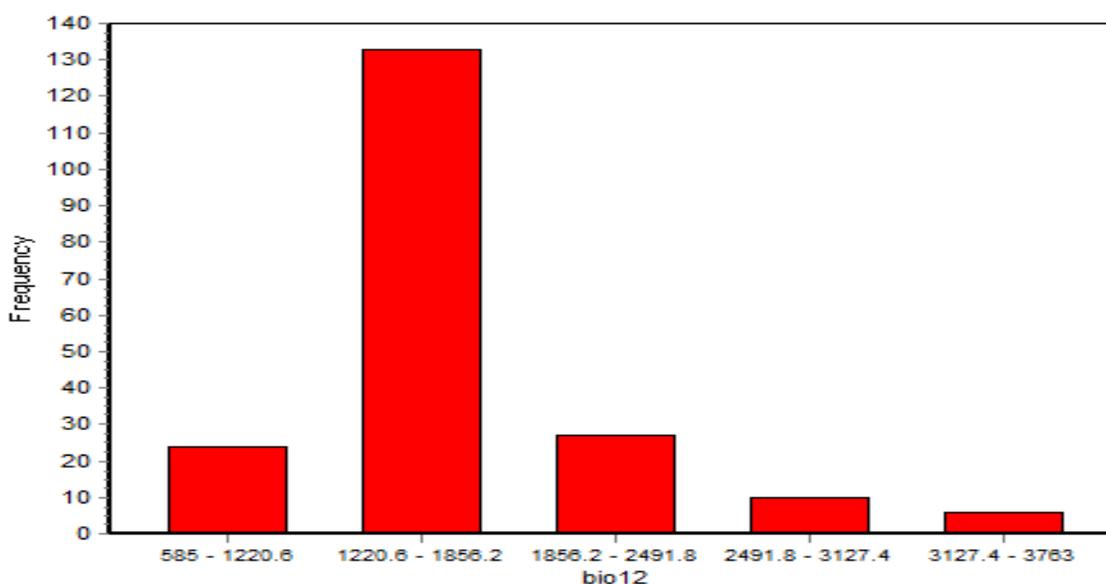


Gráfica 5. Frecuencia de observaciones de *V. mandarinia* y rangos de temperatura media anual.

e. Precipitación anual

La variable de precipitación anual se obtuvo también de la base de datos mundial de variables bioclimáticas de WorldClim, siendo su código BIO 12 (WorldClim, 2020). Los estudios sobre *V. mandarinia* indican que durante la temporada de lluvias tiende a aumentar su población, pero no existe evidencia que relacione directamente la cantidad de precipitación con las condiciones de su hábitat.

El análisis de frecuencias de observaciones de la especie en relación con la precipitación anual indica que la especie se encuentra frecuentemente en sitios con precipitación anual de entre 1,200 mm a 1,800mm (Gráfica 6). Esta cantidad de precipitación anual es comparable con algunas regiones costeras del norte de Veracruz, centro de Chiapas y la península de Yucatán.

