

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,  
Volumen 10, Número 1.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1)

**CARACTERIZACIÓN BIOCLIMÁTICA DE  
XYLEBORUS FERRUGINEUS, X. VOLVULUS Y  
EUWALLACEA KUROSHIO (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE)**

**BIOCLIMATIC CHARACTERIZATION OF XYLEBORUS  
FERRUGINEUS, X. VOLVULUS AND EUWALLACEA KUROSHIO  
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE)**

**Cecilia Guadalupe Ruiz González**

Postgrado en Fitosanidad: Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados México

**Armando Equihua Martínez**

Postgrado en Fitosanidad: Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados México

**Juan Carlos Montoya Jiménez**

Tecnológico Nacional de México- TES, México

**Edith Guadalupe Estrada Venegas**

Postgrado en Fitosanidad: Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, México

**René García Martínez**

Tecnológico Nacional de México- TES, México

## Caracterización Bioclimática de *Xyleborus Ferrugineus*, *X. Volvulus* y *Euwallacea Kuroshio* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)

**Cecilia Guadalupe Ruiz González<sup>1</sup>**

[ceci\\_forestal@hotmail.com](mailto:ceci_forestal@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-6342-508X>

Postgrado en Fitosanidad: Entomología y  
Acarología, Colegio de Postgraduados  
Montecillo, Texcoco, Estado de México 56230  
México

**Armando Equihua Martínez**

[equihuaa@colpos.mx](mailto:equihuaa@colpos.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-4392-3924>

Postgrado en Fitosanidad: Entomología y  
Acarología, Colegio de Postgraduados  
Montecillo, Texcoco, Estado de México 56230  
México

**Juan Carlos Montoya Jiménez**

[charly\\_91\\_cecy@hotmail.com](mailto:charly_91_cecy@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-1828-952X>

Tecnológico Nacional de México- TES  
División de Ingeniería Forestal  
Ejido San Antonio de la Laguna  
Valle de Bravo. Estado de México  
México

**Edith Guadalupe Estrada Venegas**

[edith\\_ev@yahoo.com.mx](mailto:edith_ev@yahoo.com.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-1347-6369>

Postgrado en Fitosanidad: Entomología y  
Acarología, Colegio de Postgraduados,  
Montecillo, Texcoco, Estado de México 56230  
México

**René García Martínez**

[rene.gm@vbravo.tecnm.mx](mailto:rene.gm@vbravo.tecnm.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-8756-2078>

Tecnológico Nacional de México- TES  
División de Ingeniería Forestal  
Ejido San Antonio de la Laguna  
Valle de Bravo. Estado de México  
México

### RESUMEN

Los escarabajos ambrosiales *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus volvulus* y *Euwallacea kuroshio* presentan una estrecha dependencia del clima debido a su simbiosis obligada con hongos. El objetivo de este estudio fue analizar su afinidad bioclimática a distintas escalas espaciales. Para ello, se integraron y depuraron registros de presencia provenientes de GBIF, CONABIO y literatura científica, aplicando un filtro espacial. La caracterización bioclimática se realizó mediante clasificaciones zonales, TBR y de subtipo, usando variables de temperatura y precipitación procesadas con el paquete bioclim en R. Los resultados evidenciaron contrastes claros entre especies. *X. ferrugineus* mostró predominio en bioclimas tropicales y subtropicales, principalmente euritermo-mesófilos y ombrófilos, con mayor frecuencia en subtipos perhúmedos, lo que indicó alta afinidad por ambientes cálidos y húmedos. *X. volvulus* presentó una distribución más amplia, con registros tanto en bioclimas húmedos como en condiciones con estacionalidad hídrica y semiaridez, reflejando una mayor plasticidad ecológica. En contraste, *E. kuroshio* se restringió al bioclima subtropical, bajo un régimen euritermo-xerófilo dominado por subtipos áridos, lo que sugirió una fuerte asociación con ambientes de déficit hídrico persistente. En conclusión, la caracterización bioclimática permitió identificar diferencias en amplitud ecológica y áreas de mayor riesgo potencial de establecimiento, aportando bases para el monitoreo y manejo fitosanitario de estas especies.

**Palabras clave:** balance hídrico, escarabajos ambrosiales, idoneidad ambiental, estrés del hospedero, riesgo fitosanitario

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [equihuaa@colpos.mx](mailto:equihuaa@colpos.mx)

# Bioclimatic characterization of *Xyleborus Ferrugineus*, *X. Volvulus* and *Euwallacea Kuroshio* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)

## ABSTRACT

The ambrosia beetles *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus volvulus*, and *Euwallacea kuroshio* exhibit a strong dependence on climate due to their obligate symbiosis with fungi. The objective of this study was to analyze their bioclimatic affinity at different spatial scales. To this end, presence records from GBIF, CONABIO, and scientific literature were integrated and refined, applying a spatial filter. Bioclimatic characterization was performed using zonal, TBR, and subtype classifications, employing temperature and precipitation variables processed with the bioclim package in R. The results revealed clear contrasts between species. *X. ferrugineus* showed a predominance in tropical and subtropical bioclimates, primarily eurythermo-mesophilic and ombrophilic, with a higher frequency in perhumid subtypes, indicating a high affinity for warm and humid environments. *X. volvulus* exhibited a wider distribution, with records in both humid bioclimates and areas with seasonal water availability and semi-arid conditions, reflecting greater ecological plasticity. In contrast, *E. kuroshio* was restricted to the subtropical bioclimate, under a eurythermo-xerophilic regime dominated by arid subtypes, suggesting a strong association with environments of persistent water deficit. In conclusion, the bioclimatic characterization allowed for the identification of differences in ecological range and areas of greater potential risk of establishment, providing a basis for the monitoring and phytosanitary management of these species.

