



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE *BLEPHARIDA*  
*CHEVROLAT* (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)  
Y *BURSERA* JACQ. EX L. (SECCIÓN *BULLOCKIA*:  
BURSERACEAE)**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**B I Ó L O G A**  
**P R E S E N T A**

**VALERY BARBOSA CANO**

**JURADO DE EXAMEN**  
**DIRECTORA: DRA. MARÍA MAGDALENA ORDÓÑEZ RESÉNDIZ**  
**ASESORA: DRA. SARA LÓPEZ PÉREZ**  
**ASESOR: M. EN C. GENARO MONTAÑO ARIAS**  
**SINODAL: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA**  
**SINODAL: MTRA. MARGARITA SANTIAGO ALVARADO**

**COLECCIÓN COLEOPTEROLÓGICA**



**CIUDAD DE MÉXICO**

**29 de mayo de 2024**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**Sueña, donde quiera que vayas  
el mundo te será indulgente  
sueña, después de tantas dificultades  
vas a poder florecer  
sueña, tus humildes inicios  
te traerán un futuro próspero**

Agust D- So Far Away

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, en la que he podido formar mi profesión y mediante la cual he logrado capturar experiencias de vida valiosas.

A la maestra María Magdalena Ordóñez Reséndiz, quien a lo largo del camino ha tomado mi mano para poder lograr este sueño y quien me ha brindado todo su apoyo y conocimiento para poder formarme como profesionista. Gracias por no ser solo mi tutora sino también una amiga.

A mis asesores y todo el comité del jurado que dedicó tiempo para este trabajo y realizó aportaciones y críticas que fueron base para que este trabajo sea un grano de arena más al conocimiento.

A mis profesores a lo largo de la carrera que me apasionaron por la biología y me hicieron una persona más crítica.

A mí, por el tiempo y la dedicación invertidos a pesar de los miedos y las adversidades, porque aun con muchas noches de desvelo y preocupación, un sueño fue más fuerte.

## DEDICATORIA

A mis padres Lizbeth Cano López y Santiago Barbosa Santana, hoy soy quien soy por ustedes y los valores que me inculcaron, gracias por darme la oportunidad de ser alguien en la vida y seguir creciendo a su lado para poder tener un futuro con el que siempre soñé, pocos tienen la suerte de decir que sus padres les dieron lo mejor y los apoyaron sin dudarlo, pero yo corrí con suerte por tenerlos como padres, los amo.

Este paso más en mi vida está especialmente dedicado a mi mamá, quien en todos los aspectos me brindó su apoyo, gracias por entenderme siempre, gracias por tu paciencia, gracias por tus ánimos, gracias por tus consejos, gracias por creer siempre en mí, gracias por limpiar mis lágrimas y gracias por ser la mejor mamá del mundo y lo mejor que tengo en la vida, prometo devolverte todo lo que me diste.

A mi hermana Fernanda Barbosa Cano, la persona con la que crecí de la mano y mi ejemplo a seguir, gracias por enseñarme tantas cosas de la vida, eres mi cómplice y mi refugio, no solo eres mi hermana, eres mi mejor amiga, y aunque nuestros caminos se separen en algún punto sé que al final terminaremos juntas como hasta ahora, te amo hermana.

A mis amigos, Daniela, Ángeles y Misael, que a lo largo de estos cuatro años hicieron de mis días una aventura y fueron un soporte durante todo el proceso de la carrera y esta Tesis. Gracias por apoyarme incondicionalmente hasta el final.

A mi persona especial Alan, gracias por dejarme descansar en tu hombro en mis días difíciles, gracias por no dejarme sola, enseñarme a disfrutar la vida, olvidarme de los malos momentos y proponerme metas, la palabra amor y admiración se quedan cortas por lo que siento por ti, todos mis planes a futuro son contigo, así que caminemos siempre juntos, cumplamos nuestros sueños y promesas y, no sueltes mi mano, yo no soltaré la tuya. Te amo.

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	ii
<b>DEDICATORIA</b>	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	v
<b>RESUMEN</b>	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>MARCO TEÓRICO</b>	3
<b>Interacción planta insecto</b>	3
<b>Género <i>Blepharida</i> Chevrolat</b>	4
<b>Género <i>Bursera</i> Jacq. ex L.</b>	6
<b><i>Bursera</i> sección <i>Bullockia</i></b>	7
<b>Biogeografía</b>	8
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	11
<b>HIPÓTESIS</b>	11
<b>OBJETIVOS</b>	12
<b>General</b>	12
<b>Particulares</b>	12
<b>MÉTODO</b>	12
<b>RESULTADOS</b>	14
<b>DISCUSIÓN</b>	33
<b>CONCLUSIONES</b>	36
<b>LITERATURA CITADA</b>	37

## ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADRO

Figura 1. Vista dorsal y ventral de <i>Blepharida hinchahuevosi</i>	5
Figura 2. Ejemplar del género <i>Bursera</i> ( <i>B. simaruba</i> )	7
Figura 3. Características del fruto de dos especies de <i>Bursera</i> sección <i>Bullockia</i>	8
Figura 4. Trazo individual de <i>Brasiella argentata</i> (Fabricius, 1801)	10
Figura 5. Trazos generalizados (líneas gruesas) y nodos (⊗) de la familia Chrysomelidae en México	10
Figura 6. Patrones de distribución de las especies <i>Blepharida alternata</i> , <i>B. atripennis</i> , <i>B. balyi</i> y <i>B. bryanti</i>	15
Figura 7. Patrones de distribución de las especies <i>Blepharida conspersa</i> , <i>B. flavocostata</i> , <i>B. ftohri</i> y <i>B. gabriellae</i>	16
Figura 8. Patrones de distribución de las especies <i>Blepharida godmani</i> , <i>B. hinchahuevosi</i> , <i>B. humeralis</i> y <i>B. irrorata</i>	17
Figura 9. Patrones de distribución de las especies <i>Blepharida jacobiana</i> , <i>B. johngi</i> , <i>B. lineata</i> y <i>B. melanoptera</i>	18
Figura 10. Patrones de distribución de las especies <i>Blepharida mexicana</i> , <i>B. multimaculata</i> , <i>B. notozonae</i> y <i>B. pallida</i>	19
Figura 11. Patrones de distribución de las especies <i>Blepharida parallela</i> , <i>B. punctatissima</i> , <i>B. quatuordecimpunctata</i> y <i>B. rhois</i>	20
Figura 12. Patrones de distribución de las especies <i>Blepharida schlehtendalii</i> , <i>B. singularis</i> , <i>B. sonorana</i> y <i>B. sonorstriata</i>	21
Figura 13. Patrones de distribución de las especies <i>Blepharida sparsa</i> , <i>B. suturalis</i> y <i>B. verdea</i>	22
Figura 14. Patrones de distribución de las especies <i>Bursera altijuga</i> , <i>B. biflora</i> , <i>B. bonetii</i> y <i>B. cerasifolia</i>	23
Figura 15. Patrones de distribución de las especies <i>Bursera citronella</i> , <i>B. coyucensis</i> , <i>B. epinnata</i> y <i>B. esparzae</i>	24
Figura 16. Patrones de distribución de las especies <i>Bursera fragrantissima</i> , <i>B. glabra</i> , <i>B. glabrifolia</i> y <i>B. graveolens</i>	25
Figura 17. Patrones de distribución de las especies <i>Bursera heliae</i> , <i>B. heteresthes</i> , <i>B. infernidialis</i> y <i>B. isthmica</i>	26
Figura 18. Patrones de distribución de las especies <i>Bursera laxiflora</i> , <i>B. linanoe</i> , <i>B. macvaughiana</i> y <i>B. mirandae</i>	27
Figura 19. Patrones de distribución de las especies <i>Bursera penicillata</i> , <i>B. pontiveteris</i> , <i>B. ribana</i> y <i>B. rupicola</i>	28
Figura 20. Patrones de distribución de las especies <i>Bursera sarcopoda</i> y <i>B. xochipalensis</i>	29
Figura 21. Trazo generalizado 1 (BALSAS)	30
Figura 22. Trazo generalizado 2 (COSTA) y Trazo generalizado 3 (PACÍFICO)	31
Figura 23. Trazo generalizado 4 (BAJA CALIFORNIA) y Trazo generalizado 5 (TEHUANTEPEC)	32
Cuadro 1. Trazos generalizados y provincias biogeográficas que conectan	33



## RESUMEN

Mediante el método panbiogeográfico se analizó la distribución geográfica de las especies de *Blepharida* y de algunas especies de *Bursera*, entre las que se ha propuesto una interacción evolutiva recíproca, con el propósito de detectar posibles patrones de distribución geográfica comunes. Los datos de distribución de las especies se obtuvieron de literatura publicada y de bases de datos sobre biodiversidad (GBIF, SNIF), así como de dos colecciones científicas (CCFES-Z y CNIN). Con esta información se elaboró una base de datos plana para cada género y se elaboraron archivos de las especies después de estandarizar y homologar cada base. Sobre las capas de provincias biogeográficas de México (CONABIO, 1997) y de la región Neotropical (Morrone et al., 2022), se proyectaron los datos de cada especie para obtener los mapas de distribución de plantas e insectos. Se elaboraron 31 trazos individuales de *Blepharida* y 26 de *Bursera* a partir de 3749 registros válidos. Se identificó un trazo generalizado (BALSAS) sustentado por cuatro especies de *Blepharida* (*B. singularis*, *B. parallela*, *B. johngi* y *B. multimaculata*) y cuatro posibles trazos generalizados más con una superposición parcial: COSTA, conformado por *Bursera heteresthes* y *Blepharida lineata*; PACÍFICO, a partir de *Blepharida gabriellae* y *Bursera linanoe*; BAJA CALIFORNIA, de la superposición de *Blepharida conspersa*, *Blepharida atripennis*, *Bursera epinnata* y *Bursera cerasifolia*; TEHUANTEPEC, conformado por *Blepharida punctatissima*, *Blepharida bryanti* y *Blepharida godmani*. Los patrones detectados sugieren una posible historia conjunta entre *Blepharida* y las especies de *Bursera* consideradas; sin embargo, es necesario ampliar los datos de distribución de los dos grupos mediante futuras colectas, además de realizar este análisis con todas las especies del género *Bursera* (sección *Bursera* y sección *Bullockia*), en virtud de que las especies de *Bursera* hospederas de especies de *Blepharida* pueden corresponder a la sección *Bursera*.

## INTRODUCCIÓN

Los seres vivos se relacionan de diversas formas con su entorno y con otros seres vivos, estableciendo lo que se conoce como interacciones ecológicas. Estas interacciones tienen un impacto significativo en el desarrollo y supervivencia de las especies, de tal manera que pueden determinar su tamaño y distribución. Las interacciones ecológicas son fundamentales para el buen funcionamiento de los ecosistemas y para la conservación de la biodiversidad (Valiente-Banuet et al., 2015). Estas interacciones se clasifican conforme al balance que tienen las especies que interactúan: son positivas (mutualismo o comensalismo) cuando hay beneficio para alguna de las especies o son negativas (antagonismos como depredación, herbivoría o parasitismo) si alguna de las especies se ve perjudicada por la interacción (Martínez-Falcón et al., 2019).

Los insectos y las plantas han interactuando a nivel físico, químico y molecular, formando relaciones que afectan la distribución de especies, la diversidad genética y la estructura de las comunidades vegetales y de insectos (Camarena, 2009). Las interacciones ecológicas entre plantas e insectos pueden ser de diferente tipo y tienen un impacto significativo en la reproducción, distribución y supervivencia de las plantas y los insectos. Esta interacción puede ser mutualista cuando los dos grupos se benefician, como cuando las plantas proporcionan alimento a los insectos a cambio de polinización; pero también puede ser parasitaria, cuando los insectos dañan a las plantas al alimentarse de sus tejidos, o bien de competencia y depredación (Speight et al., 1998).

La evolución de las especies no es individual sino en conjunto, es decir, tanto plantas como insectos han evolucionado juntos a lo largo de millones de años (Fontúrbel, 2002). Los insectos han desarrollado estrategias para obtener alimento y reproducirse en las plantas, mientras que las plantas han creado mecanismos de defensa para protegerse de los insectos dañinos (Pérez, 1999). Por ejemplo, las plantas han generado estructuras defensivas como espinas, sustancias tóxicas y compuestos volátiles para evitar que los insectos se alimenten de sus tejidos, lo que se conoce como capacidad defensiva, la cual se activa por la infección de

patógenos o la herbivoría por insectos (Camarena, 2009). En respuesta, los insectos han evolucionado para ser resistentes a estos mecanismos o para encontrar formas de evitarlos (Castañeda, 2008). Este proceso tiene gran importancia, ya que, gracias a una serie de adaptaciones coordinadas se han desarrollado varios sistemas de interacción que pueden ser favorables para las especies, ayudándolas a llegar a ser más resistentes y resilientes al medio. Es probable que la relación insecto-planta de pauta a un crecimiento en conjunto, es decir, que en estas situaciones se espera que a lo largo de los años ciertos géneros formen algún tipo de simbiosis o relación estrecha y hayan evolucionado de la mano, dando paso a una distribución geográfica similar o con un rango de límites espaciales parecido (Morrone, 2004).

Becerra (1997) propuso que la capacidad defensiva de las plantas del género *Bursera* suceden por la interacción con coleópteros del género *Blepharida*, debido a que las hembras de estos insectos depositan sus larvas en la resina de las plantas y, en consecuencia, la planta fluctúa la cantidad y composición de su resina para evitar el crecimiento de las larvas del coleóptero (Evans et al., 2000). Si bien en las comunidades naturales las especies y sus interacciones pueden ser de uno a uno, también suceden de uno a varios o se organizan en redes (Martínez-Falcón et al., 2019), por lo que la mejora en los productos químicos de las especies de *Bursera* podría no estar asociada únicamente al ataque de las especies de *Blepharida*. Por ello, en este trabajo se busca determinar la distribución geográfica de los dos géneros para detectar una posible homología espacial que sugiera una historia de distribución común.

## MARCO TEÓRICO

### **Interacción planta insecto**

Los insectos llevan a cabo interacciones con el medio para poder sobrevivir y tener el éxito que conocemos hoy en día. La interacción más importante es con las plantas, ya que la mayoría se alimenta de materia vegetal viva, como hojas, tallos o flores, entre otras estructuras, generando en ocasiones un daño irreversible a la planta al momento de alimentarse (Speight et al., 1998). Las plantas requieren un amplio rango de mecanismos de defensa para combatir

efectivamente la invasión por insectos y microbios patógenos (Becerra, 1997, 2007). Algunas plantas liberan compuestos químicos que repelen a los insectos o los hacen enfermar si los ingieren; otras tienen estructuras físicas como espinas o pelos que dificultan que los insectos se alimenten de ellas; algunas más tienen asociaciones simbióticas con otros organismos (depredadores u hongos) que ayudan a protegerlas de los insectos herbívoros (Zavala, 2010).

En términos generales, las interacciones entre plantas e insectos han llevado a una serie de adaptaciones mutuas que han permitido a ambos grupos de organismos sobrevivir y prosperar en su entorno, lo que ha llevado a que algunas especies de insectos prefieran determinados hospederos cuando ambos grupos se han diversificado a lo largo de millones de años, en parte por el proceso conocido como coevolución. De acuerdo con Mata y colaboradores (2015), la interacción entre una planta y un insecto puede influir sobre su distribución; esto es, si una planta y un insecto están estrechamente relacionados y han evolucionado juntos, es probable que su distribución geográfica sea similar, de tal forma que se encontrarán en las mismas áreas geográficas, debido a que uno no podría sobrevivir sin el otro. Es importante tener en cuenta que existen múltiples factores que afectan la distribución geográfica de ambos organismos, y no solo la interacción entre ellos.