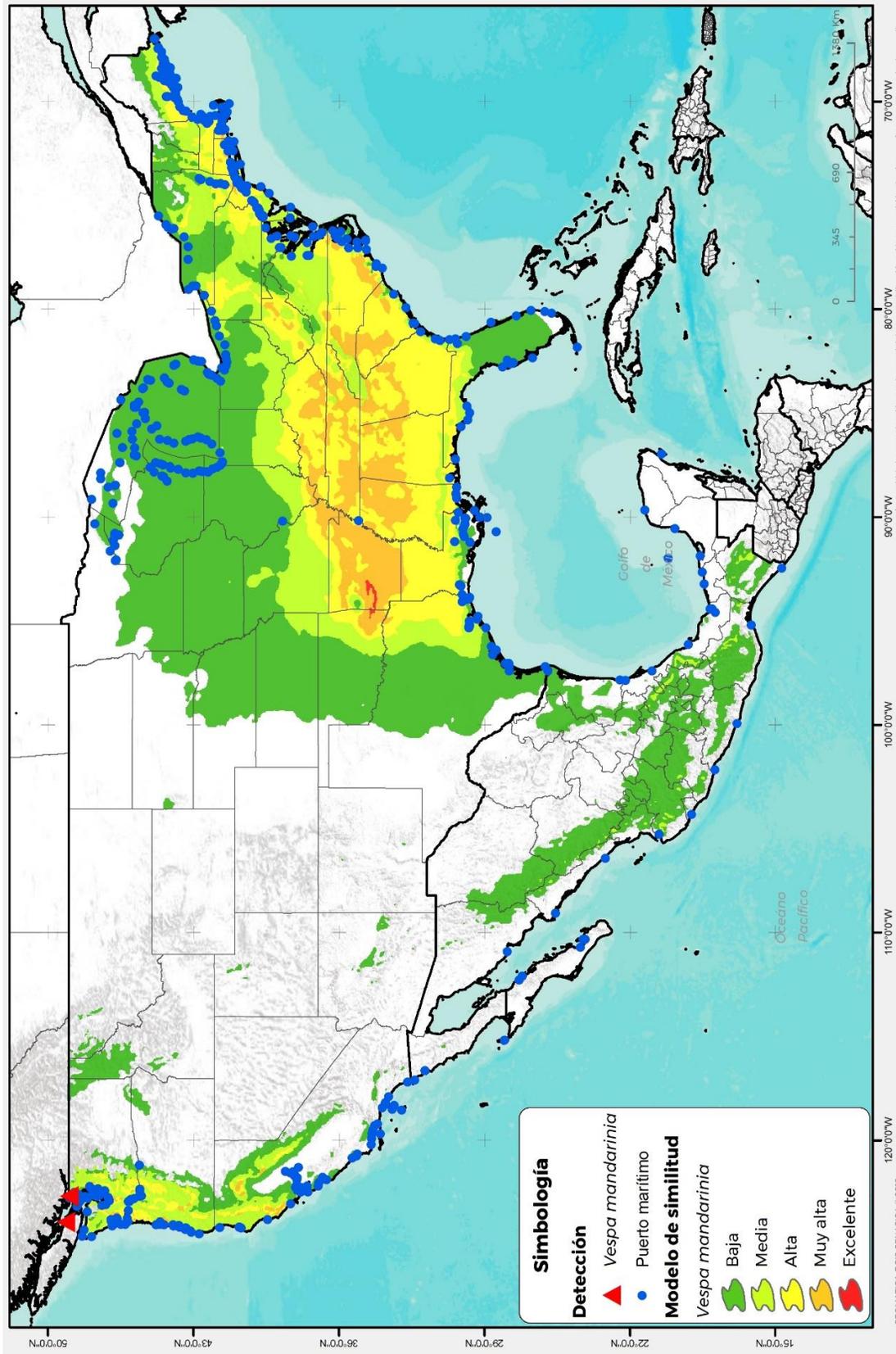


Gráfica 6. Frecuencia de observaciones de *V. mandarinia* según rango de precipitación anual.

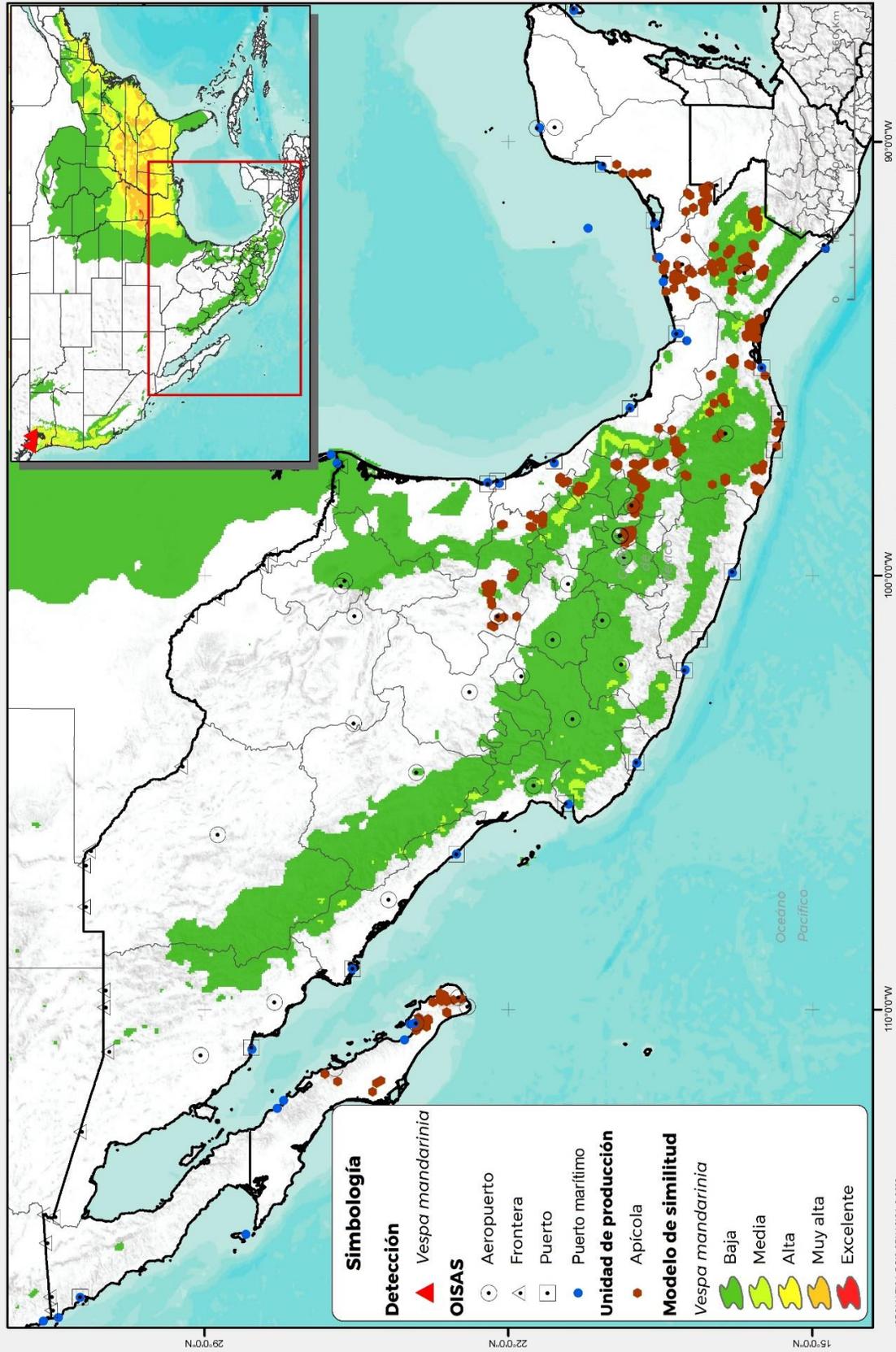
Modelo de similitud del hábitat para México