**Keywords:** water balance, ambrosia beetles, environmental suitability, host stress, phytosanitary risk

*Artículo recibido 02 febrero 2026*  
*Aceptado para publicación: 27 febrero 2026*



## INTRODUCCIÓN

Los escarabajos ambrosiales (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) mantienen una simbiosis obligada con hongos cultivados en galerías dentro de la madera y, por ello, su biología y dinámica poblacional están fuertemente moduladas por el clima y por condiciones microambientales que afectan el crecimiento fúngico y la fisiología de los insectos. En los trópicos y subtrópicos, tres taxones han cobrado creciente relevancia en agroecosistemas y bosques: *Xyleborus ferrugineus*, *X. volvulus* y *Euwallacea kuroshio* (Kuroshio shot hole borer, KSHB).

Para el género *Xyleborus*, revisiones recientes sintetizan avances en historia de vida, ecología y manejo, destacando que muchas especies son pantropicales, polífagas y con reproducción endogámica; estas condiciones, sumadas al comercio de madera, facilitan su dispersión transcontinental y explican su amplia tolerancia climática (Rodríguez-Becerra et al., 2024). En particular, *X. ferrugineus* y *X. volvulus* presentan amplia distribución neotropical; su detección y manejo se apoyan en atrayentes ligados al estrés del hospedero (por ejemplo, etanol) y a terpenos de la corteza. En ensayos electroantenográficos, hembras de *X. ferrugineus* respondieron con alta sensibilidad al etanol y a compuestos volátiles de *Persea schiedeana* (Lauraceae), lo que explica su mayor actividad bajo condiciones que favorecen la fermentación o el estrés del árbol (Romero et al., 2022); además, la filogeografía de ambas especies confirma historias de dispersión antigua y recurrente entre regiones tropicales, coherentes con nichos climáticos amplios y plasticidad ecológica (Gohli et al., 2016).

En *Xyleborus volvulus*, se ha demostrado experimentalmente que su ciclo biológico puede completarse en aproximadamente 28 días en condiciones cálidas y controladas sobre sustrato de aserrín de aguacate, y que mantiene asociaciones fúngicas (principalmente con *Raffaelea* spp.), rasgo que puede facilitar su establecimiento bajo distintos regímenes climáticos (Cruz et al., 2019). A nivel de campo, estudios en huertos de aguacate afectados por la marchitez del laurel (*laurel wilt*) indican que la actividad de vuelo de *X. volvulus* y otros escolitinos se relaciona con variables meteorológicas y con la apertura del dosel: la radiación solar, la temperatura mínima y la humedad relativa emergen como predictores de abundancia, y los sombreados densos tienden a favorecer mayores capturas (Menocal et al., 2022).

*Euwallacea kuroshio*, por su parte, es una especie invasora asociada a muerte regresiva por *Fusarium* en el Sur de California y otras regiones.



Datos experimentales muestran que el desarrollo, la fecundidad y la emergencia de adultos están fuertemente determinados por la temperatura, con desempeño óptimo hacia el rango  $\geq 26$  °C y reducción marcada a temperaturas más bajas, lo que acota su idoneidad climática y ayuda a delimitar ventanas estacionales de vuelo (Dodge & Stouthamer, 2021; DEFRA, 2024). La intensidad del impacto de *Euwallacea kuroshio* también se ha vinculado con condiciones que humedecen la madera ya que favorecen el crecimiento de sus simbioses fúngicos y, por tanto, su éxito reproductivo (Boland & Woodward, 2019). Complementariamente, la fenología de vuelo del complejo *Euwallacea fornicatus* muestra patrones estacionales determinados por la temperatura ambiente, con picos de actividad en los meses más cálidos (Liu et al., 2022).

En conjunto, la evidencia reciente respalda que (i) los tres taxa son sensibles al gradiente térmico y a la humedad a escalas regional y microclimática, por lo tanto, una caracterización climática de *X. ferrugineus*, *X. volvulus* y *E. kuroshio* debe integrar información de temperatura, humedad, precipitación y radiación, mismos que se integran a través de la caracterización bioclimática. Este enfoque permitirá anticipar la estacionalidad y el potencial de establecimiento bajo escenarios actuales y de cambio climático, y optimizar el monitoreo (atrayeres/repelentes, trampas) y las tácticas de manejo cultural en sistemas forestales y agrícolas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

La caracterización bioclimática se realizó a partir información de precipitación temperatura mínima y máxima, esta información se descargó en formato tif y se recortaron a partir de un área máxima de distribución para cada especie, las cuales se realizaron a partir de las ecorregiones del mundo (Figura 1B, 1C, 1D).