## **Género *Blepharida* Chevrolat**

En el orden Coleoptera encontramos familias con gran número de especies y organismos, Chrysomelidae es una de ellas. De acuerdo con Zhang et al. (2018), los coleópteros fitófagos se diversificaron en gran medida durante el Cretácico debido a su asociación con las plantas con flores (angiospermas). Los representantes de Chrysomelidae son organismos que se alimentan de todo tipo de tejido vegetal y cumplen funciones relacionadas con la regulación de malezas y, en algunos casos, algunos géneros realizan un papel importante como polinizadores (Hernández et al., 2012).

El género *Blepharida* Chevrolat forma parte de la Subfamilia Galerucinae. Se distingue de otros géneros por la combinación de los siguientes caracteres: fémur engrosado, prosternum con el ápice no emarginado, propleuron lateralmente no separado del pronoto por una sutura

profunda, presencia de surcos sinuosos profundos en los vértices, uñas tarsales bífidas, diente subapical en el borde dorsal de la metatibia, maxilares estrechos y filiformes, cavidades procoxales cerradas (Furth, 1992). Muchas veces las estructuras principales para su identificación son el metafémur engrosado, típico de Alticini (Fig.1), el resorte metafemoral, la espermateca, la forma de la metatibia y las uñas tarsales (Furth, 1998). Para distinguir las especies es necesario revisar las variaciones en cabeza [tamaño, longitud de segmentos antenales, escultura y puntuación de la frente y del vértice, forma de las carenas nasales y distancia entre los ojos], pronoto [escultura, puntuación y tamaño], élitros [longitud total, patrón de figuras, puntuación y estrías elitrales] y patas [tamaño de las uñas y de los segmentos tarsales masculinos], así como el patrón de color en algunos casos (Furth, 1998).



Figura 1. Vista dorsal y ventral de *Blepharida hinchahuevosi*. Imagen tomada de UNIBIO (2023).

*Blepharida* comprende 73 especies en todo el mundo; 38 especies se distribuyen en América y 35 en la región Afrotropical (Becerra 2004; Furth, 1998). De acuerdo con Furth (1992), *Blepharida* consta de cuatro subgéneros, tres se encuentran en la región Afrotropical (*Blepharidella* Weise, *Blepharidina* Bechyné y *Calothea* Heyden) y uno en América (*Blepharida* Chevrolat). La morfología, distribución y hospederos de las 38 especies de *Blepharida* presentes en América han sido estudiadas por Furth (1998). Este autor documentó 36 especies en el territorio mexicano, 29 de ellas endémicas a México y siete distribuidas también en otros países (*B. alternata*, *B. godmani*, *B. jacobiana*, *B. mexicana*, *B. punctatissima*, *B. rhois*, *B. sparsa*). La mayoría de las 38 especies de *Blepharida* Chevrolat tienen como hospedero una especie vegetal del género *Bursera* (Becerra 1994, 1997, 2001; Furth, 1992, 1998; Prathapan & Chaboo, 2011).

Las especies de *Blepharida* de la región Afrotropical se han asociado a plantas de la familia Anacardiaceae y las de América se han vinculado a algunas plantas de la familia Burseraceae. Estas familias de plantas presentan similitud en la anatomía de su madera, en las sustancias minerales de las células parenquimáticas y en las estructuras secretoras (León, 2006).

### **Género *Bursera* Jacq. ex L.**

La familia Burseraceae, con unos 20 géneros y más de 600 especies, se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales de África, Asia y América, con mayor diversidad en América tropical (Rzedowski & Guevara-Féfer, 1992). *Bursera* es el género tipo y es un componente importante de la flora de México, particularmente del bosque tropical caducifolio y de algunos matorrales xerófilos, donde las condiciones climáticas, evapotranspiración, humedad y precipitación son causa de su presencia (Rzedowski & Guevara-Féfer, 1992; Toledo-Manzur, 1982).

El género *Bursera* está restringido al continente americano, comprende más de 100 especies de plantas que alcanzan su mayor pico de riqueza en México y la zona intertropical (Miranda, 1947; Toledo, 1982; Rzedowski, 1994). Se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos hasta el noroeste de Sudamérica (Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú), en las Antillas (Cuba, Jamaica y La Española) y con algunas especies en los archipiélagos de Revillagigedo y Galápagos (Espinosa et al., 2006; Rzedowski & Guevara-Féfer, 1992; Rzedowski et al. 2005). La sistemática de *Bursera* es complicada y aún es incompleta, además de que se estima la existencia de muchas más especies, sobre todo en el territorio mexicano, 100 especies según Rzedowski et al. (2005), donde se han registrado 85 especies (Godínez y Núñez, 2015).

Las especies de *Bursera* son conocidas comúnmente como copales (corteza grisácea, lisa y no exfoliante) o cuajotes (corteza exfoliante que se desprende de su tronco) (Rzedowski & Guevara-Féfer, 1992). La mayoría de sus formas de vida son árboles (Fig. 2) de estatura media en su mayoría, entre 4 y 15 m (aunque algunos miden hasta 30 m), pero también existen

arbustos de 1 a 3 m de altura, son plantas caducifolias con copa ancha y redondeada, con inflorescencias, fruto y hojas que pueden presentarse en distintas formas; son conocidas por ser aromáticas y secretar diversas resinas y compuestos químicos, de ahí su gran importancia económica y medicinal, puesto que sus representantes son usados para la obtención de aceites esenciales, barnices o adhesivos, así como para elaborar diferentes tipos de artesanías y en la medicina tradicional (Rzedowski & Guevara-Féfer, 1992; Rzedowski & Kruse, 1979).

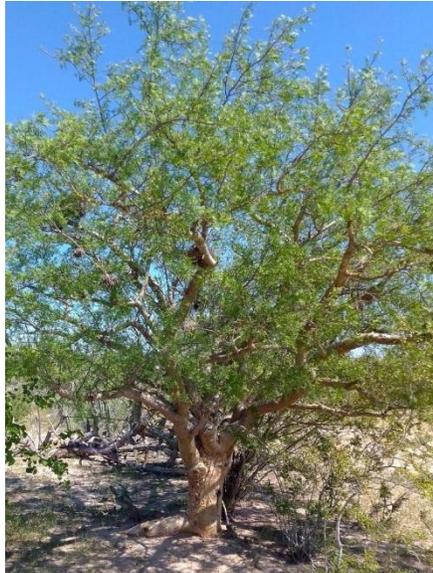


Figura 2. Ejemplar del género *Bursera* (*B. simaruba*). Imagen tomada de Naturalista (2023).

### ***Bursera* sección *Bullockia***

El género *Bursera* se divide en dos secciones, la sección *Bursera* y la sección *Bullockia*, estas se diferencian principalmente por su fruto y catáfilos, aunque también por su ovario, flor y semilla. El género agrupa especies con fruto trivalvado y especies con dos valvas, la sección *Bursera* posee fruto con tres valvas y la sección *Bullockia* un fruto con dos valvas bastante evidentes (Fig. 3). Las especies de *Bullockia* tienen flores tetrámeras o pentámeras con corteza lisa no exfoliante, ovario binocular, fruto bivalvado y su característica más distintiva es la presencia de catáfilos bien desarrollados, los que están ausentes en la sección *Bursera* (Montaño, 2003).

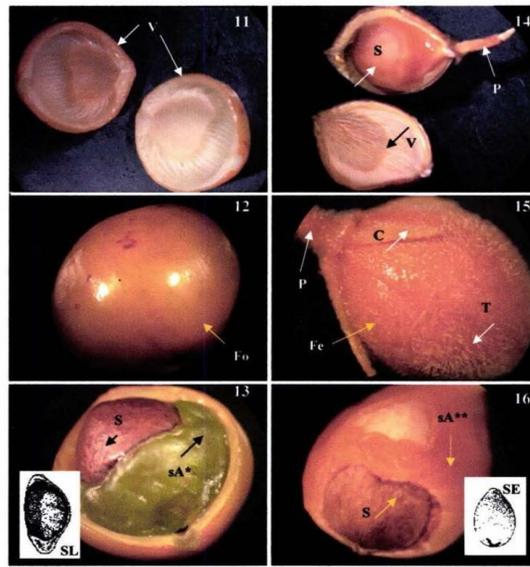


Figura 3. Características del fruto de dos especies de *Bursera* sección *Bullockia* (c). Imagen tomada de Montaña (2003).

## Biogeografía

La biogeografía se encarga de estudiar la distribución geográfica de los organismos, esta distribución es variada y depende de diversos factores de escala espacial y temporal, procesos de interacción, razones históricas, ambientales y funcionales. La biogeografía puede estudiarse desde un enfoque ecológico o un enfoque histórico, el punto de vista histórico busca conocer los patrones de distribución de las especies sobre la Tierra que suponen una historia evolutiva conjunta entre taxones y espacio geográfico (Morrone & Llorente-Bousquets, 2003).

En un intento por resaltar la importancia de la dimensión espacial o geográfica de la biodiversidad, y para entender los patrones y procesos evolutivos, León Croizat desarrolló la Panbiogeografía (Craw et al., 1999). Esta ha sufrido cambios a lo largo de los años debido a las diferentes críticas y opiniones; sin embargo, hoy en día este enfoque es considerado como eje fundamental de la biogeografía. El método panbiogeográfico permite llevar a cabo una exploración inicial de datos para la obtención de patrones, a partir del análisis de sus

distribuciones geográficas (Morrone & Llorente-Bousquets, 2003); de manera que, al suponer la correlación entre patrones de distribución y patrones geológicos, los patrones de distribución geográfica de las especies pueden usarse para inferir la historia biogeográfica de un área o inclusive para delimitar regiones biogeográficas (Morrone, 2004).

El método panbiogeográfico se sustenta principalmente en tres conceptos: TRAZO INDIVIDUAL, que se interpreta como el sector de la tierra o mar en donde habita un taxón y es el resultado de la unión de las localidades disyuntas donde vive una especie o grupo taxonómico (Fig. 3). TRAZO GENERALIZADO O ESTÁNDAR, que representa una biota ancestral distribuida ampliamente en el pasado y fragmentada actualmente por procesos físicos o geológicos (Fig. 4); el patrón actual de superposición de dos o más trazos individuales son fragmentos o relictos de distribuciones pasadas o biotas (Craw, 1988). NODO, área biogeográfica donde dos o más trazos estándar se solapan o comunican (Fig. 4), estos simbolizan zonas de convergencia tectónica (Craw et al., 1999).

Una vez obtenidos los patrones se sugiere llevar a cabo la comparación de trazos para un resultado final, el cual puede sustentarse de forma más concisa elaborando lo que se conoce como árbol de tendido mínimo, el cual conecta todas las localidades de un taxón de modo que la suma de las distancias entre estas sea mínima para posteriormente elaborar una matriz de conectividad y en ciertos casos un análisis de parsimonia de endemismos que permita construir cladogramas a partir de matrices de presencia-ausencia de especies y taxones supraespecíficos (Morrone, 2004).

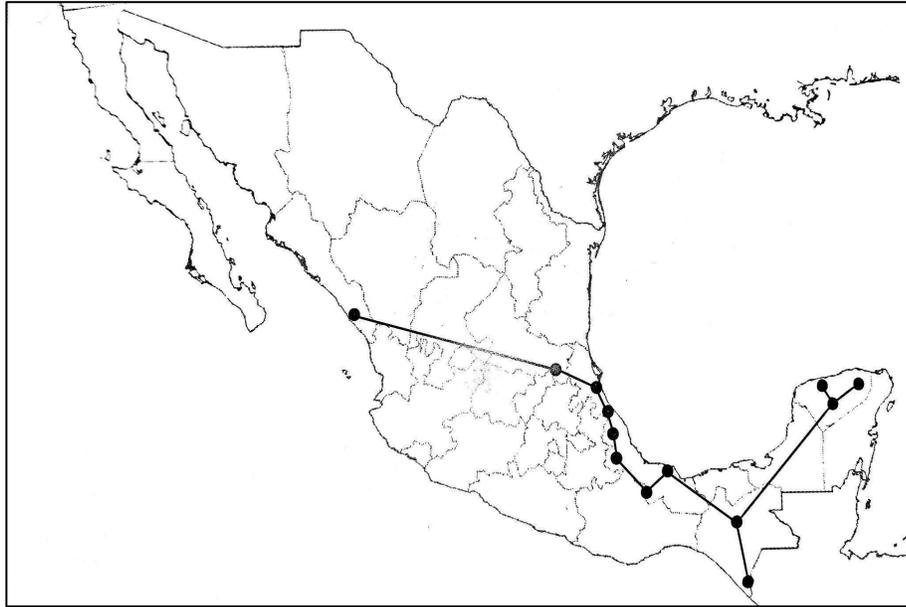


Figura 4. Trazo individual de *Brasiella argentata* (Fabricius, 1801). Imagen tomada de Ordóñez-Reséndiz & Eligio-García (2006).

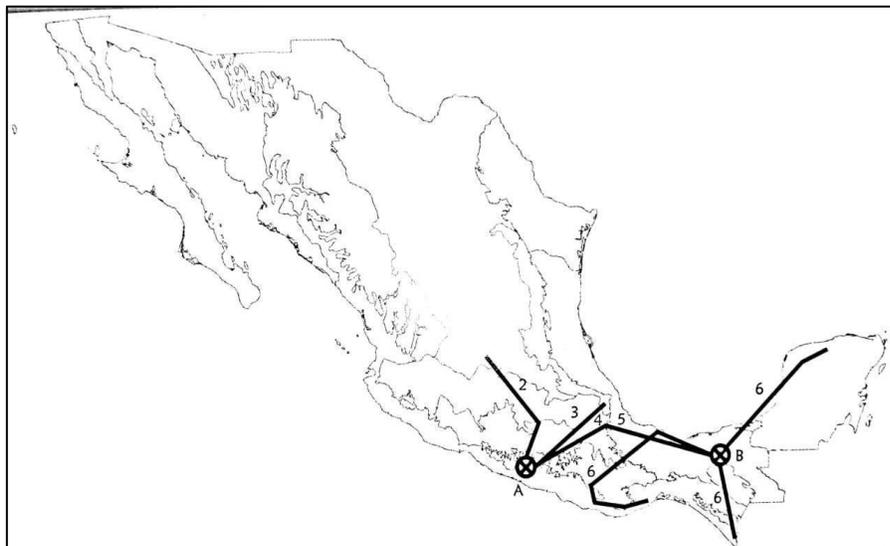


Figura 5. Trazos generalizados (líneas gruesas) y nodos (⊗) de la familia Chrysomelidae en México. Imagen tomada de Ordóñez-Reséndiz & Eligio-García (2006).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El género *Blepharida* forma parte de una de las familias más diversas y estudiadas de Coleoptera, pero existen escasos estudios biológicos y ecológicos. Hasta el momento no existe ningún trabajo sobre su distribución, la única referencia e información general sobre el género se encuentra en el trabajo de Furth (1998), “New World *Blepharida* Chevrolat 1836 (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae)”, y en los tomos de Chrysomelidae de la obra Biologia Centrali-Americana, específicamente el tomo VI (Jacoby, 1880-1892a). En contraste, el género *Bursera* cuenta con un número más amplio de estudios, la mayoría con un enfoque económico y ecológico, pero también existen estudios evolutivos y de distribución (Rzedowski et al., 2005; Espinosa et al., 2006).