En EUA, el resultado de su modelo indica que la región oriental presenta un área amplia con condiciones similares con respecto al nicho ecológico de los puntos observados en Japón y Asia oriental, asimismo, la costa occidental presenta zonas con similitud debido, principalmente, a las condiciones de temperatura media y a la presencia de especies de *Quercus sp* (Mapa 4), sin embargo, la probabilidad de establecimiento es baja, ya que las condiciones bioclimáticas no son las óptimas para esta plaga en comparación con las observadas en su nicho ecológico típico.

En México se observa que las zonas de similitud del hábitat se localizan en las regiones de las Sierra Madre Oriental, Occidental, Eje Neovolcánico y parte de la Sierra Madre del Sur, esto principalmente por las condiciones de temperatura y precipitación que se presentan en estas regiones y que son similares a las condiciones máximas y mínimas que tiene en los sitios donde se observa su presencia. También, se observa una zona que conecta EUA con México, en la región costera del norte de Tamaulipas donde se localiza la OISA de Matamoros, en la cual se presentan estas condiciones de temperatura y precipitación similares, así como la presencia de abejas melíferas, especies de *Quercus* y una elevación similar a los sitios con presencia. Otro punto de interés es la región montañosa cerca al puerto de Vallarta, Jalisco, en donde se encuentra una amplia zona con similitud de condiciones (Mapa 5).



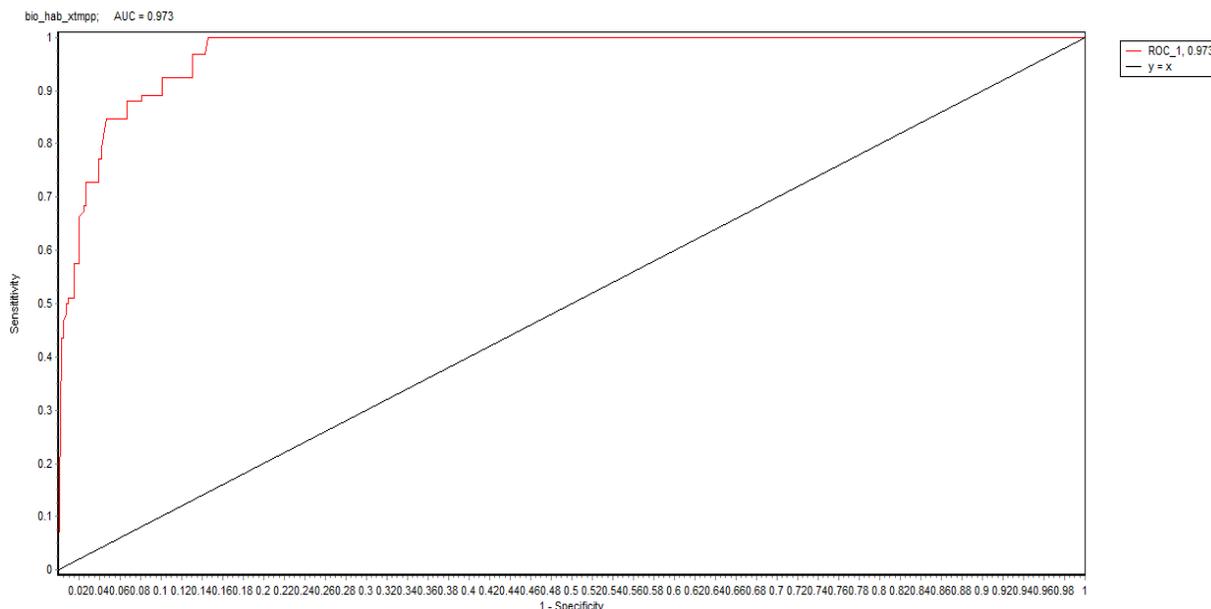
Mapa 4. Modelo de similitud del hábitat para *V. mandarinia* en E.U.A y México.