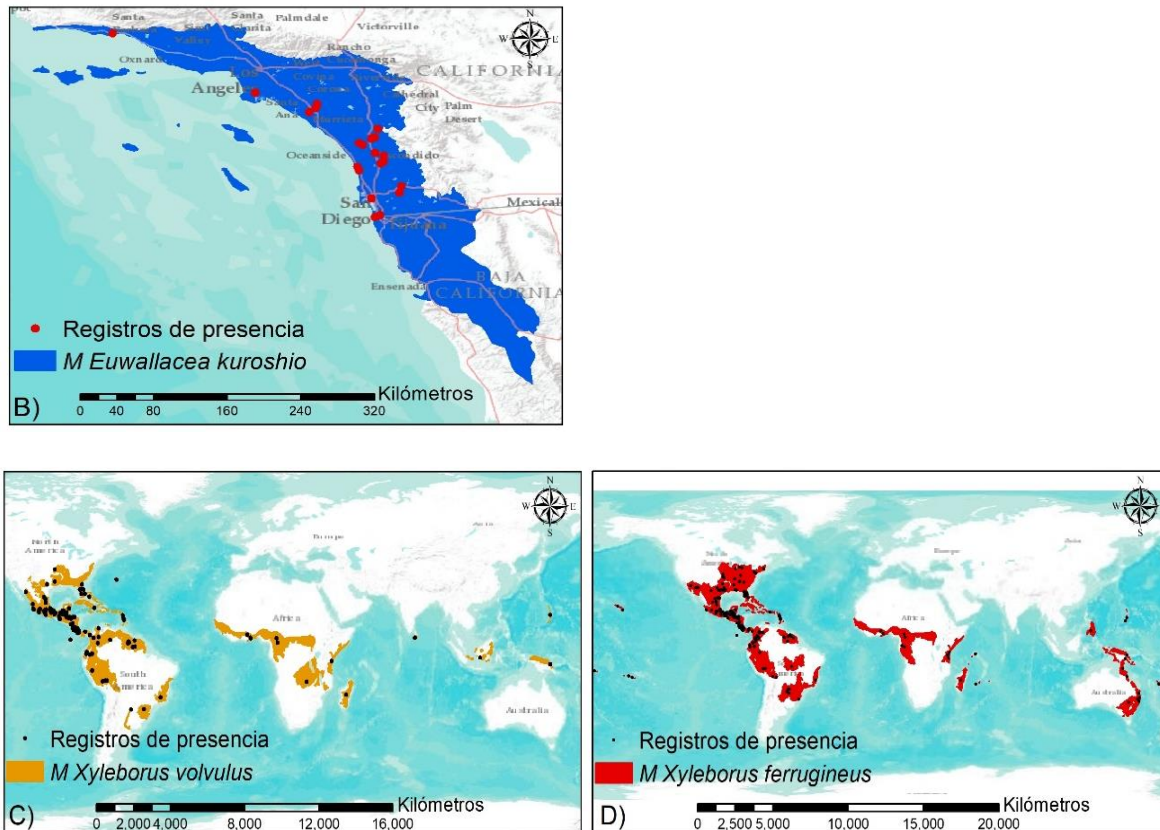
Para *Euwallacea kuroshio*, *Xyleborus ferrugineus*, y *X. volvulus* se conjuntó una base de coordenadas geográficas de la base de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF 2025) y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 2025) y de literatura científica. La base de coordenadas se depuró excluyendo los registros geográficos con coordenadas erróneas o incompletas; coordenadas duplicadas; coordenadas con menos de dos decimales y coordenadas fuera del rango de distribución de las especies.



Para disminuir sesgos de muestreo y en consecuencia sesgos ambientales, se aplicó un filtro espacial con una distancia mínima de  $\geq 5$  km entre puntos (Figura 1B, 1C, 1D).

### Figura 1

B: área máxima de distribución para *Euwallacea kuroshio*. C: área máxima de distribución para *Xyleborus volvulus*. D: área máxima de distribución para *Xyleborus ferrugineus*



### Caracterización bioclimática

La caracterización bioclimática de *Xyleborus ferrugineus* se realizó a partir de tres tipos de clasificación según la escala espacial: 1) zonal (macroescala), basada en grandes grupos climáticos basados en la latitud; 2) regional (mesoescala), también denominada TBR, basada en los requerimientos térmicos y de humedad de la vegetación; y 3) local o de subtipo (microescala), donde las TBR se ajustan en función de su humedad. Estos análisis se realizaron en el software R a partir del paquete bioclim (Serrano-Notivoli et al., 2022).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización bioclimática *X. ferrugineus*

La caracterización bioclimática reveló un patrón de distribución estrechamente vinculado a ambientes cálidos con disponibilidad hídrica suficiente para sostener actividad vegetativa continua, condición

clave para la ecología de escarabajos ambrosiales. A escala macroclimática, la especie mostró una clara dominancia en el bioclima Tropical, con 136 registros de presencia, seguido por el Subtropical con 65 registros, y una representación considerablemente menor en Latitudes Medias (20 registros) (Figura 2 A). De acuerdo con la clasificación zonal estos bioclimas corresponden a regiones donde las temperaturas medias mensuales superan de forma sostenida el umbral de 7.5 °C, evitando periodos prolongados de estancamiento vegetativo por frío (Serrano-Notivoli et al., 2022).

Este patrón concuerda con la biología térmica conocida de *X. ferrugineus*, una especie que depende de la actividad metabólica continua de sus hongos simbios, los cuales requieren temperaturas relativamente estables para mantener la producción de biomasa dentro de las galerías.

A escala mesoclimática, los resultados indicaron una concentración de registros en Euritermo-Mesophyllo (46 registros), seguido de Ombrophyllo (33) y Mesophyllo (33) (Figura 2 B). Estas categorías representan ambientes donde la temperatura no limita el crecimiento vegetal, mientras que el agua puede presentar desde ausencia total de restricciones (ombrofílico) hasta déficits moderados sin estancamiento prolongado (mesofílico) (Cámara et al., 2020; Serrano-Notivoli et al., 2022)

Desde una perspectiva eco-fisiológica, esta combinación de regímenes sugiere que *X. ferrugineus* se asocia preferentemente a áreas donde la intensidad bioclimática real y la intensidad libre permanecen positivas durante gran parte del año, permitiendo un suministro continuo de tejidos leñosos fisiológicamente activos. Esto resulta particularmente relevante para escarabajos ambrosiales, cuya colonización y éxito reproductivo dependen no solo del hospedero, sino del equilibrio hídrico suelo-planta que regula la transpiración, el estrés del árbol y la disponibilidad de sustrato para los hongos simbios.