De acuerdo con Becerra (1994, 1997, 2001, 2003, 2004, 2007 y 2009), *Blepharida* y *Bursera* han mantenido una estrecha interacción, con profundas repercusiones químicas en las plantas y posibles cambios en el estilo de vida del escarabajo: las plantas de *Bursera* producen resina que almacenan en los canales de sus hojas y de los cuales los escarabajos *Blepharida* se alimentan y utilizan como protector de sus larvas, llegando al grado de afectar a estos árboles y arbustos; sin embargo, al mismo tiempo que los escarabajos dañan la planta, esta va mejorando la composición química de su resina para resistir este ataque, llegando a ser géneros simbióticos que van evolucionando a la par. Por ello, en este trabajo se busca detectar posibles patrones de distribución geográfica entre el género *Blepharida* y el género *Bursera*, para discernir si existe una historia biogeográfica compartida.

## HIPÓTESIS

El género *Blepharida* está relacionado con el género *Bursera* mediante interacciones de herbivoría, por ello se espera que exista correspondencia entre las distribuciones geográficas de ambos géneros.

## OBJETIVOS

### General

Analizar la distribución geográfica del género *Blepharida* y del género *Bursera* (Sección *Bullockia*)

### Particulares

Determinar los patrones de distribución de las especies del género *Blepharida*.

Determinar los patrones de distribución las especies del género *Bursera* (Sección *Bullockia*)

Detectar posibles patrones de distribución conjunta.

## MÉTODO

Se realizó una extensa búsqueda bibliográfica en literatura especializada de las especies del género *Bursera* sección *Bullockia* y del género *Blepharida* presentes en el continente americano, específicamente para capturar los datos de distribución de estas. Para el presente trabajo se consultaron los trabajos de Furth (1992, 1998), Furth y Lee (2000), y los dos tomos de Chrysomelidae de *Biología Centrali-Americana* (Jacoby, 1880-1892a,b); así como las bases de datos de GBIF, INECOL, INBIO, IBUNAM, datos abiertos UNAM, SNIF y revistas nacionales e internacionales. Finalmente, se consultaron los ejemplares de *Blepharida* que se encuentran depositados en la Colección Coleopterológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (CCFES-Z). El profesor Genaro Montaña Arias proporcionó datos de distribución del género *Bursera*.

Se elaboró una base de datos en el programa Microsoft Excel (versión 2013) de las especies de *Blepharida* y *Bursera* registradas en la literatura antes mencionada, una base para cada género y una hoja para cada especie, para este punto se construyeron tablas planas con campos de especie como son: género, especie, autoridad (nombre y año), localidad, provincia biogeográfica, Estado, observaciones, fecha (día, mes en romano y año), colector, tipo de colección, coordenadas de latitud, longitud, altitud y referencias, para este punto se asegurará

que las columnas estén redactadas correctamente para evitar errores en la hoja (uso de cursivas, minúsculas, mayúsculas, acentos, no dejar espacios al final de cada celda y hacer uso de puntos para los nombres de los colectores). Posteriormente se estandarizaron y homologaron las bases de datos, como primer paso con ayuda del buscador Google se verificaron los nombres de aquellos poblados mencionados en las localidades que son dudosos, tienen nombres sinónimos o estaban mal escritos, para el caso de *Blepharida* las localidades referenciadas en kilómetros se transformaron a Millas y viceversa para el género *Bursera*, para el caso de las coordenadas algunas ya nos las brinda la misma bibliografía; sin embargo, no siempre es el caso, para esta situación en donde solo tendremos el nombre de la localidad o la distancia en millas de un punto a la localidad donde se encuentra presente la especie se obtuvieron las coordenadas del volumen de Selander y Vaurie 1962, y con apoyo del programa Google Earth Pro. Aquellas localidades que no fue posible georeferenciarlas, fueron repetitivas o simplemente ya no están registradas se eliminaron de las bases de datos. Las coordenadas de Latitud y Longitud se transformaron en decimales.

Una vez estandarizadas, homologadas y completadas las bases de datos, se crearon archivos individuales en Excel con los datos de distribución de cada especie (localidad y coordenadas en decimales) los cuales se transformaron en archivos de texto delimitado por tabuladores (txt.). Estos archivos se importaron al programa ArcView (versión 3.1) y se proyectaron sobre el mapa de provincias de la región Neotropical (Morrone et. al., 2022) o sobre el mapa de Provincias Biogeográficas de México (CONABIO, 1997), para obtener los patrones de distribución correspondientes de acuerdo con el método panbiogeográfico, para este procedimiento se utilizó el programa TRAZOS 2004® (Rojas, 2005). Primero se obtuvieron los trazos individuales de cada especie y posteriormente se superpusieron para detectar posibles trazos generalizados y nodos, esto con la finalidad de identificar si existe correspondencia en la distribución de ambos géneros.

## RESULTADOS

A partir de 3749 registros válidos se elaboraron 57 trazos individuales que corresponden a 31 especies de *Blepharida* y 26 especies de *Bursera* sección *Bullockia*. El número de registros de distribución de las especies de plantas fue mucho mayor que el de los coleópteros; no obstante, para ambos grupos fue evidente la carencia de datos en gran parte del territorio mexicano y enormes lagunas en Centroamérica y Sudamérica.

### **Patrones de distribución de las especies del género *Blepharida***

Se recopilaron los datos de distribución de 38 especies del género *Blepharida* en Latinoamérica a partir de las diversas fuentes de información mencionadas en el método. De un total de 975 registros, se eliminaron 454 durante el proceso de homologación y estandarización de datos. Con 521 registros se elaboraron 31 trazos individuales (Figs. 6 a 13). No se pudieron generar los trazos individuales de las especies *B. alticola*, *B. judithae*, *B. maculicollis*, *B. trifasciata*, *B. unami*, *B. variegatus* y *B. xochipala* debido a que solo se pudieron documentar uno o dos datos de distribución.

El género *Blepharida* está presente en 11 de las 57 provincias biogeográficas de Latinoamérica propuestas por Morrone et al. (2022). El Altiplano Mexicano (Fig. 10 inferior derecha, Figs. 11 y 12 inferior izquierda) y la provincia Península de Yucatán (Fig. 9 superior izquierda) fueron las áreas donde hubo poca presencia de especies de este género. Las provincias Tierras bajas del Pacífico, Sierra Madre del Sur, Cinturón Volcánico Transmexicano y Cuenca del Balsas agruparon el mayor número de especies de *Blepharida*.

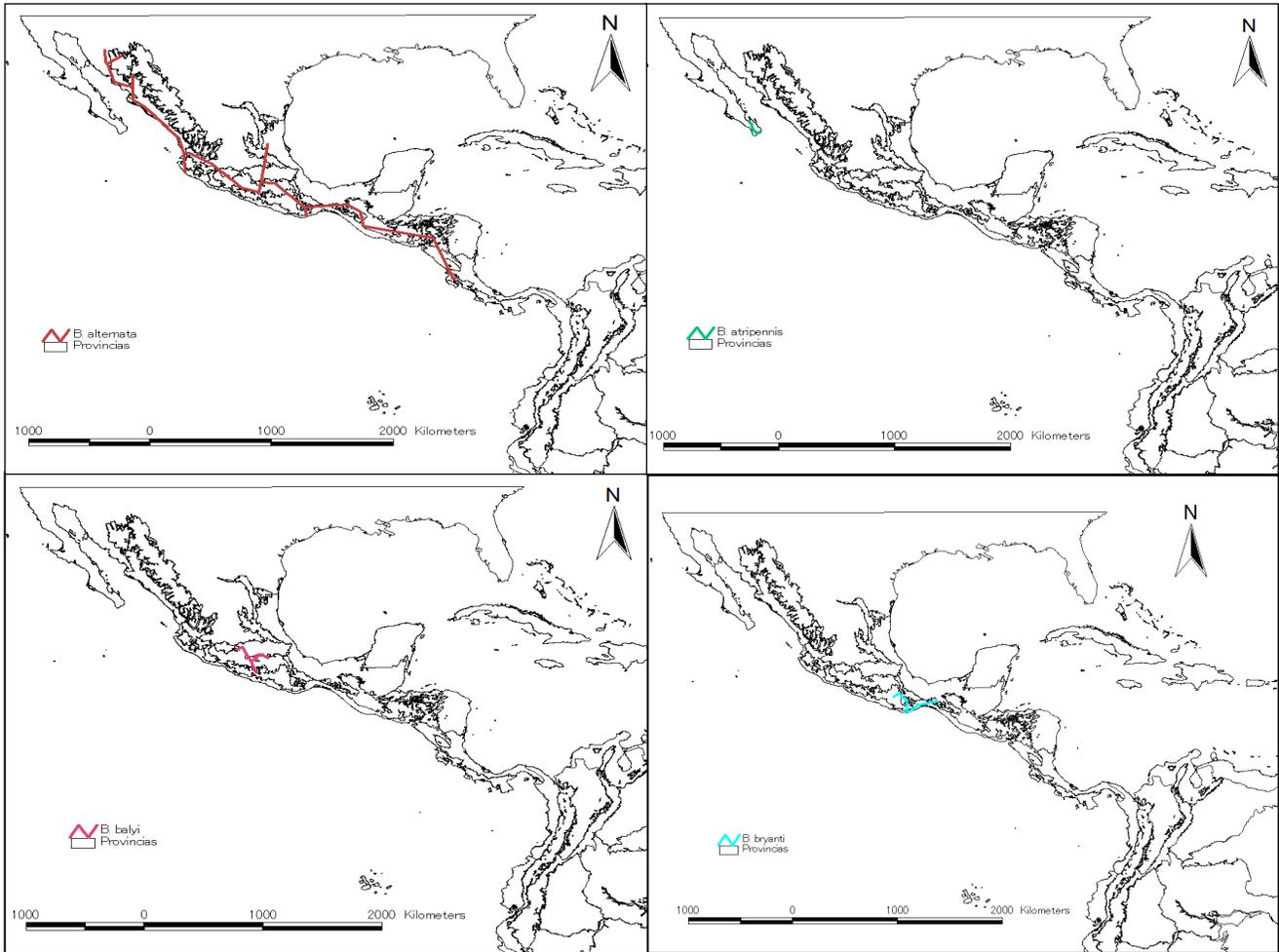


Figura 6. Patrones de distribución de las especies *Blepharida alternata*, *B. atripennis*, *B. balyi* y *B. bryanti*.

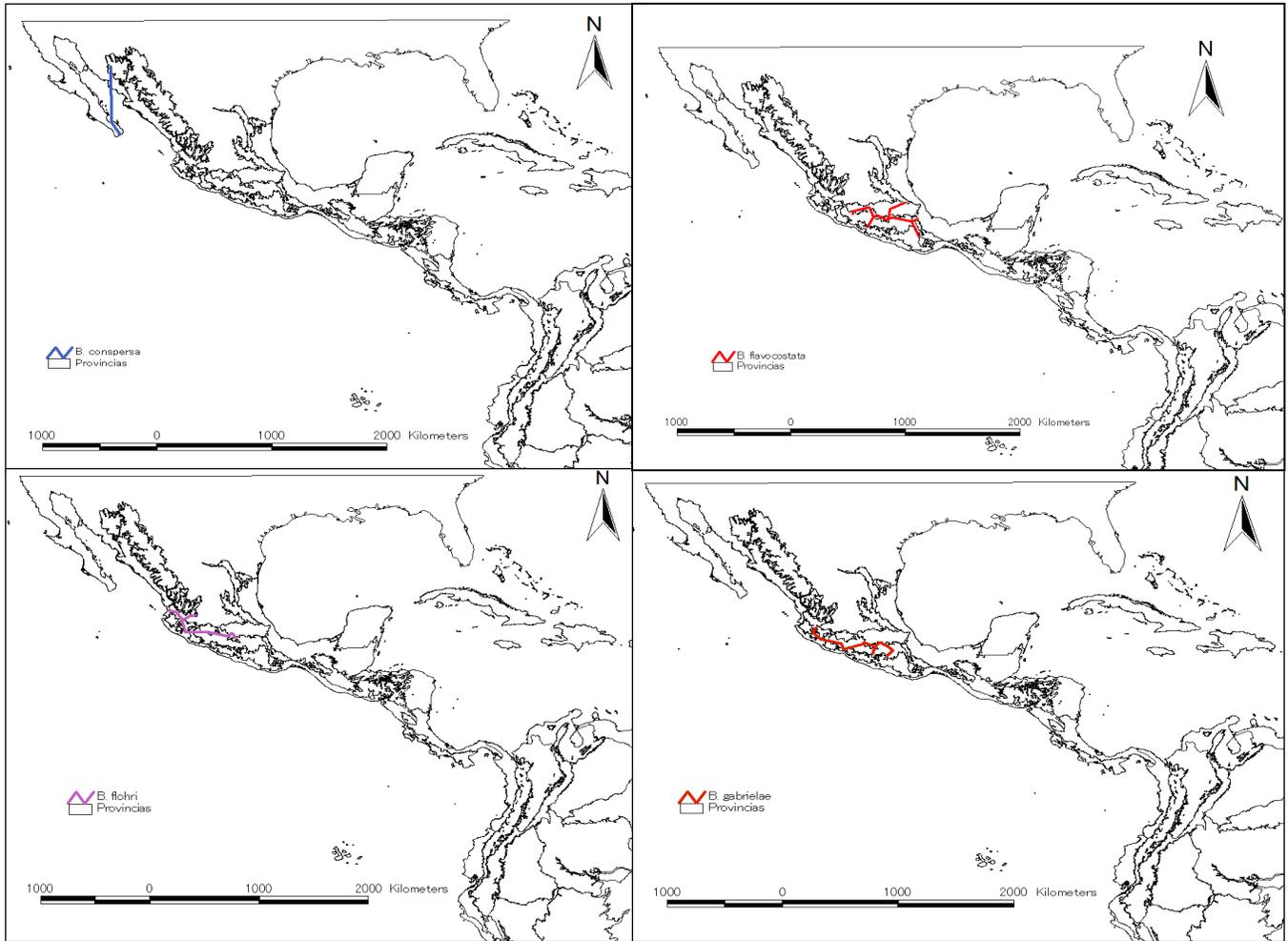


Figura 7. Patrones de distribución de las especies *Blepharida conspersa*, *B. flavocostata*, *B. flohri* y *B. gabriellae*.