Mapa 5. Modelo de similitud del hábitat para *V. mandarinia* en México.

a. Evaluación del modelo de similitud del hábitat

Para evaluar la clasificación se utilizó el método de la curva ROC (Receiver Operating Characteristic, o Característica Operativa del Receptor), la cual representa la sensibilidad o precisión del resultado obtenido, en la cual, a mayor área bajo la curva mejor precisión en la clasificación. Para evaluar la clasificación se utilizaron los puntos observados y puntos aleatorios de pseudo ausencia, con el propósito de identificar en la clasificación final los resultados verdaderos positivos y falsos positivos. El resultado de la curva ROC indica que la clasificación tuvo una buena respuesta a los datos, ya que el área bajo la curva (AUC) es muy cercana a 1 (0.973) (Gráfica 7).



Gráfica 7. Curva ROC para el modelo BIOCLIM de *V. mandarinia*.

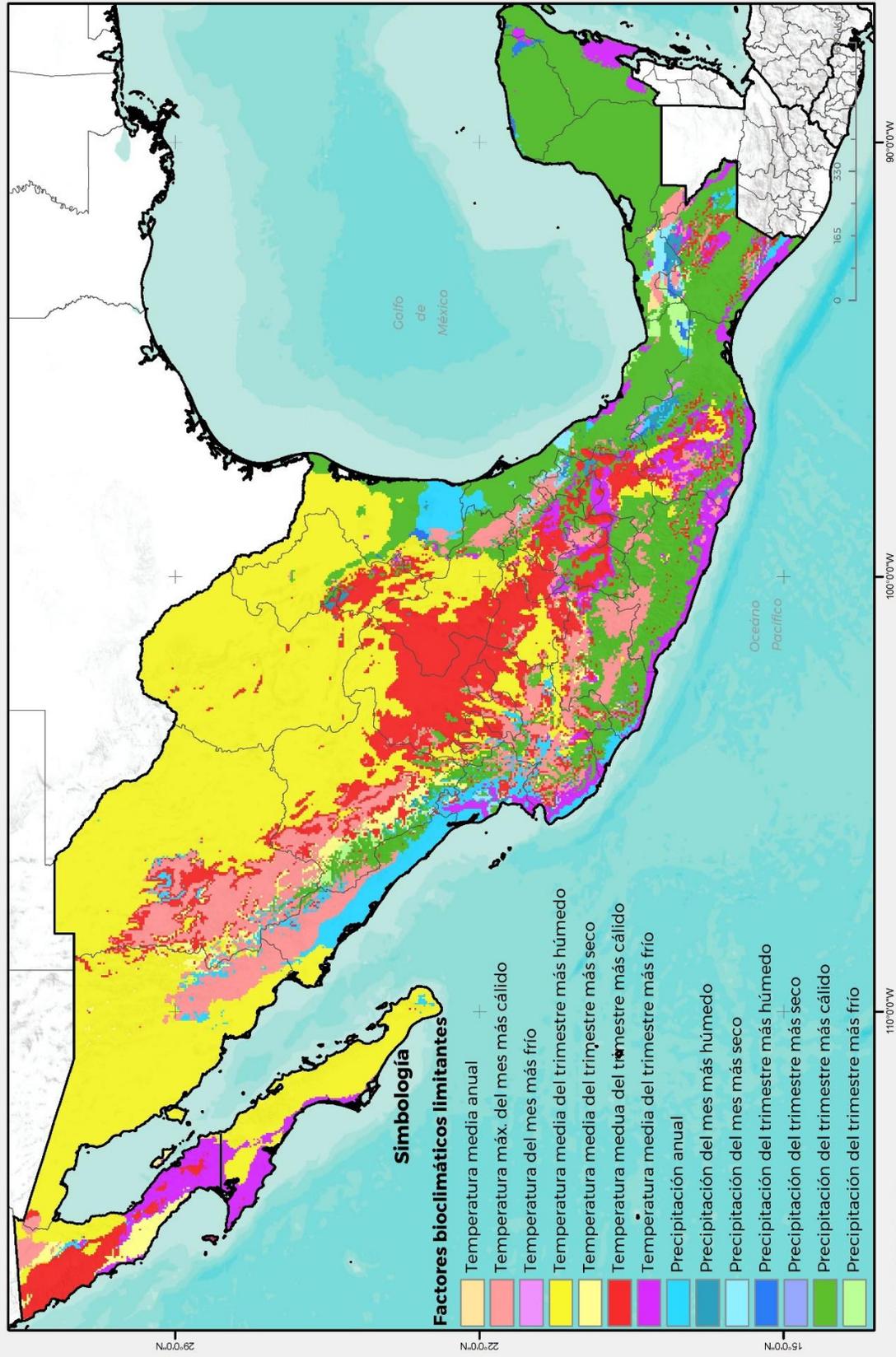
Con esto podemos concluir que el uso del modelo BIOCLIM con las variables definidas para identificar la similitud de hábitat para *V. mandarinia* son suficientes para modelar una distribución potencial.

b. Factores bioclimáticos limitantes

Finalmente, con base en las variables bioclimáticas se determinó cuál de estas es la que limita más la distribución potencial en México. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa que en la región norte del país la principal limitante es la temperatura media del trimestre más húmedo, mientras que en las regiones sur, sureste y parte de la costa oriental predomina como limitante la precipitación del trimestre más cálido. Esto quiere decir que aparentemente no tiene condiciones óptimas en zonas con clima cálido húmedo.