A escala local (subtype), los registros de *X. ferrugineus* se concentraron en Perhumid Ombrophyllo (29 registros) y Moist humid Euritermo-Mesophyllo (14), lo que representa más del 74 % de los registros analizados a este nivel (Figura 2C). Estos subtipos se caracterizan por precipitaciones mensuales generalmente superiores a 60 mm, suelos con alta capacidad de retención hídrica y ausencia de déficit hídrico estacional significativo (Serrano-Notivoli et al., 2022)

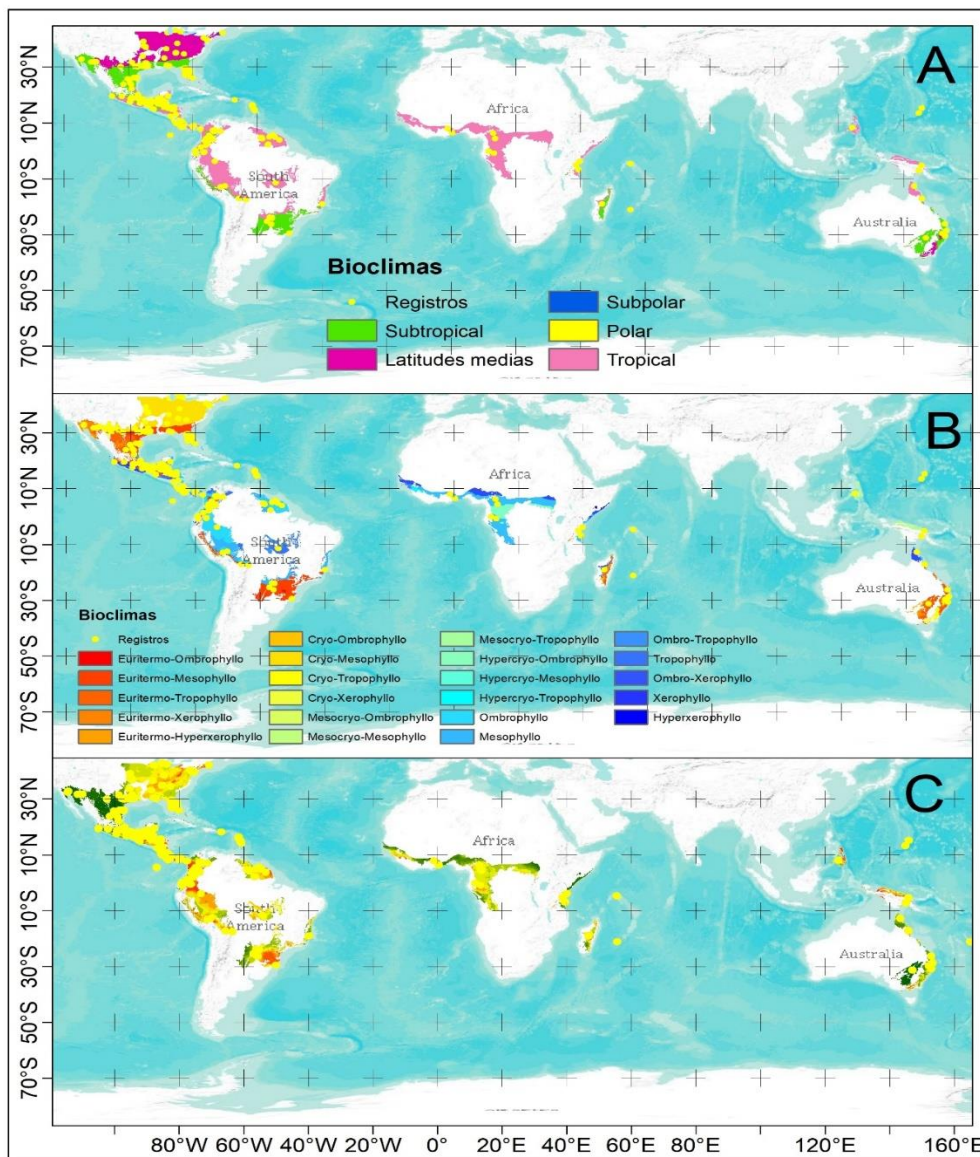
Este resultado refuerza la hipótesis de que *X. ferrugineus* encuentra condiciones óptimas en ambientes donde la intensidad bioclimática condicionada es mínima o de corta duración, permitiendo una rápida



recuperación de la actividad vegetativa tras eventos de estrés. En estos contextos, los árboles hospedantes mantienen tejidos con alto contenido de humedad, favoreciendo tanto la excavación de galerías como el desarrollo del micelio fúngico.

No obstante, la presencia de la especie en Arid Euritermo-Mesophyllo (8 registros) y Highly humid Cryo-Mesophyllo (7 registros) indica una amplitud ecológica mayor de la que sugeriría su afinidad principal por ambientes húmedos. Estas ocurrencias pueden interpretarse como el resultado de microclimas locales, estrés fisiológico del hospedero o condiciones edáficas particulares que compensan las limitaciones climáticas generales y generan ventanas temporales de idoneidad bioclimática.

**Figura 2.** Caracterización bioclimática de *Xyleborus ferrugineus* a partir de su distribución actual



### Caracterización bioclimática *X. volvulus*

Con base en el mapa de bioclimas y la clasificación jerárquica (zonal, TBR y subtype), se observó que *Xyleborus volvulus* se asocia principalmente con condiciones cálidas y con disponibilidad de humedad media-alta, aunque mantiene presencia en escenarios con estacionalidad hídrica y hasta semiaridez. A nivel zonal (macroescala) se contabilizaron 48 registros (65.75%) en el bioclima Tropical, 24 (32.88%) registros en el Subtropical y 1 registro (1.37%) en Latitudes medias (Figura 3 A). Este patrón indica una afinidad marcada por ambientes tropicales y, en segundo término, subtropicales, con ocurrencias marginales en latitudes medias.