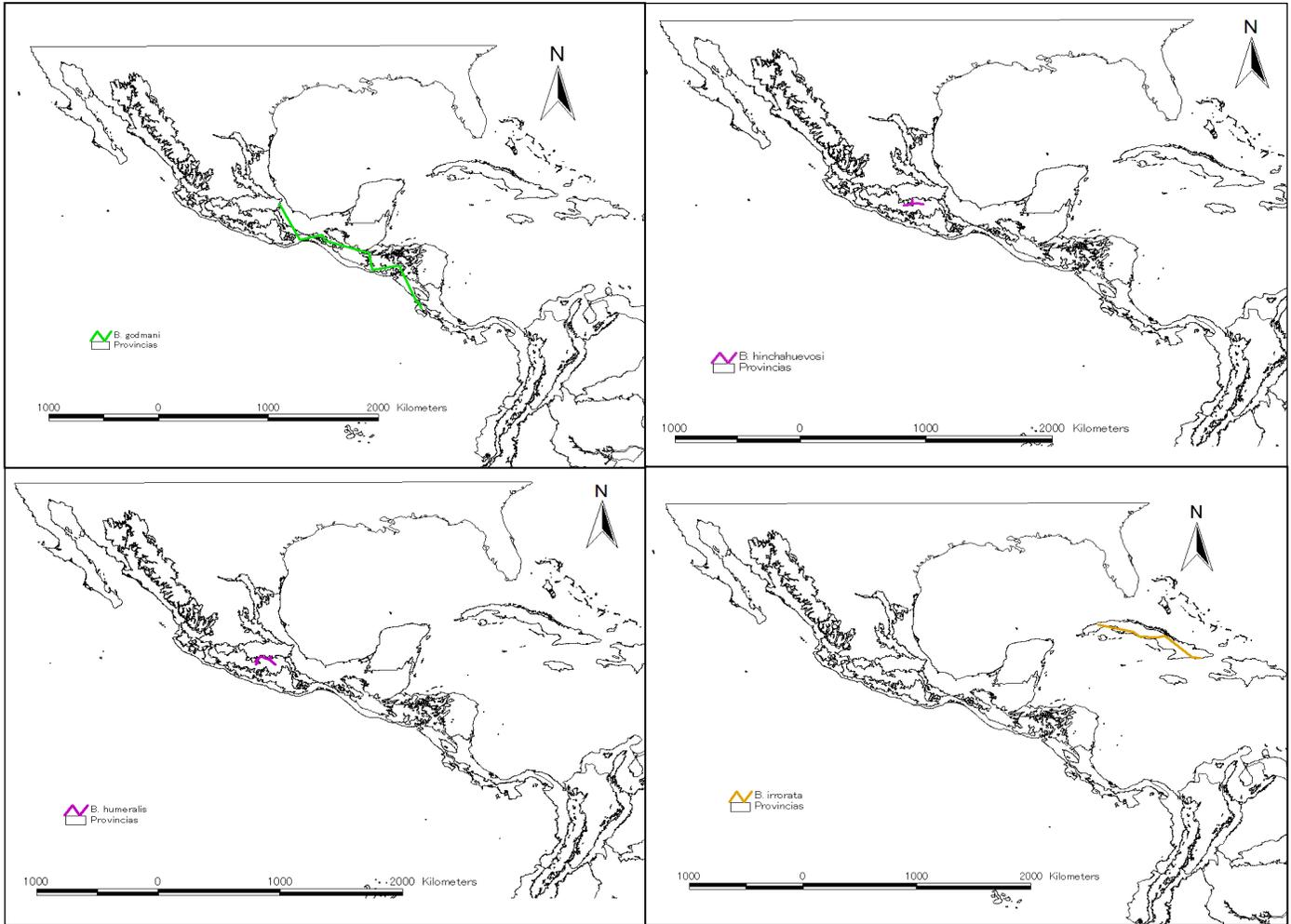


Figura 8. Patrones de distribución de las especies *Blepharida godmani*, *B. hinchahuevosi*, *B. humeralis* y *B. irrorata*.

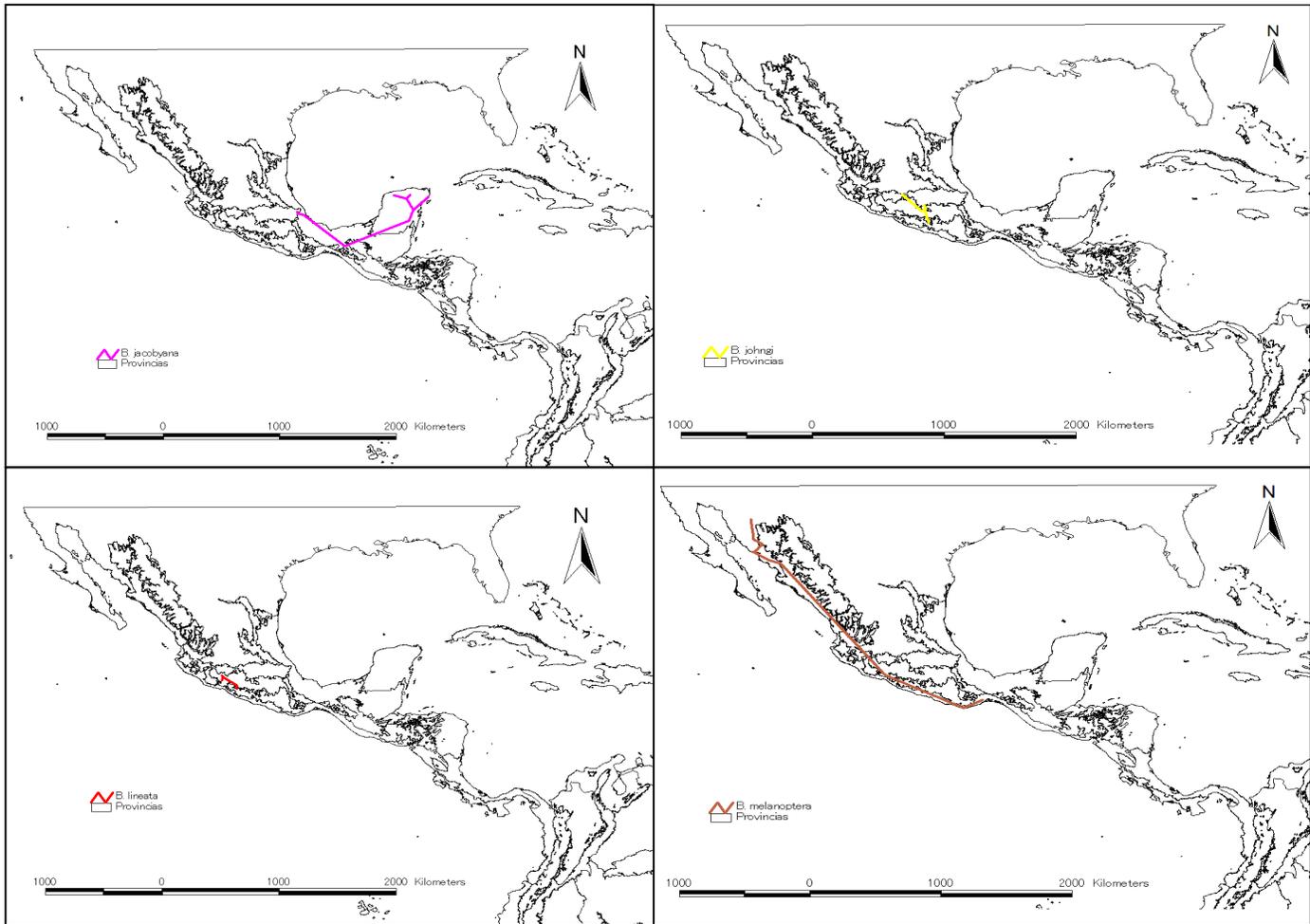


Figura 9. Patrones de distribución de las especies *Blepharida jacobyna*, *B. johngi*, *B. lineata* y *B. melanoptera*.

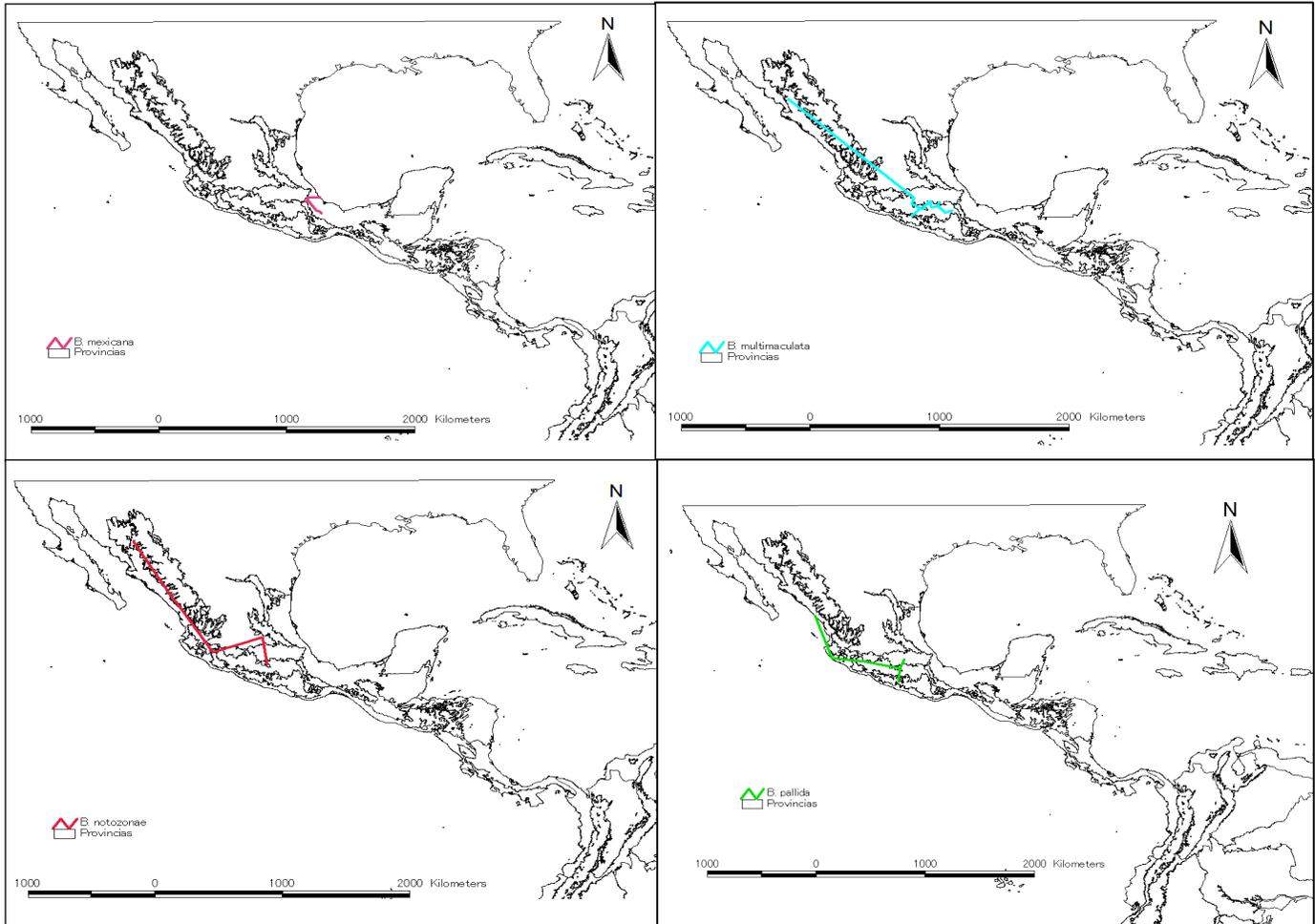


Figura 10. Patrones de distribución de las especies *Blepharida mexicana*, *B. multimaculata*, *B. notozonae* y *B. pallida*.

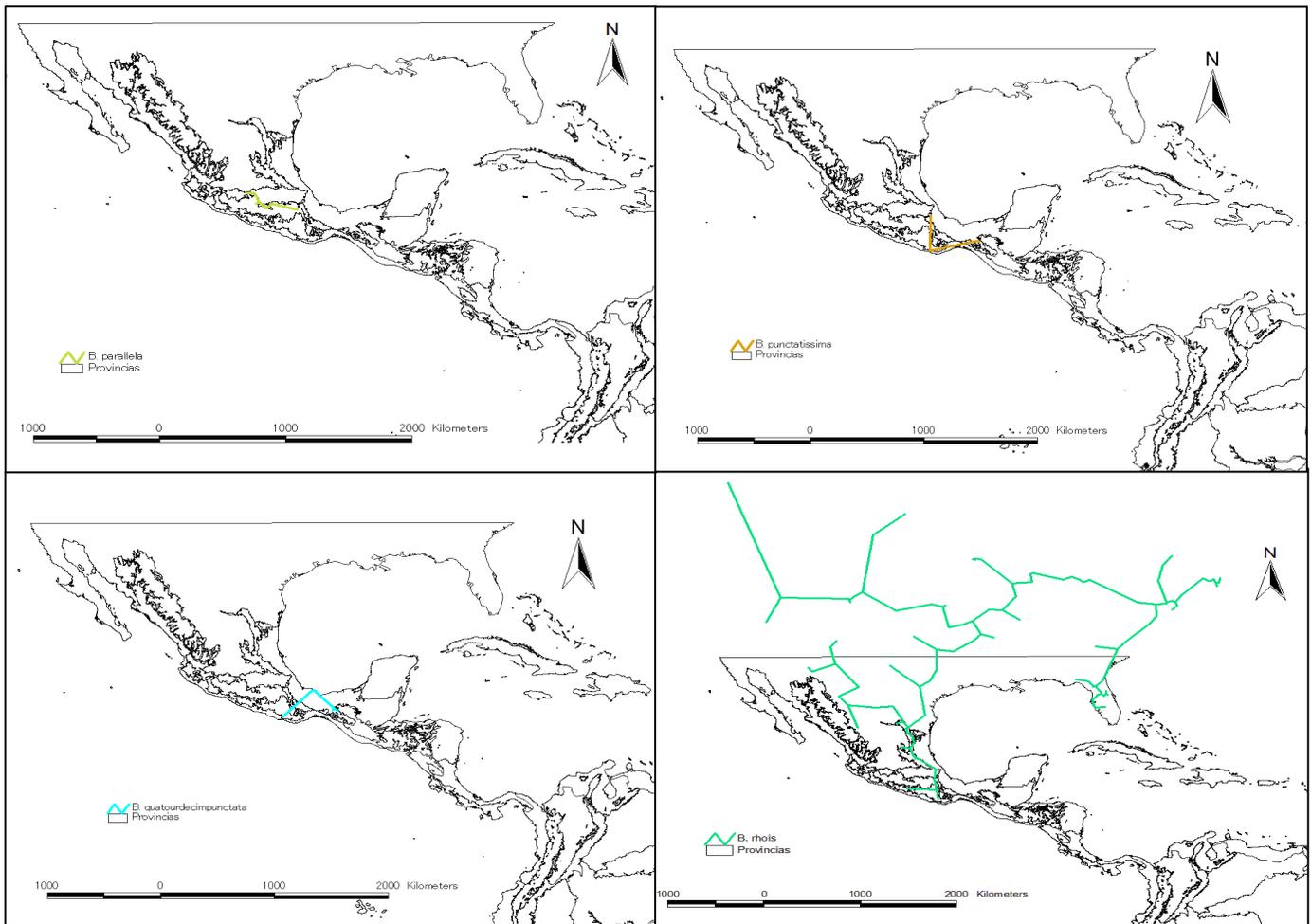


Figura 11. Patrones de distribución de las especies *Blepharida parallela*, *B. punctatissima*, *B. quatordecimpunctata* y *B. rhois*.