La limitante temperatura media del trimestre más frío se visualiza en la costa occidental, sureste de Quintana Roo, este y sur de Baja California, norte y oeste de Baja California Sur y pequeñas regiones del centro del país. Si bien, *V. mandarinia* predomina en regiones frías, las condiciones de temperatura en estas regiones del país, incluso en la temporada más fría del año, no parecen ser óptimas para la plaga. Asimismo, en el centro-occidente, parte del sur y en zonas del noroeste del país sobresalen las limitantes temperatura media del trimestre más cálido y temperatura máxima del mes más cálido, lo cual indica que las temperaturas altas no son óptimas para el hábitat de la plaga.

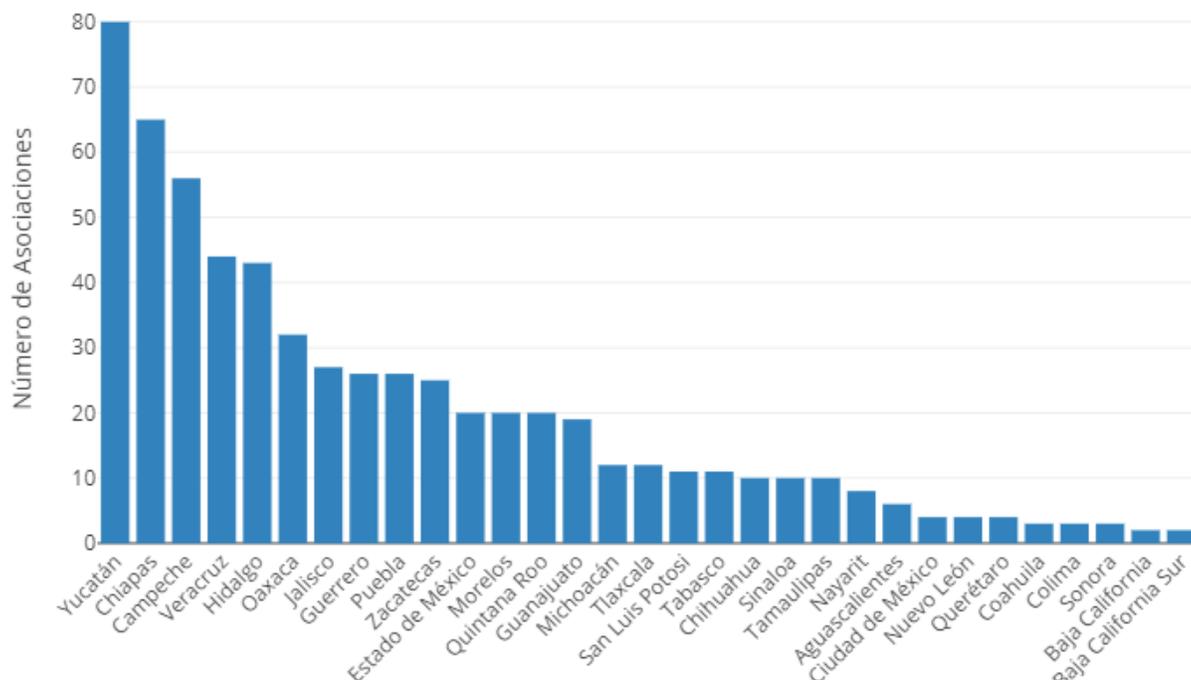
Se puede concluir que principalmente las zonas cálidas-húmedas y extremadamente cálidas no son idóneas para el hábitat, ya que es una plaga que requiere temperaturas templadas para poder sobrevivir y desarrollarse.



Mapa 6. Factores bioclimáticos limitantes para *V. mandarinia*.

Población apícola en riesgo en México

Para 2017, de acuerdo con los datos del Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas, se tiene un estimado de 1,853,807 colmenas, con poco más de 43,000 apicultores registrados en 508 asociaciones ganaderas especializadas en apicultura, conforme a la Ley de Organizaciones Ganaderas, y 110 de otros tipos (Gráfica 8).