Desde una perspectiva ecológica, esta dominancia tropical/subtropical es coherente con el comportamiento de muchos escolítidos ambrosiales del linaje Xyleborini: (i) amplio espectro de hospederos, (ii) reproducción con endogamia permanente que facilita el establecimiento, y (iii) capacidad de dispersión y colonización favorecida por el transporte antrópico, rasgos que ayudan a explicar distribuciones pantropicales con múltiples eventos de introducción/expansión histórica. Además, *X. volvulus* es un perforador asociado típicamente a madera debilitada y a condiciones que favorecen el cultivo de hongos simbioses, por lo que climas cálidos con disponibilidad hídrica suficiente suelen sostener mejor su dinámica poblacional (Cruz et al., 2019).

Para TBR (mesoescala) se reportaron 114 registros clasificados, distribuidos en: Ombrophylo = 53 (46.49%), Mesophylo = 22 (19.30%), Euritermo-Mesophylo = 15 (13.16%), categorías con estacionalidad hídrica (Trophyllo/Xerophylo) = 14 (12.28%) y Ombro-Trophyllo = 10 (8.77%) (Figura 3 B). La mayor fracción en Ombrophylo y Mesophylo sugiere preferencia por regímenes con humedad disponible relativamente alta y/o condiciones templado-cálidas que mantienen actividad vegetativa amplia, lo que suele traducirse en mayor oferta de tejido leñoso susceptible y microambientes adecuados dentro del xilema/galerías para el desarrollo del simbionte (Cavaletto et al., 2021). Cruz et al. (2019) sugieren que las infestaciones de ambrosiales se disparan cuando los árboles entran en estados de estrés (disturbios, poda, daños mecánicos), aumentando señales químicas como el etanol, un atrayente clave para ambrosiales y que además se relaciona con la probabilidad de establecimiento del hongo mutualista (Ranger et al., 2023).



Estos hallazgos sugieren que *X. volvulus* funciona como generalista climático dentro del rango cálido, pero con mejor desempeño potencial donde la humedad ambiental/edáfica reduce el riesgo de colapso del cultivo fúngico y donde los hospederos mantienen suficiente contenido de agua y sustrato. Esto coincide con evidencia de asociaciones fúngicas flexibles en *X. volvulus*, donde el ensamble de simbiontes puede variar (Cruz et al., 2019).

En la clasificación subtipo se evidenció una clara concentración en ambientes húmedos: Ombrophylo perhúmedo = 24 (31,58%), Ombrophylo muy húmedo = 13 (17,11%), Ombrophylo altamente húmedo = 6 (7,89%). En mesófilos: Mesófilo húmedo bajo = 9 (11,84%), Mesófilo húmedo medio = 6 (7,89%) y en condiciones secas/semisecas: Tropophylo semiárido = 6 (7,89%), Xerophylo semiárido = 6 (7,89%), Xerophylo seco húmedo = 6 (7,89%) (Figura 3 C).

La dominancia de subtipos perhúmedos concuerda con la dependencia trófica de ambrosiales hacia hongos cultivados: la humedad (externa e interna del hospedero) estabiliza el microclima de la galería y favorece el crecimiento del simbionte (Cruz et al., 2019). La ocurrencia en subtipos semiárido/Xerophylo seco húmedo es consistente con el marco de “insectos oportunistas de estrés”: ciertos tipos de estrés hídrico o fisiológico incrementan volátiles (incluido etanol) que atraen ambrosiales, y el establecimiento puede depender de la intensidad/duración del estrés y de la especie hospedera (Ranger et al., 2023; Cavaletto et al., 2021).

Así, en paisajes con estacionalidad fuerte, *X. volvulus* puede “aprovechar” pulsos temporales de vulnerabilidad (por ejemplo, periodos húmedos que incrementan anoxia radicular por encharcamiento, o transiciones estacionales con daños y debilitamiento), sin que ello implique que su óptimo esté en condiciones secas. La literatura muestra que especies pantropicales del género *Xyleborus* combinan rasgos reproductivos y de uso amplio de hospederos que las pre-adaptan a colonizar nuevas áreas (Gohli et al., 2016).