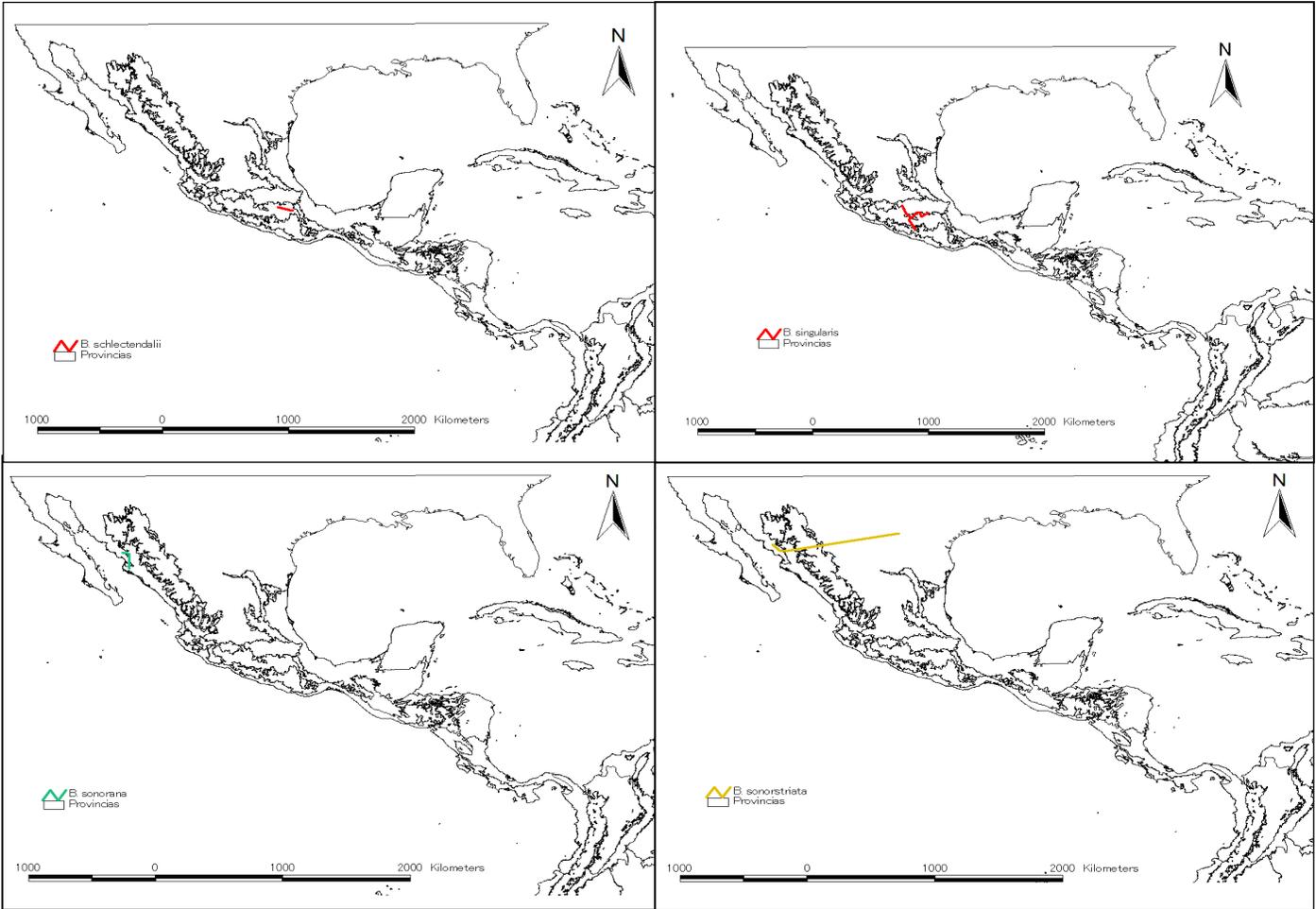


Figura 12. Patrones de distribución de las especies *Blepharida schlectendalii*, *B. singularis*, *B. sonorana* y *B. sonorstriata*.

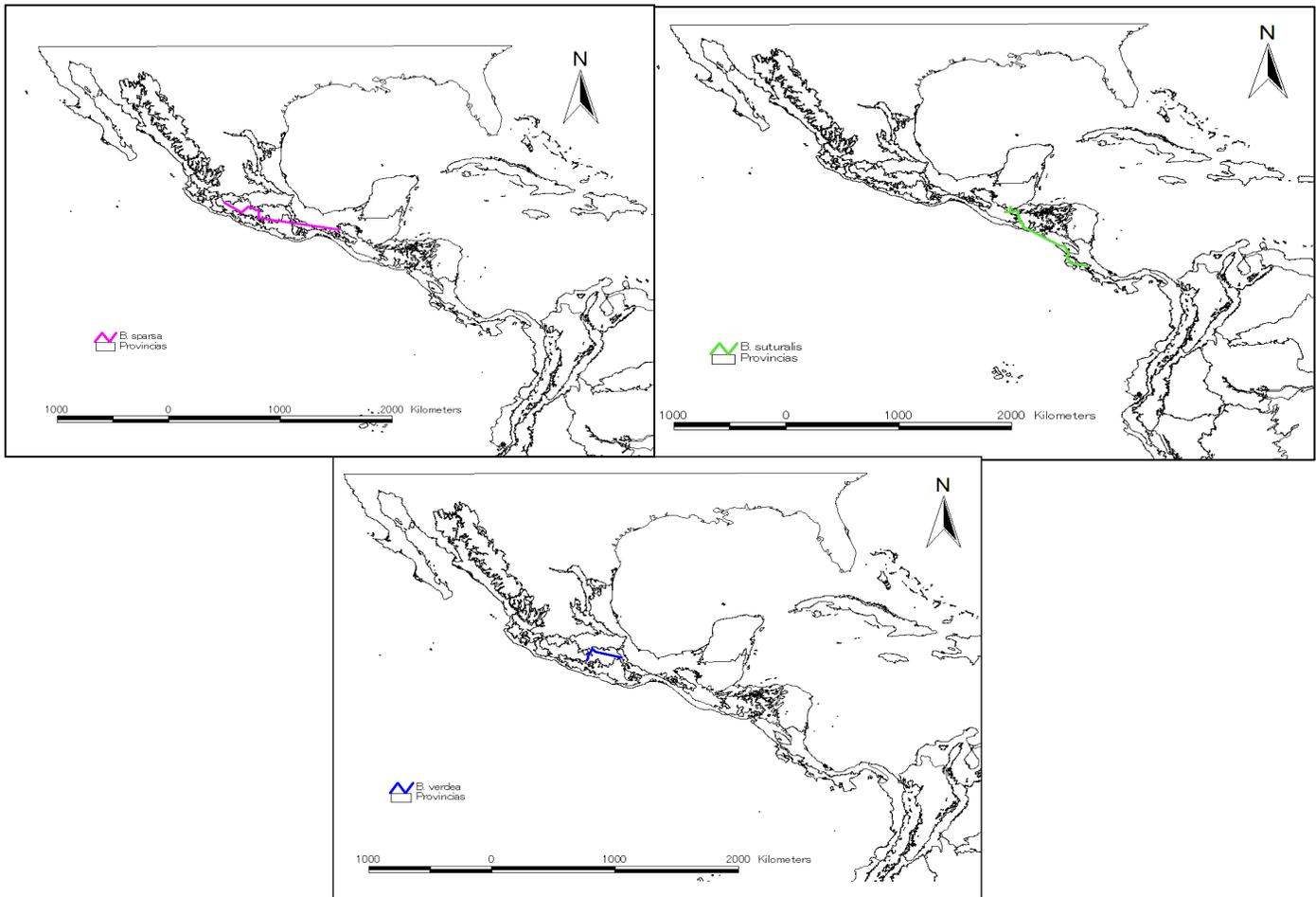


Figura 13. Patrones de distribución de las especies *Blepharida sparsa*, *B. suturalis* y *B. verdea*.

### Patrones de distribución de las especies del género *Bursera*

Se recopilaban los datos de distribución de 26 especies del género *Bursera* sección *Bullockia* en Latinoamérica. Se obtuvieron un total de 26 944 registros de distribución de todas las especies del género y se eliminaron 23 716 durante el proceso de homologación y estandarización de datos. Con 3228 registros se elaboraron 26 trazos individuales (Figs. 14 a 20). Todas las especies de la sección *Bullockia* contaron con tres o más registros de distribución.

*Bursera* sección *Bullockia* está presente en 21 de las 57 provincias de la región Neotropical propuestas por Morrone et al. (2022). En comparación con *Blepharida*, la provincia Península de Yucatán fue abundante en registros, así como las provincias de las Tierras bajas del Pacífico, Cinturón Volcánico Transmexicano y Cuenca del Balsas. La provincia Baja California (*sensu* Morrone, 2004) también fue numerosa en registros de *Bursera*. En Sudamérica se documentaron pocos registros de especies y se identificaron varias provincias por la amplia distribución de las especies *Bursera glabra* (Fig. 16 superior derecha) y *B. graveolens* (Fig. 16 inferior derecha), que se extienden desde México hasta Colombia y Venezuela.

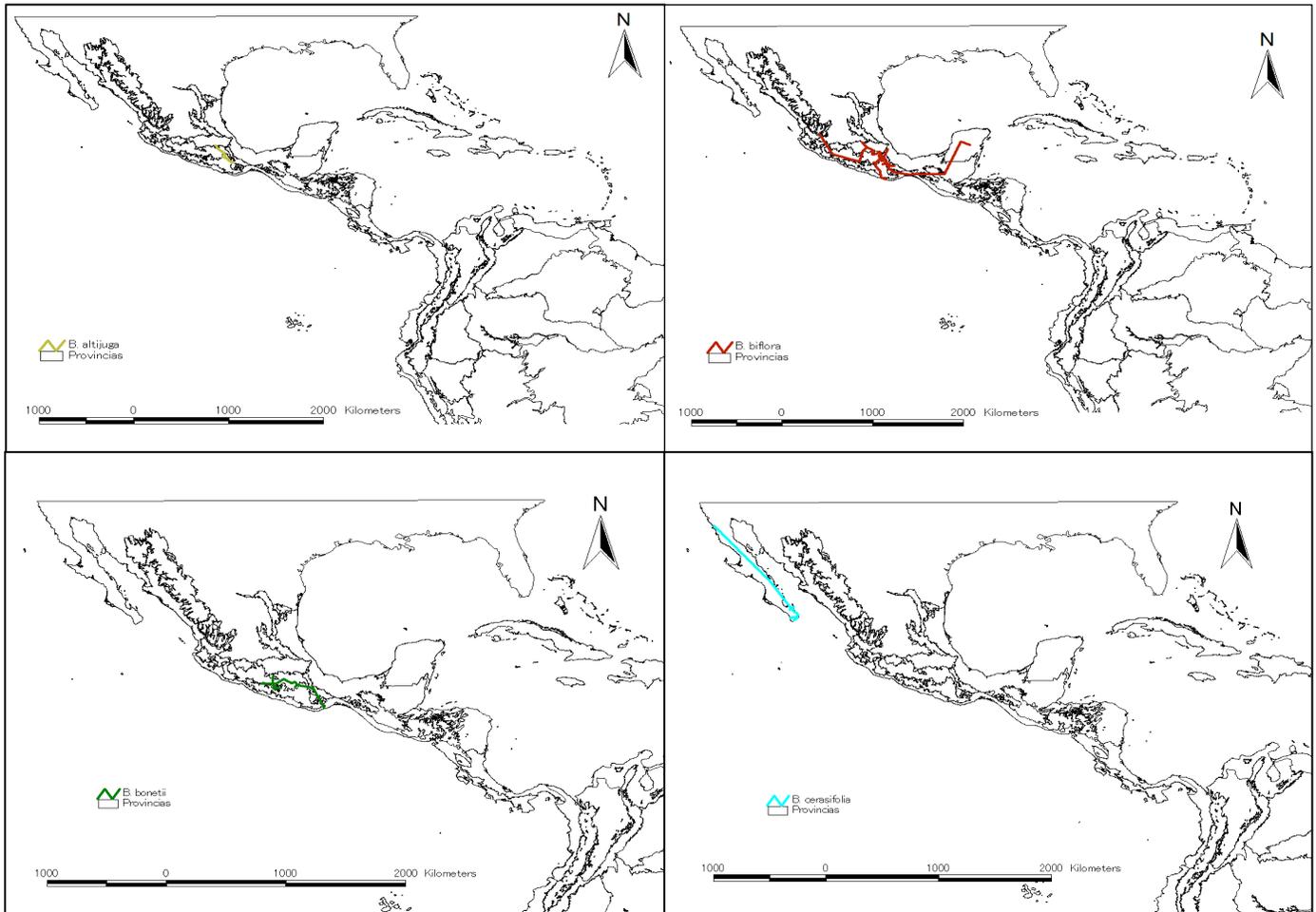


Figura 14. Patrones de distribución de las especies *Bursera altijuga*, *B. biflora*, *B. bonetii* y *B. cerasifolia*.

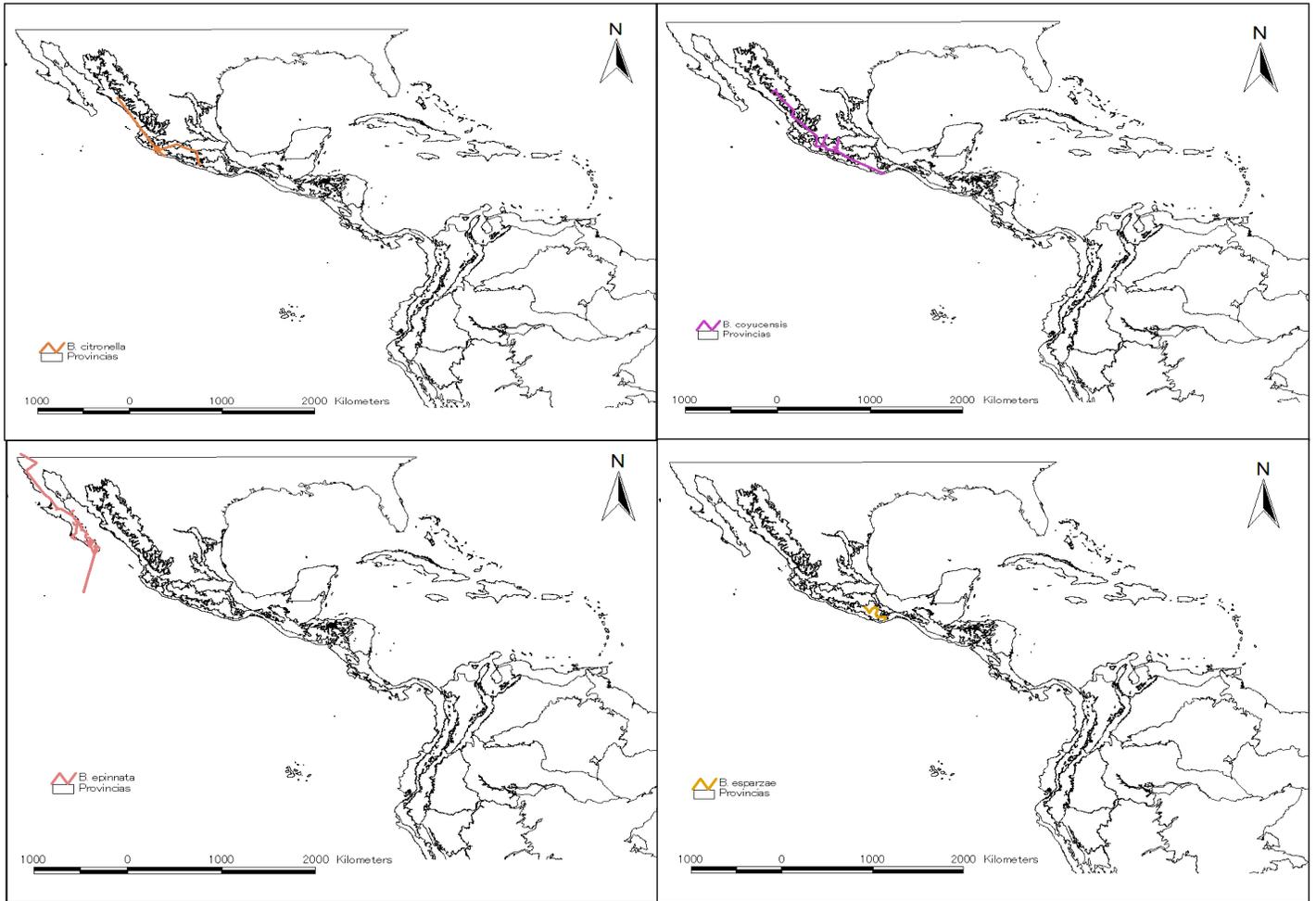


Figura 15. Patrones de distribución de las especies *Bursera citronella*, *B. coyucensis*, *B. epinnata* y *B. esparzae*.