Gráfica 8. Asociaciones Apícolas por entidad federativa (SIACON, 2017)

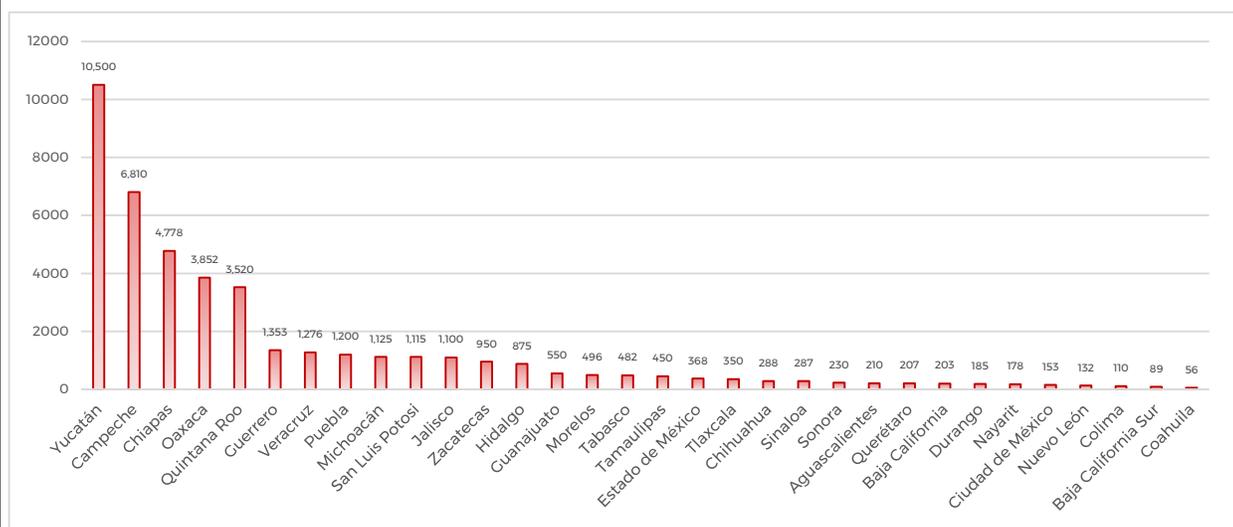
La producción apícola en México se divide en cinco regiones productivas (Mapa 7):

- **Región Norte (7.4% de aportación nacional de la producción de miel):** Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y partes del norte de Tamaulipas y del altiplano de San Luis Potosí.
- **Región de la Costa del Pacífico (21.4% de aportación nacional de la producción de miel):** Sinaloa, Nayarit, poniente de los estados de Jalisco y Michoacán, Colima, así como las regiones costeras de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.
- **Región del Golfo (9% de aportación nacional de la producción de miel):** Veracruz y parte de los estados de Tabasco, Tamaulipas y la región Huasteca de San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro.
- **Región del Altiplano (21.8% de aportación nacional de la producción de miel):** Tlaxcala, Puebla, Morelos, Guanajuato, Aguascalientes, Estado de México, la parte oriente de los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; parte poniente de Hidalgo y Querétaro; la región media de San Luis Potosí, así como las delegaciones rurales de la Ciudad de México.
- **Región Sureste (32.4% de aportación nacional de la producción de miel):** Península de Yucatán, y parte de los estados de Chiapas (Noreste) y Tabasco (Oriente), es la más importante en cuanto a volumen de producción de miel y por ubicar a la mayor parte de las colmenas del país. Está conformada por los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