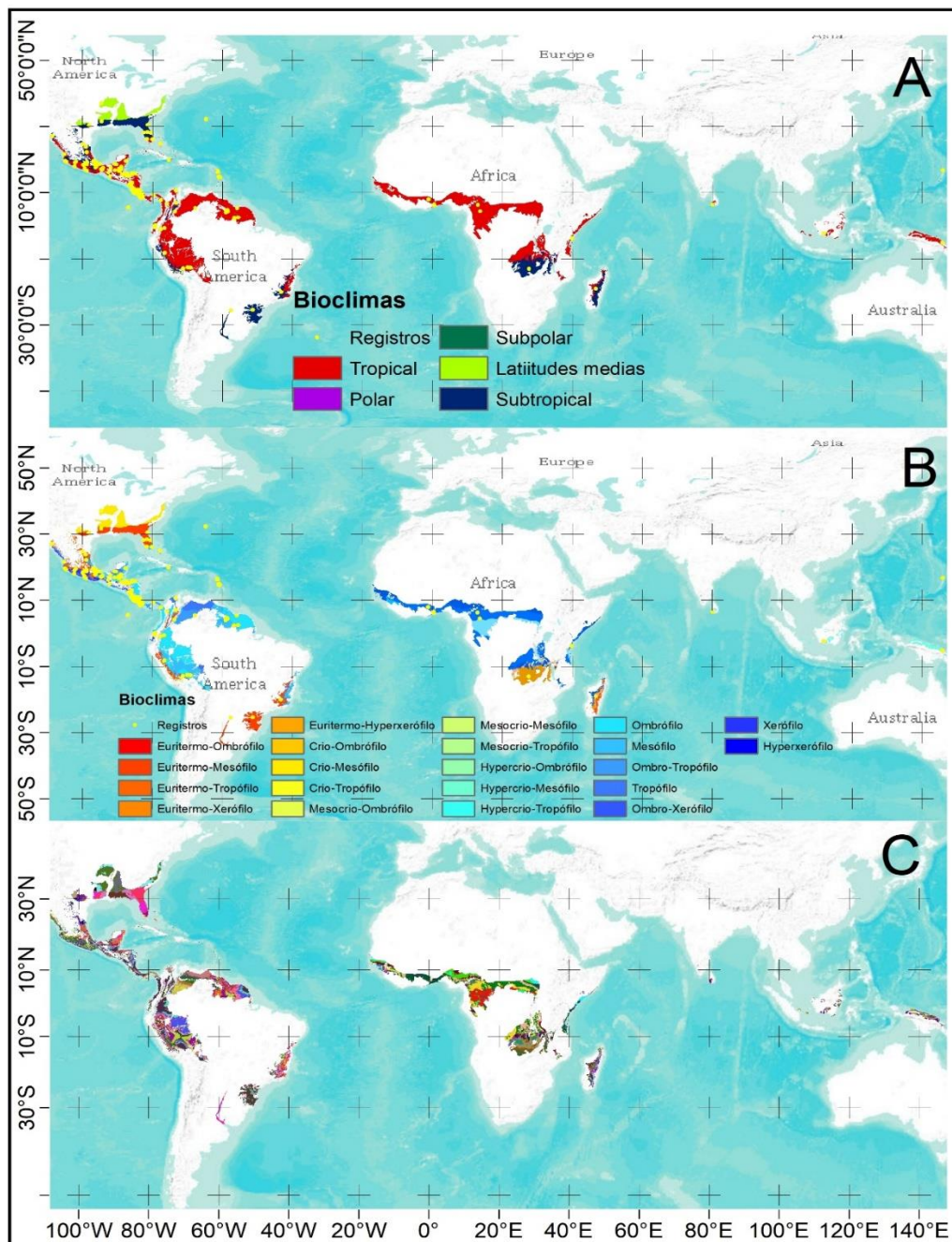
En ambientes agrícolas tropicales, *X. volvulus* ha sido reportado atacando mango en México, lo que sugiere que en zonas cálidas (y típicamente con estacionalidad de humedad) puede integrarse como componente relevante de complejos de barrenadores, especialmente donde existen hospederos debilitados o mosaicos de cultivos susceptibles (Castrejón-Antonio et al., 2018). Además, se ha discutido su papel potencial como portador de hongos de importancia en Lauraceae, lo que denota la



necesidad de interpretar su idoneidad climática no solo por presencia, sino por el riesgo funcional (vector/simbionte) en regiones productoras (Cruz et al., 2019; Ploetz et al., 2017).

Finalmente, revisiones recientes sobre *Xyleborus* enfatizan que su éxito ecológico responde a la combinación de mutualismos fúngicos, química de hospedero (etanol/volátiles) y perturbación, factores que encajan bien con el gradiente de subtipos observado (desde perhúmedo hasta semiárido) (Rodríguez-Becerra et al., 2024).

**Figura 3.** Caracterización bioclimática de *Xyleborus volvulus* a partir de su distribución actual.



### Caracterización bioclimática *E. kuroshio*

En el nivel zonal, *Euwallacea kuroshio* concentró la totalidad de sus registros de presencia (n = 21; 100%) en el bioclima Subtropical, sin registros en latitudes medias ni en el zonal tropical (Figura 4 A). Este patrón fue consistente con la evidencia de que el complejo de “shot hole borers” se estableció e impactó con fuerza en regiones subtropicales-mediterráneas del noroeste de México y el sur de California, donde el insecto se introdujo y expandió en paisajes con marcada estacionalidad hídrica (Gómez et al., 2018).

En el nivel TBR, los 21 registros (100%) se ubicaron en el bioclima Euritermo-Xerófilo, lo que indicó que las presencias se asociaron a condiciones con sequía prolongada (xerofilia) pero sin un freno térmico invernal severo (euritermia) (Figura 4 B). En el nivel local (subtype), 20 registros (95.24%) se ubicaron en Euritermo-Xerófilo árido y 1 registro (4.76%) en Euritermo-Xerófilo semiárido, mostrando un sesgo hacia ambientes de aridez más intensa (Figura 4 C). En términos ecológicos, esto sugirió que la especie se detectó principalmente en sitios donde la limitación por agua fue un componente estructural del ambiente, más que un evento esporádico.

Se ha documentado que el género *Euwallacea* está asociado a simbiontes fúngicos (Na et al., 2018), además, trabajos posteriores reforzaron que el hongo asociado podía inducir respuestas defensivas complejas y contribuir al decaimiento de los hospederos (Ibarra-Laclette et al., 2024), lo anterior denota la importancia de que las condiciones bioclimáticas pueden ayudar a formular las técnicas de control y manejo de estas especies.