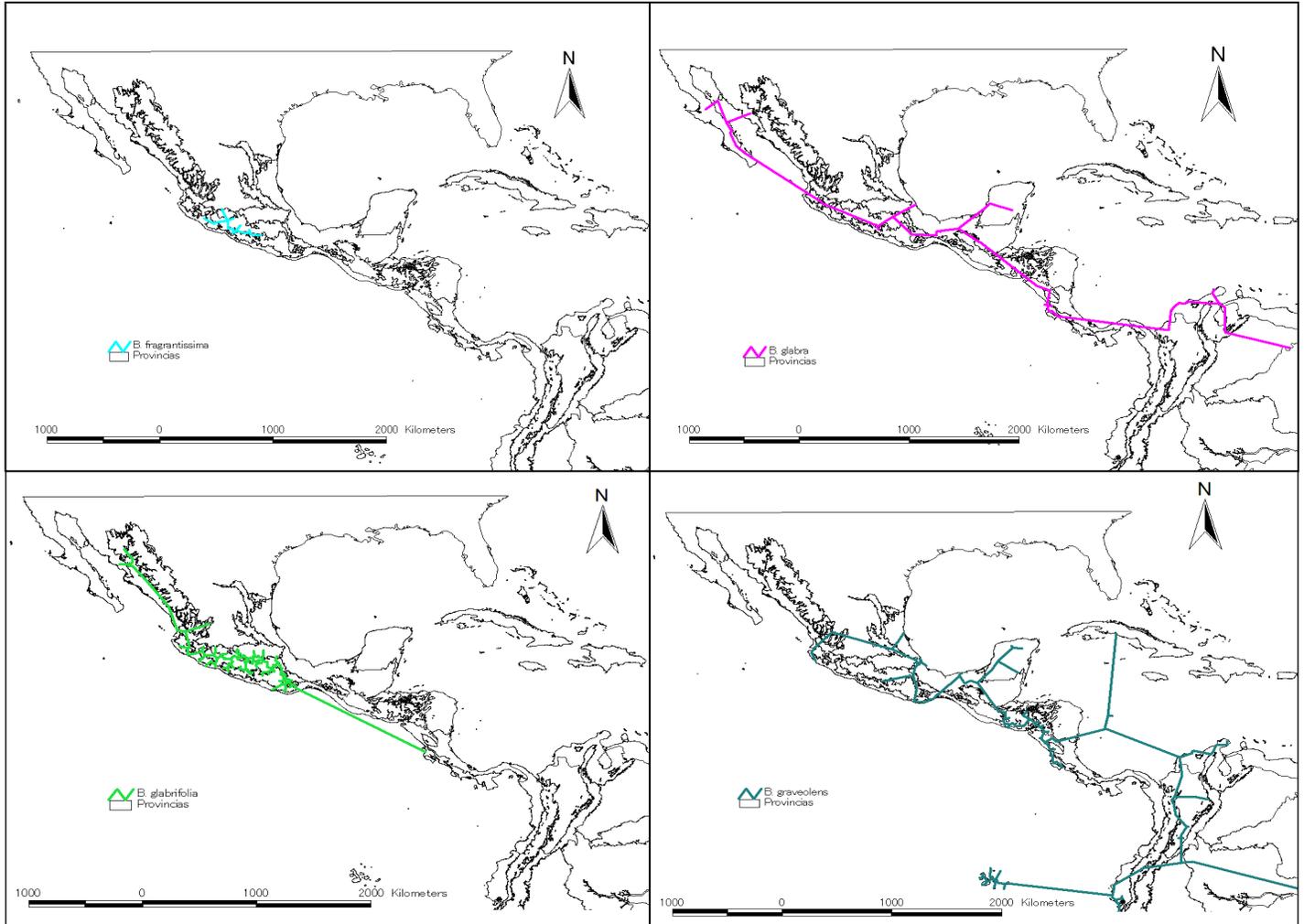


Figura 16. Patrones de distribución de las especies *Bursera fragrantissima*, *B. glabra*, *B. glabrifolia* y *B. graveolens*.

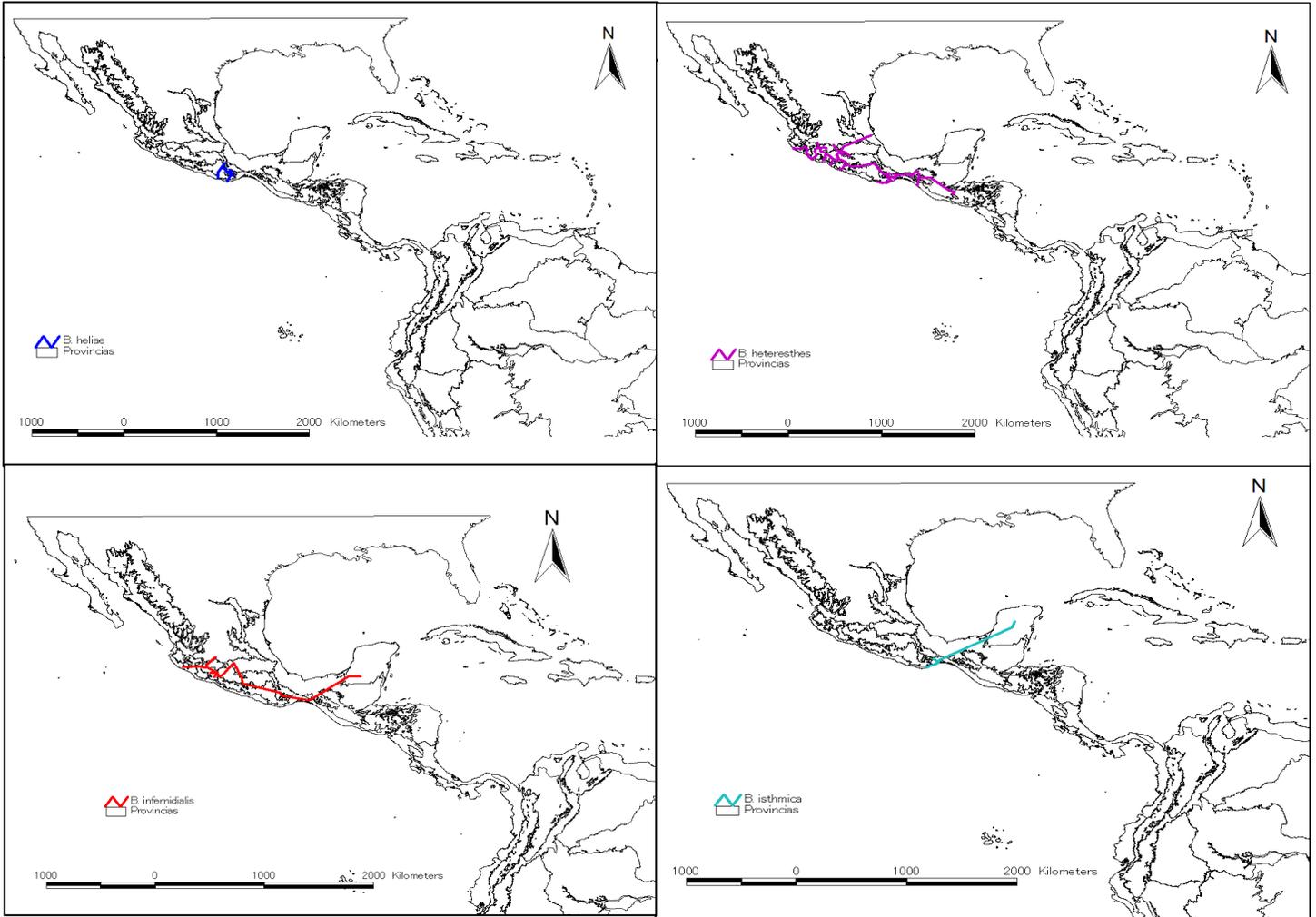


Figura 17. Patrones de distribución de las especies *Bursera heliae*, *B. heteresthes*, *B. infernalis* y *B. isthmica*.

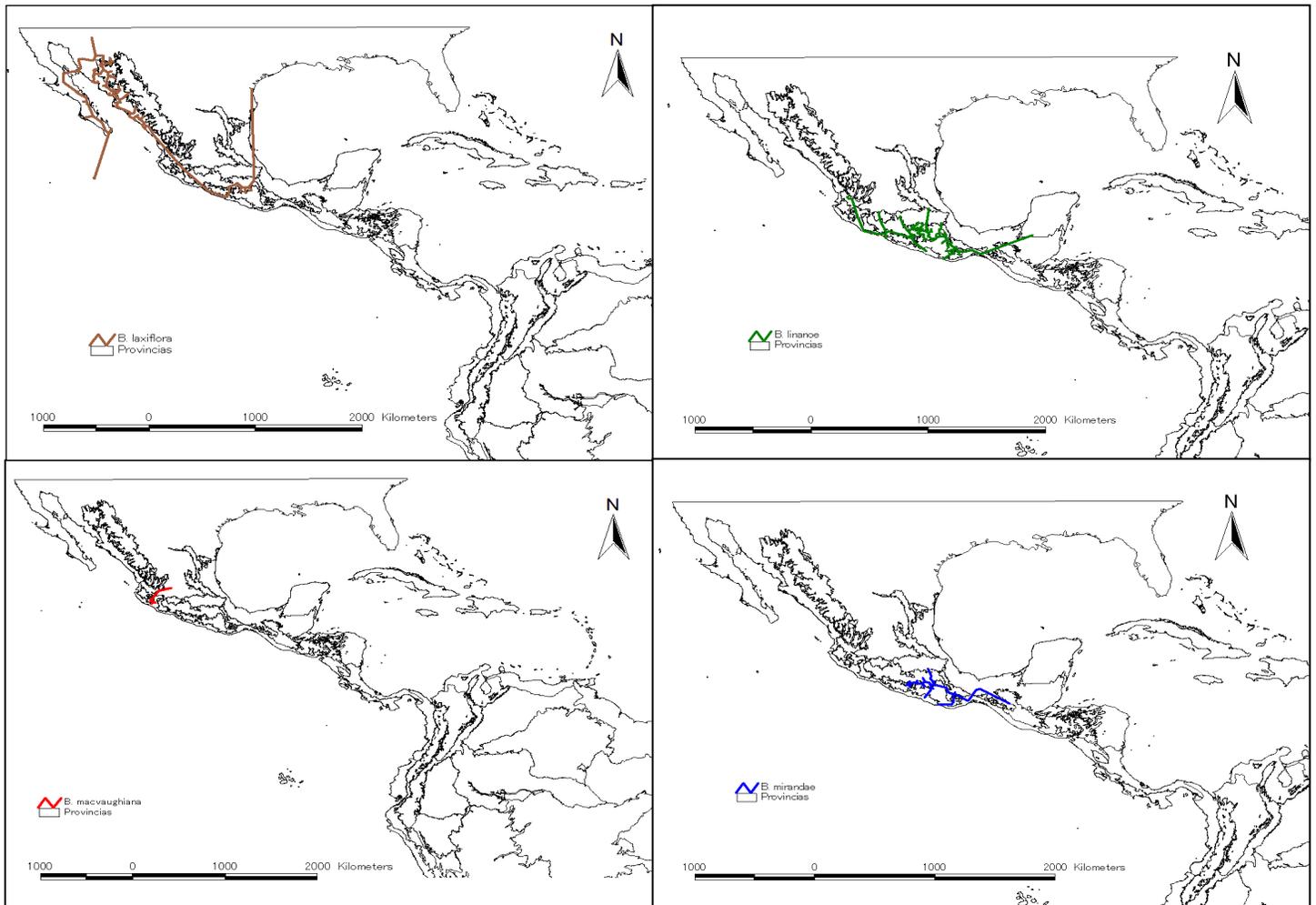


Figura 18. Patrones de distribución de las especies *Bursera laxiflora*, *B. linanoe*, *B. macvaughiana* y *B. mirandae*.

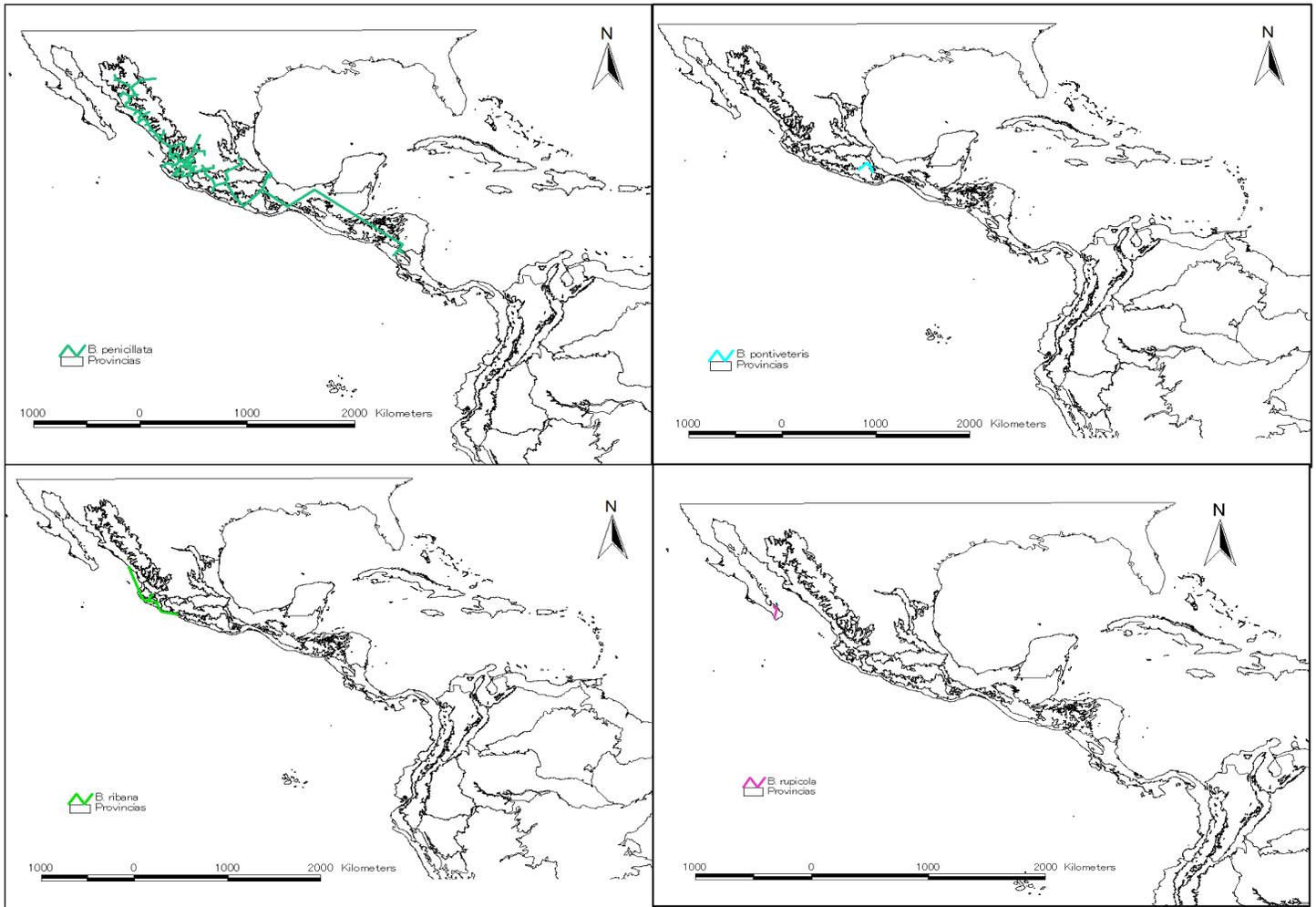


Figura 19. Patrones de distribución de las especies *Bursera penicillata*, *B. pontiveteris*, *B. ribana* y *B. rupicola*.