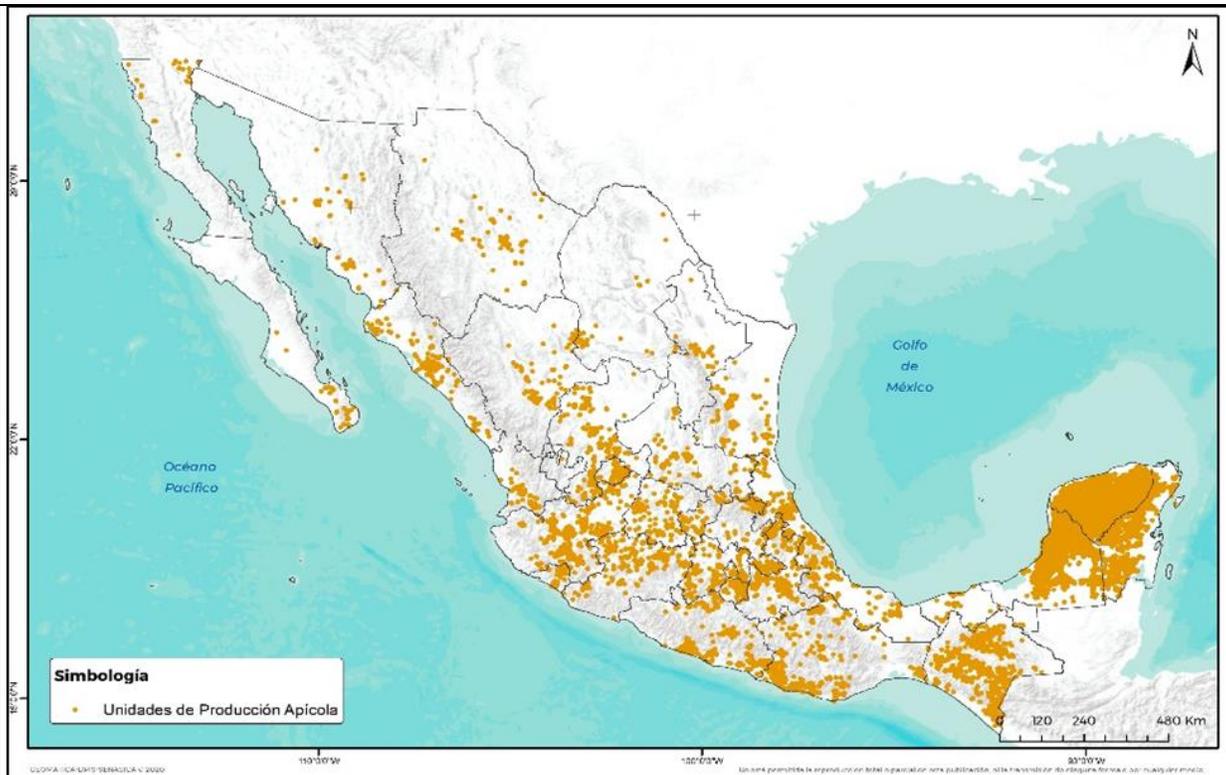


Mapa 7. Regiones apícolas en México (Atlas apícola, 2019)

Los estados con mayor cantidad de productores apícolas son Yucatán, Campeche y Chiapas, con poco más de 22,000 productores. (Gráfica 9 y Mapa 8)



Gráfica 9. Apicultores por entidad (Atlas apícola, 2019)



Mapa 8. Unidades de Producción apícola (PROGAN, 2014)

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2018 se lograron producir 64,253.04 toneladas de miel, con un valor de 2,754,618,990 pesos, ese mismo año, México fue el noveno productor de miel de abeja aportando el 2.7% mundial (SIACON, 2018) (SIAP, 2018).

Acciones

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA) ha emitido el documento "Nueva guía de respuesta a plagas: *V. mandarinia*, Avispón asiático gigante", el cual otorga las indicaciones a seguir en caso de observarse en otros estados del país.

El SENASICA por su parte, instruyó que en sus programas de Vigilancia Epidemiológica se incluya la búsqueda de esta especie invasora; además, los técnicos que operen los programas de vigilancia epidemiológica de las Direcciones Generales de Sanidad Vegetal y Salud Animal, durante sus actividades en campo, informarán a los productores que existe el riesgo de picaduras a personas y animales, y que, debido a su tamaño, la ropa de protección común es insuficiente para evitar picaduras del avispon. Asimismo, ha solicitado a los productores y a la sociedad en general que, en caso de que detecten una colonia de esta especie, no intenten removerla o ahuyentarla, y avisen a los técnicos por teléfono celular a través de la aplicación AVISE, al correo de alerta: alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx o al servicio telefónico 800 7512100.

Conclusiones

El ingreso de este avispon podría afectar drásticamente la población apícola de México, la cual ya se encuentra severamente afectada por la Varroasis, el uso indiscriminado de plaguicidas e insecticidas, así como por fenómenos climáticos, además de constituir un factor de riesgo para la población.

De acuerdo con el análisis de introducción y establecimiento, se determina que:

- Los países que exportan más madera y que tienen presencia de *V. mandarinia* son China y Corea del Sur; en México, los principales puertos de ingreso de los productos de estos países son por Manzanillo, Lázaro Cárdenas y Ensenada, siendo Manzanillo uno de los puertos que recibe mayor cantidad en toneladas de madera y sus productos.
- Otros puertos que también reciben una gran cantidad de toneladas de madera y sus productos son Altamira y Veracruz, sin embargo, los países de donde provienen estos productos no tienen presencia de *V. mandarinia*, pero sí detecciones.

- Los puertos de Altamira, Manzanillo, Veracruz, Tampico y Mazatlán son los que presentan condiciones óptimas de densidad y tipo de vegetación aptas para el hábitat y anidación.
 - En México, las regiones de la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur son las que presentan condiciones bioclimáticas similares a las que se observan en los sitios de hábitat en otros países.
 - La similitud del hábitat en México es baja, sin embargo, en la región costera del este y oeste de EUA presenta zonas con una similitud del hábitat muy alta y excelente, debido a que ambas regiones se localizan a la misma latitud a la que se encuentra Japón.
 - Aunque Puerto Vallarta y Matamoros, no son puntos con registro de ingreso de madera y sus productos, sí son sitios que presentan condiciones óptimas para el establecimiento de acuerdo con los resultados de similitud del hábitat, por lo tanto, es recomendable mantener la vigilancia en esos sitios en especial por el ingreso de productos que puedan contener a la plaga.
 - Los principales factores bioclimáticos que podrían limitar el establecimiento son las altas temperaturas en combinación con la alta humedad.
- Por lo anterior, SENASICA deberá implementar dentro de sus requisitos de ingreso de mercancías vía marítima, la aplicación de un protocolo de limpieza de los contenedores comerciales previo al desembarque, ya que, de acuerdo con las estadísticas, se estima que de cada 500 contenedores, el 70% es inspeccionado visualmente, el 29% se lava y sólo el 1% recibe todo el protocolo de limpieza, a fin de evitar el ingreso del avispon, y en consecuencia otras plagas. Asimismo, deberá emitir un comunicado a la Dirección General de Inspección Fitozoosanitaria y a las autoridades portuarias, junto con una campaña de divulgación, sobre los posibles sitios de ingreso del avispon, incrementando las acciones de vigilancia y enfatizando las zonas primarias para su establecimiento.