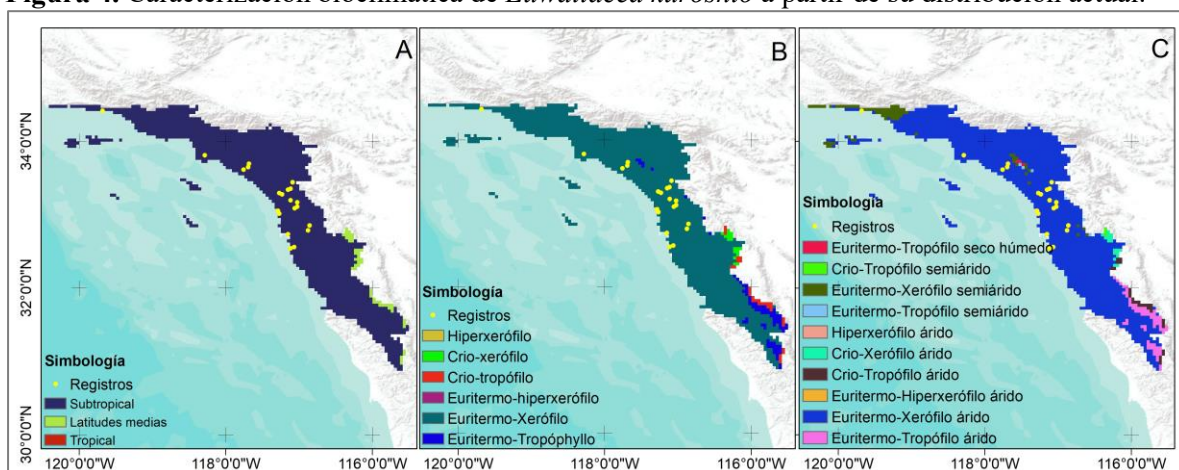
En términos de capacidad climática, la afinidad observada por condiciones subtropicales y xéricas también fue consistente con la dependencia del desempeño poblacional respecto a la temperatura. Se había demostrado que la fecundidad, el desarrollo y la emergencia de *E. kuroshio* variaron con la temperatura, delimitando ventanas térmicas de mayor rendimiento (Dodge & Stouthamer, 2021).

A nivel de invasión y expansión regional, la señal “subtropical-xérica” fue compatible con la historia del linaje *kuroshio* dentro del complejo *Euwallacea fornicatus* s.l. y su establecimiento en regiones del Pacífico (Gómez et al., 2018). Además, revisiones taxonómicas y de distribución señalaron que *E. kuroshio* fue introducida en México y California, con un rango de hospederos amplio (Smith et al., 2019), lo que implicó que, una vez en una zona climáticamente apta, la limitación principal pudo no ser

la disponibilidad de plantas hospedantes sino la combinación clima-estrés-manejo. Registros documentados para Baja California también respaldaron su presencia en el noroeste de México (Pérez-Silva et al., 2021).

Finalmente, la concentración en subtipos áridos sugirió que la ocurrencia se asoció a ambientes con déficit hídrico más persistente, lo cual fue relevante porque el daño por “shot hole borers” se había descrito como severo en componentes ribereños y urbanos/naturales del Sur de California, con mortalidad y cambios estructurales en la vegetación cuando el complejo se estableció y proliferó (Boland, 2019). En conjunto, los resultados indicaron que *E. kuroshio* se registró bajo un perfil bioclimático subtropical-euritermo-xerófilo, dominado por aridez, lo que fue consistente con (i) su desempeño térmico, (ii) su capacidad invasiva en el Pacífico nororiental y (iii) la dinámica de un complejo insecto-hongo capaz de aprovechar hospederos bajo estrés hídrico prolongado.

**Figura 4.** Caracterización bioclimática de *Euwallacea kuroshio* a partir de su distribución actual.



## CONCLUSIONES

Las especies de escarabajos mostraron mayor afinidad por bioclimas tropicales, ombro-mesófilos lo cual sugiere que regiones con balances hídricos positivos y alta productividad vegetal representan áreas de mayor riesgo potencial para su establecimiento y expansión, especialmente bajo escenarios de cambio climático donde se proyecta una expansión de condiciones euritermas y mesófilas hacia latitudes medias.

La distribución de los escarabajos ambrosiales estuvo fuertemente condicionada por el clima, particularmente por la interacción entre temperatura y disponibilidad hídrica.

La caracterización bioclimática confirmó que estos factores regulan la actividad vegetativa del hospedero y el desarrollo de los hongos simbios, elementos clave para el establecimiento y éxito reproductivo de las especies analizadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Boland, J. M., & Woodward, D. L. (2019). Impacts of the invasive shot hole borer (*Euwallacea kuroshio*) are linked to sewage pollution in southern California: The Enriched Tree Hypothesis. *PeerJ*, 7, e6812. <https://doi.org/10.7717/peerj.6812>
- Cámara, R., Díaz del Olmo, F., & Martínez Batlle, J. R. (2020). TBRs, a methodology for the multi-scalar cartographic analysis of the distribution of plant formations. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 85, 1–38. <https://doi.org/10.21138/bage.2915>
- Castrejón-Antonio, J. E., Montesinos-Matías, R., Tamez-Guerra, P., Fuentes Guardiola, L. T., Laureano-Ahuelican, B., & Bernal, H. C. (2018). Infestation of *Xyleborus volvulus* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) in Manzanillo, Colima. *Florida Entomologist*, 101(4), 676. <https://doi.org/10.1653/024.101.0405>
- Cavaletto, G., Faccoli, M., Ranger, C. M., & Rassati, D. (2021). Ambrosia beetle response to ethanol concentration and host tree species. *Journal of Applied Entomology*, 145(7–8), 680–692. <https://doi.org/10.1111/jen.12895>
- Cruz, L. F., Menocal, O., Mantilla, J., Ibarra-Juárez, L. A., & Carrillo, D. (2019). *Xyleborus volvulus* (Coleoptera: Curculionidae): Biology and fungal associates. *Applied and Environmental Microbiology*, 85(19), e01190-19. <https://doi.org/10.1128/AEM.01190-19>
- DEFRA. (2024). Rapid Pest Risk Analysis (PRA) for *Euwallacea fornicatus* species complex. Department for Environment, Food & Rural Affairs, UK. [https://planthealthportal.defra.gov.uk/assets/Euwallacea\\_spp\\_PRA\\_2024\\_final.pdf](https://planthealthportal.defra.gov.uk/assets/Euwallacea_spp_PRA_2024_final.pdf)
- Dodge, C., & Stouthamer, R. (2021). Effect of temperature on fecundity, development, and emergence of the invasive ambrosia beetle *Euwallacea kuroshio* (Coleoptera: Scolytinae). *Agricultural and Forest Entomology*, 23(2). <https://doi.org/10.1111/afe.12407>