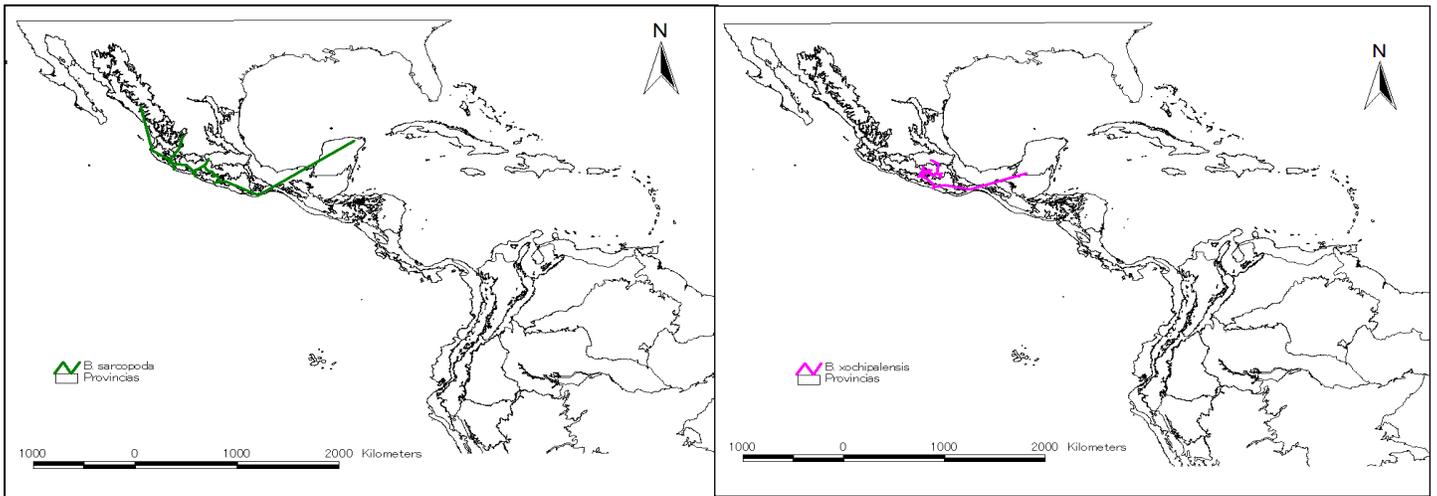


Figura 20. Patrones de distribución de las especies *Bursera sarcopoda* y *B.xochipalensis*.

### Patrones de distribución conjunta

Se identificó el trazo generalizado BALSAS (TG1) sustentado por cuatro especies de *Blepharida* (*B. singularis*, *B. parallela*, *B. johngi* y *B. multimaculata*). Este trazo conecta las provincias Cinturón Volcánico Transmexicano y Cuenca del Balsas (Fig. 21). También se identificaron cuatro posibles trazos generalizados que presentaron una superposición parcial (menos del 50 % de sus segmentos), pero que aportan información relevante en virtud de que dos de ellos (TG3 y TG4) se sustentan por especies de ambos géneros, y conectan las provincias Tierras bajas del Pacífico, Cinturón Volcánico Transmexicano, Cuenca del Balsas y Sierra Madre del Sur, además de la provincia Baja California (Cuadro 1):

- TRAZO COSTA (TG2). Está conformado por *Bursera heteresthes* y *Blepharida lineata* (Fig. 22 superior).
- TRAZO PACÍFICO (TG3). Se sustenta por las especies *Blepharida gabrielae* y *Bursera linanoe* (Fig. 22 inferior).
- TRAZO BAJA CALIFORNIA (TG4). Surge del solapamiento de las especies *Blepharida conspersa*, *Blepharida atripennis*, *Bursera epinnata* y *Bursera cerasifolia* (Fig. 23 superior).

- TRAZO TEHUANTEPEC (TG5). Está conformado por *Blepharida punctatissima*, *B. bryanti* y *B. godmani* (Fig. 23 inferior).

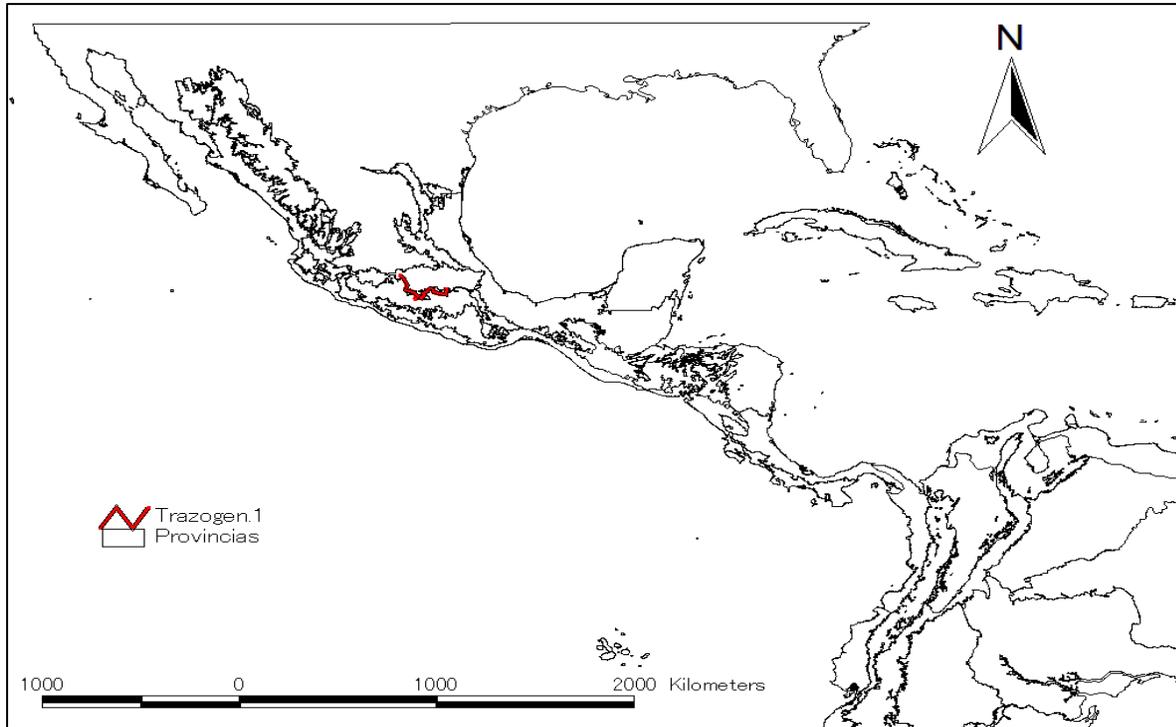


Figura 21. Trazo generalizado 1 (TG1), nombrado como BALSAS.

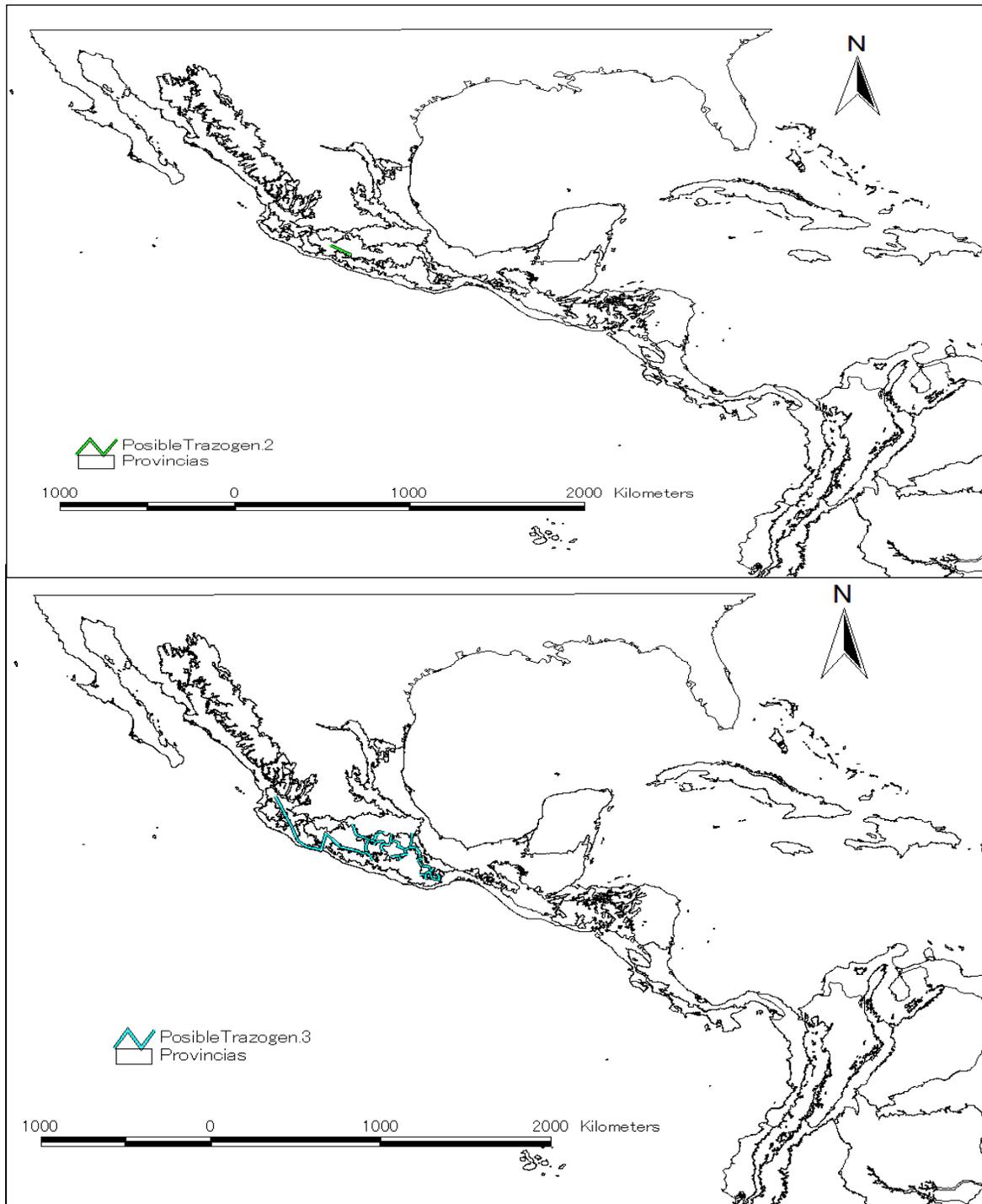


Figura 22. Trazo generalizado 2 (TG2) nombrado como COSTA y Trazo generalizado 3 (TG3) identificado como PACÍFICO.

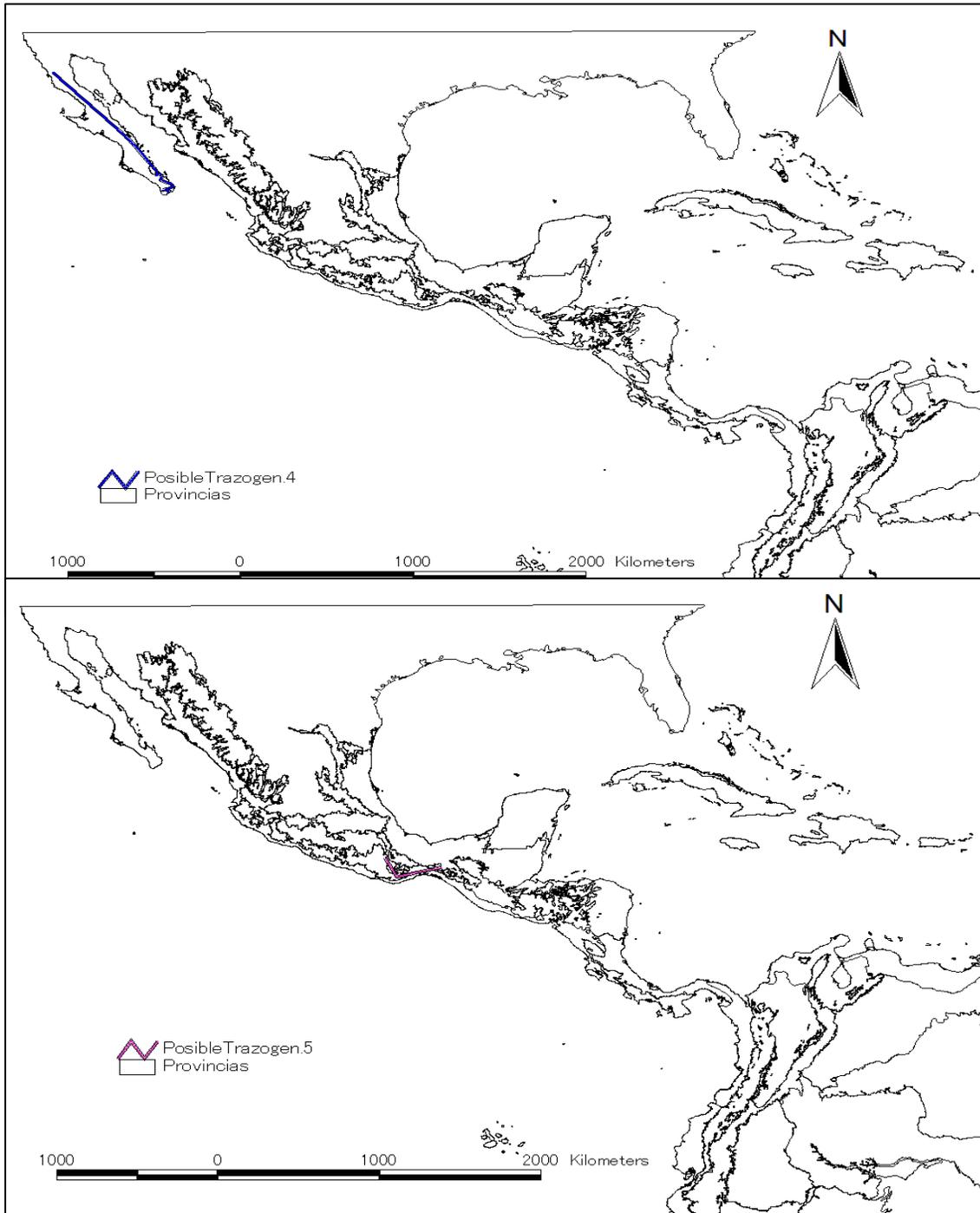


Figura 23. Trazo generalizado 4 (TG4) nombrado como BAJA CALIFORNIA y Trazo generalizado 5 (TG5) identificado como TEHUANTEPEC.