Referencias

1. Atlas apícola, 2019. Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas. En línea: https://atlasapi2019.github.io/cap3.html#315_regiones_ap%C3%ADcolas_en_m%C3%A9xico
2. Becerra, Guzmán y Contreras Escareño. 2004. La importancia de la apicultura en México. Imagen Veterinaria. Abejas 4(1). En línea: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v4n1a04/v4n1a04.pdf>
3. Claridades Agropecuarias. 2010. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. No. 199. En línea: <https://atlasapi2019.github.io/pdfs/ca199-3.pdf>
4. Correa, Benítez. 2004. Historia de la apicultura en México. Imagen Veterinaria. Abejas 4(1). En línea: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v4n1a04/v4n1a04.pdf>
5. Animapedia. Avispon asiático gigante. En línea: <https://animapedia.org/animales-aereos/avispon-asiatico-gigante/>
6. Predadores de abejas: *Vespa mandarina*. En línea: https://apicultura.fandom.com/wiki/Vespa_mandarina
7. Avispapedia. Avispon asiático gigante. En línea: <http://www.avispapedia.com/avispon-asiatico-gigante/>
8. El avispon gigante asiático: *Vespa mandarina* Smith, 1852. En línea: <http://www.vespa-crabro.de/vespa-mandarina.htm>
9. Blog profesional sobre Biología. En línea: <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2019/10/13/avispon-asiatico-gigante/>
10. La Vanguardia. En línea: <https://www.lavanguardia.com/natural/20200504/48959949998/avispa-gigante-mandarina-eeuu-invasor-insecto-alerta.html>
11. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Avance mensual de la producción pecuaria (miel). En línea: http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecAvanceProd.jsp
12. Nuevas pautas de respuesta a plagas. *Vespa mandarina*, Avispon gigante asiático. USDA – APHIS. En línea: [https://cms.agr.wa.gov/WSDAKentico/Documents/PP/PestProgram/Vespa_mandarina_NPRG_10Feb2020-\(002\).pdf](https://cms.agr.wa.gov/WSDAKentico/Documents/PP/PestProgram/Vespa_mandarina_NPRG_10Feb2020-(002).pdf)
13. Hornet watch, public viewer. En línea: <https://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=e61a5884554f4e54a9500014dc084200>

14. CNN. Avispones gigantes invasores han sido vistos en los Estados Unidos por primera vez. En línea: <https://edition.cnn.com/2020/05/03/us/washington-giant-murder-hornets/index.html>
15. Azny, M. M., Hosaka, T., & Numata, S. (2016). Responses of four hornet species to levels of urban greenness in Nagoya city, Japan: Implications for ecosystem disservices of urban green spaces. *Urban forestry & urban greening*, 117-125.
16. Kim, W.-M., Kim, S.-Y., Song, W., & Choi, M.-B. (2019). Ecological characteristics of hornets (genus *Vespa*) considering environmental spatial information in urban children's parks. *Korean Journal of Environment and Ecology*, 506-514.
17. Mattu, V. K., & Sharma, I. (2017). Seasonal variation of *Vespa auraria* S. and *Vespa mandarinia* S. (Hymenoptera: Vespidae) attacking *Apis mellifera* L. colonies in district Kangra of Western Himalayas, Himachal Pradesh (India). *age*, 0-21.
18. Naoki, K., Gómez, M. I., López, R. P., Meneses, R. I., & Varga, J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 65-78.
19. USDA. (2020). *New pest response guidelines. Vespa mandarinia, asian giant hornet*. United States Department of Agriculture.
20. WorldClim. (2020). Variable Bioclimáticas mundiales 1970-2000.
21. Animapedia. Avispón asiático gigante. En línea: <http://www.avispapedia.com/avispon-asiatico-gigante/>
22. Estatus de avistamientos de *Vespa mandarinia* en EUA, USDA 2020. Washington State Department of Agriculture 2020. En línea: <https://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=e61a5884554f4e54a9500014dc084200>
23. Comunicado: Avispón Gigante Asiático (*Vespa mandarinia*) en Canadá y Estados Unidos. OIRSA Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
24. Enciclopedia de animales. La Abeja buitre y la miel de carne. En línea: <https://enciclopediadeanimales.com/abeja-buitre/>