- EPPO. (2020). EPPO Study on the risk of bark and ambrosia beetles in the EPPO region. European and Mediterranean Plant Protection Organization.  
[https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo\\_publications/scientific\\_reports](https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo_publications/scientific_reports)
- Gohli, J., Selvarajah, T., Kirkendall, L. R., & Jordal, B. H. (2016). Globally distributed *Xyleborus* species reveal recurrent intercontinental dispersal in a landscape of ancient worldwide distributions. *BMC Evolutionary Biology*, 16, 37. <https://doi.org/10.1186/s12862-016-0610-7>
- Gómez, D. F., Skelton, J., Steininger, M. S., Stouthamer, R., Rugman-Jones, P., & Hulcr, J. (2018). Species delineation within the *Euwallacea fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae) complex revealed by morphometric and phylogenetic analyses. *Insect Systematics and Diversity*, 2(6), 2. <https://doi.org/10.1093/isd/ixy018>
- Ibarra-Laclette, E., Martínez-Rodríguez, L. A., Hernández-Domínguez, E. E., Olivares-Miranda, M., Rodríguez-Haas, B., Villafán, E., Pérez-Torres, C.-A., & Sánchez-Rangel, D. (2024). Unravelling transcriptional responses of the willow to *Fusarium kuroshium* infection. *Plant Physiology and Biochemistry*, 208, 108557.
- Liu, F.-L., Hoddle, M. S., & Stouthamer, R. (2022). Seasonal dynamics of flight phenology of the *Euwallacea fornicatus* species complex (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Economic Entomology*, 115(6), 1901–1912. <https://doi.org/10.1093/jee/toac153>
- Menocal, O., Kendra, P. E., Padilla, A., Chagas, P. C., Chagas, E. A., Crane, J. H., & Carrillo, D. (2022). Influence of canopy cover and meteorological factors on the abundance of bark and ambrosia beetles in avocado orchards affected by laurel wilt. *Agronomy*, 12(3), 547. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030547>
- Na, F., Carrillo, J. D., Mayorquin, J. S., Ndinga-Muniania, C., Stajich, J. E., Stouthamer, R., Huang, Y.-T., & Eskalen, A. (2018). Two novel fungal symbionts *Fusarium kuroshium* sp. nov. and *Graphium kuroshium* sp. nov. of Kuroshio shot hole borer (*Euwallacea* sp. nr. *fornicatus*) cause *Fusarium* dieback on woody host species in California. *Plant Disease*, 102(6), 1154–1164. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-17-1042-RE>
- Pérez-Silva, M., Equihua-Martínez, A., & colaboradores. (2021). [Registro/discusión de *Euwallacea kuroshio* en Baja California]. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, e923817.



- Ploetz, R. C., Konkol, J. L., Narvaez, T., Duncan, R. E., Saucedo, R. J., Campbell, A., Mantilla, J., & Carrillo, D. (2017). Presence and prevalence of *Raffaelea lauricola*, cause of laurel wilt, in different species of ambrosia beetle in Florida, USA. *Journal of Economic Entomology*, 110(2), 347–354.
- Ranger, C. M., Parajuli, M., Gresham, S., Barnett, J., Villani, S., Walgenbach, J., Baysal-Gurel, F., Owen, J. S., & Reding, M. E. (2023). Type and duration of water stress influence host selection and colonization by exotic ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae). *Frontiers in Insect Science*, 3, 1219951. <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1219951>
- Rodríguez-Becerra, S. H., Vázquez-Rivera, R., Ventura-Hernández, K. I., Pawar, T. J., & Olivares-Romero, J. L. (2024). The biology, impact, and management of *Xyleborus* beetles: A comprehensive review. *Insects*, 15(9), 706. <https://doi.org/10.3390/insects15090706>
- Romero, P., Ibarra-Juárez, L. A., Carrillo, D., Guerrero-Analco, J. A., Kendra, P. E., Kiel-Martínez, A. L., & Guillén, L. (2022). Electroantennographic responses of wild and laboratory-reared females of *Xyleborus affinis* and *X. ferrugineus* to ethanol and bark volatiles of three host-plant species. *Insects*, 13(7), 655. <https://doi.org/10.3390/insects13070655>
- Serrano-Notivoli, R., Longares, L. A., & Cámara, R. (2022). bioclim: An R package for bioclimatic classifications via adaptive water balance. *Ecological Informatics*, 71, 101810. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101810>
- Smith, S. M., Gomez, D. F., Beaver, R. A., & Hulcr, J. (2019). Reassessment of the species in the *Euwallacea fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) complex after the rediscovery of the “lost” type specimen. *Insects*, 10(9), 261. <https://doi.org/10.3390/insects10090261>