Cuadro 1. Provincias por donde pasan los trazos generalizados obtenidos.

Trazo generalizado	Nombre	Provincias
TG1	BALSAS	Cinturón Volcánico Transmexicano y Cuenca del Balsas
TG2	COSTA	Cuenca del Balsas
TG3	PACÍFICO	Cinturón Volcánico Transmexicano, Cuenca del Balsas, Tierras bajas del Pacífico y Sierra Madre del Sur
TG4	BAJA CALIFORNIA	Baja California
TG5	TEHUANTEPEC	Tierras altas de Chiapas y Sierra Madre del Sur

## DISCUSIÓN

La información obtenida hasta el momento revela que el género *Blepharida* se distribuye en la región Neotropical (*sensu* Morrone et al., 2022) y en la región Neártica (*sensu* Morrone, 2004). En la región Neotropical fue mayor su presencia, particularmente en la Zona de Transición Mexicana (ZTM), donde se ubicó el trazo generalizado TG1 (provincia Cinturón Volcánico Transmexicano) y el trazo generalizado parcial TG5 (provincias Tierras altas de Chiapas y Sierra Madre del Sur); además, en el Dominio Mesoamericano, en especial la provincia Cuenca del Balsas, debido a la conexión de los trazos generalizados TG1 y TG2.

El trazo TG1 corresponde al trazo 2 encontrado en Chrysomelidae (Ordóñez-Reséndiz & Eligio-García, 2006) y a los trazos Cuenca del Balsas y Eje Volcánico Transmexicano de Staphylinidae (Márquez & Asiain, 2006). El trazo TG5 coincide en parte con el trazo Sierra Madre del Sur de Staphylinidae (Márquez & Asiain, 2006) y el trazo 6 de Chrysomelidae (Ordóñez-Reséndiz & Eligio-García, 2006). Cabe resaltar que TG1 se ubica en los nodos encontrados en Carabidae (Ordóñez-Reséndiz, 2006), Buprestidae Corona & Toledo, 2006), Cerambycidae (Toledo & Corona, 2006) y Lycidae (Zaragoza-Caballero et al. 2006); y que TG5 se conecta con el nodo 7 encontrado en Carabidae (Ordóñez-Reséndiz, 2006) y el nodo 3

de Staphylinidae (Márquez & Asiain, 2006), lo cual refleja que el género es parte de la compleja entomofauna de la ZTM.

Por otro lado, aunque el trazo generalizado TG4 fue parcial, su coincidencia con trazos generalizados de otros grupos de insectos como Papilionidae, trazo XI (Oñate-Ocaña et al., 2006) y Pieridae, trazo III (Llorente-Bousquets et al., 2006), y con trazos individuales de Sphingidae (León-Cortés et al., 2006), sugieren que la provincia Baja California (*sensu* Morrone, 2004), perteneciente al Dominio Californiano de la región Neártica (Morrone & Llorente Bousquets, 2006) es importante en la historia biogeográfica de *Blepharida*.

Para el género *Bursera* (sección *Bullockia*), los trazos individuales obtenidos con la información de distribución recopilada hasta el momento, indican que su mayor presencia se encuentra en la región Neotropical, particularmente en el Dominio Mesoamericano, provincias Cuenca del Balsas y Tierras bajas del Pacífico. Estos resultados corresponden en parte con los trazos Copallifera y Glabrifolia obtenidos por Espinosa et al. (2006), los cuales representan los dos grupos en que Toledo-Manzur (1982) dividió a las especies de la sección *Bullockia*. La existencia de 17 de las 26 especies estudiadas en la provincia Depresión del Balsas, apoya la relevancia de esta región en la diversificación del género *Bursera* y se corresponde con una de las seis áreas de concentración señalada por Rzedowski et al. (2005) para las especies mexicanas de este género.

El trazo generalizado TG4, que se sustenta por la superposición parcial de *Bursera epinnata* y *Bursera cerasifolia*, corresponde al área de endemismo El Cabo, perteneciente al clado del Pacífico Mexicano identificado por Espinosa et al. (2006). Desafortunadamente, entre las especies estudiadas no se obtuvo una superposición estadísticamente significativa de sus trazos individuales, por lo que es conveniente obtener un mayor número de datos de distribución de estas especies o de otras del grupo *Glabrifolia* para corroborar con certeza la homología espacial entre ellas. De acuerdo con Rzedowski et al. (2005), en la región costera entre Jalisco y Oaxaca, así como en la Sierra Madre del Sur y la Cuenca del Balsas, se espera encontrar especies nuevas especies y en consecuencia nuevos registros de distribución de las

dos secciones de *Bursera*, y esto también se aplica para muchas otras regiones de México, como la Península de Baja California.

Los trazos generalizados TG2, TG3 y TG4 permiten corroborar en parte la hipótesis planteada, en el sentido de que existe correspondencia entre las distribuciones geográficas de *Blepharida* y *Bursera*. Si bien las distribuciones de *Blepharida* y *Bursera* sección *Bullockia* coinciden de forma general con las áreas de endemismo detectadas por Espinosa et al. (2006), se considera que falta mayor número de datos para demostrar homología espacial entre estos géneros y poder apoyar las propuestas de Becerra (1994, 1997, 2001, 2003, 2004, 2007 y 2009) sobre la coevolución entre estos grupos. Integrar un componente espacial a las interacciones permitirá comprender mejor cómo funcionan y los patrones que forman, debido a que las interacciones planta-insecto no son independientes del espacio (Medel et al. 2009).

La historia de la Tierra y la distribución de la biota es consecuencia de muchos eventos biogeográficos, pues el espacio que ocupan las especies es producto de una serie de procesos de interacción entre organismos y el medio que habitan (Craw et al., 1999). Esto indica que es conveniente replantear a futuro otro análisis panbiogeográfico con todas las especies del género *Bursera* y sumar en la medida de lo posible el mayor número de registros de plantas e insectos, tal vez visitando otras colecciones biológicas de México y Centroamérica, principalmente, donde se observaron grandes áreas sin datos.

De igual forma, aunque se ha demostrado una interacción entre *Bursera* y algunas especies de *Blepharida* (Furth, 1998), falta información sobre los hospederos de varias especies; además de que se ha observado que al menos dos de las especies de *Blepharida* mexicanas se alimentan de plantas de la familia Anacardiaceae, lo cual solo se ha presentado con especies de *Blepharida* de la región Afrotropical (Furth, 1998), y aunque estas familias de plantas presentan características químicas semejantes (León, 2006), la interacción planta-insecto uno a uno no se ha establecido. De cualquier forma, los resultados obtenidos sugieren una posible historia biogeográfica común entre estos organismos.

## CONCLUSIONES

La distribución geográfica de *Blepharida* es extensa en la región Neotropical, particularmente en la Zona de Transición Mexicana y en la Cuenca del Balsas (Dominio Mesoamericano); asimismo, en la provincia Baja California de la región Neártica.

*Bursera* (sección *Bullockia*) se distribuye en mayor parte en la región Neotropical, provincias Cuenca del Balsas y Tierras bajas del Pacífico del Dominio Mesoamericano. Los patrones de distribución individual de las especies de esta sección se corresponden con las áreas de endemismo determinadas por Espinosa et al. (2006).

Se encontró una correspondencia parcial entre las distribuciones geográficas de *Bursera* (sección *Bullockia*) y *Blepharida*, lo que sugiere una posible historia biogeográfica común entre estos géneros.

Es conveniente obtener mayor información geográfica de los grupos analizados, así como replantear el análisis panbiogeográfico con todas las especies del género *Bursera*.

## LITERATURA CITADA

- Becerra, J. (1994) Defensa con pistolas de agua en *Bursera* y el contraataque de los crisomélidos, *Revista Ecology*, Volumen 75, No.7.
- Becerra, J. (1997) Insectos en plantas: tendencias químicas macroevolutivas en el uso del huésped. *Revista Science*, Volumen 276, 253–256.
- Becerra, J. X., Venable, D. L. (1999) Macroevolution of insect-plant associations: the relevance of host biogeography to host affiliation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96, 12626–12631.
- Becerra, J., Venable, D., Evans, P. H., Bowers, W. S. (2001) Interactions Between Chemical and Mechanical Defenses in the Plant Genus *Bursera* and Their Implications for Herbivores, *American Zoologist*, Volume 41, Issue 4, August 2001, Pp 865–876.
- Becerra, J. (2003) Synchronous coadaptation in an ancient case of herbivory. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, 12804–12807.
- Becerra, J. (2004) Molecular systematics of *Blepharida* beetles (Chrysomelidae: Alticinae) and relatives. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 30, 107-117.
- Becerra, J. (2007) The impact of herbivore–plant coevolution on plant community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, 7483–7488.
- Camarena, G. (2009) Señales en la interacción planta insecto. *Revista Chapingo*, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 15: 81-85.
- Castañeda, A. (2008) *Aislamiento y caracterización estructural de metabolitos secundarios de Sapium macrocarpum (Euphorbiaceae). Evaluación de su actividad insecticida e implicaciones ecológicas*, UNAM.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1997) Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.
- Corona, A. M., Acosta, R., Morrone, J. J. (2006) Estudios biogeográficos en insectos de la zona de transición mexicana, pp. 71-87. En: Morrone, J. J. Y J. Llorente Bousquets (EDS.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas De Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Corona, A. M., Toledo, V. H. (2006) Patrones de distribución de la familia Buprestidae (Coleoptera), pp. 333-391. En: Morrone, J. J. Y J. Llorente Bousquets (EDS.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas De Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Craw, R. C. (1988) Continuing the synthesis between panbiogeography, phylogenetic systematics and geology as illustrated by empirical studies on the biogeography of New Zealand and the Chatham Islands. *Systematic Zoology* 37, 291-310.
- Craw, R. C., Grehan, J. R., Heads, M. J. (1999) *Panbiogeography: Tracking the history of life*. New York y Oxford, Oxford Biogeography series 11.
- Darwin, R. (1859) *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*, 1st edn. Murray, London.
- Engel, M., Grimaldi, D. (2005) Evolution of the Insects, una historia de más de 400 Millones de Años, *Revista Colombiana de Entomología* 33 (1), 86-88, ISBN 978-0-52149-0.
- Espinosa, D., Morrone, J. J., Bousquets, J. L., Villela, O. F. (2002) *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México.
- Espinosa, D., Llorente, J., Morrone, J.J. (2006) Historical biogeographic patterns of the species

- of *Bursera* (Burseraceae) and their taxonomical implications. *Journal of Biogeography*, 33, 1945-1958.
- Evans, P., Becerra, J., Venable, D., Bowers, S. (2000) Chemical analysis of squirt-gun defense in *Bursera* and counterdefense by chrysomelid beetles. *Journal of Chemical Ecology* 26, 745–754.
- Fontúrbel, F. (2002) Rol de la coevolución planta–insecto en la evolución de las flores cíclicas en las angiospermas. *Ciencia Abierta Internacional*, 17, 1-11.
- Furth, D. (1992) The New World *Blepharida* Group, with a key to genera and description of a new species (Coleoptera: Chrysomelidae). *The Journal of the New York Entomological Society* 100(2), 399-414.
- Furth, D. (1998) *New World Blepharida Chevrolat 1836 (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae)*. Memoirs Of The Entomological Society Of Washington, Number 21.
- Furth, D., Lee, J. (2000) Similarity of the *Blepharida*-group genera using larval and adult characters (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae). *The Journal of the New York Entomological Society* 108, 26–51. doi: 10.1664/0028-7199(2000)108[0026:SOTBGG]2.0.CO;2
- Godínez, R., Nuñez, C. (2015) Composición florística y estructura de la familia Burseraceae en un bosque tropical caducifolio en Atenango del Río, Guerrero. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, Volumen 2, No.5, 685-689.
- Hernández, M., García, R., Jaimes, T., Vidal, G., Ramírez, Y., Vera, F., Miranda, S. (2012) *Sistemática y Morfología. Insectos Holometabolos (Coleoptera, Diptera e Hymenoptera) en el Municipio de Tepeji Del Rio, Hidalgo*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Av. De los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. De México, C.P. 54090.
- Jacoby, M. (1880-1892<sup>a</sup>) *Biologia Centrali-Americana. Insecta. Coleoptera. Phytophaga*. Volume VI, Part1. R.H. Porter; London; 625pp.
- León, H. J. (2006) Anatomía de la madera de 13 especies del orden Sapindales que crecen en el estado Mérida. *Acta Botánica Venezolana*, 29,269–296.
- León-Cortés, J. L., Kitching, I. J., Molina-Martínez, A. (2006) Distributional patterns of the family Sphingidae (Lepidoptera), pp. 629-647. En: En: Morrone, J. J. y Llorente-Bousquets, J. (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- LeSage, L. (1991) *Familia Chrysomelidae: escarabajos de las hojas*. En: *Bousquet, Y. (Ed.), Lista de verificación de escarabajos de Canadá y Alaska*. Publicación de Agriculture Canada 1861 / E, Ottawa, Canadá, pp. 301–323.
- Llorente-Bousquets, J., Trujano, M., Martínez, A., Castro, J., Fernández, I. (2006) Patrones de distribución de la familia Pieridae (Lepidoptera), pp. 715-750. En: Morrone, J. J. y Llorente-Bousquets, J. (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Martínez-Falcón, A. P., Martínez-Adriano, C. A., Dáttilo, W. (2019) Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas, pp. 265-283. En: Moreno, C. E. (Ed.), *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México.
- Mata, M., Morán, M., Aguilar, O., Rojas, G. (2015) El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta universitaria*, 25(2), 03-19.

- Medel, R., Aizen, M. A., Zamora, R. (2009) Ecología y evolución de interacciones planta-animal. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. Pp. 399.
- Medina, R., Vega, I., Morrone, J. (2001) *Conceptos Biogeográficos, Elementos: Ciencia y Cultura*, Volumen 8, número 041, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, pp. 33-37.
- Michán, L., Llorente, J. (2002) Hacia una historia de la Entomología en México. En Llorente J, Morrone JJ (Eds.) *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos en México*. Volumen III. UNAM. México. pp. 3-52.
- Miranda, F. (1947) Estudios sobre la vegetación de México V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río Balsas. *Revista Mexicana de Sociología Historia Natural* 8 (1-4), 95-114.
- Montaño, G. (2003) *Morfología y anatomía del fruto de dos especies del género Bursera Jack. ex L. Sección Bullockia (Burseraceae)*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM.
- Morrone, J. (2004) Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición, *Revista Brasileira entomológica* 48 (2) <https://doi.org/10.1590/S0085-56262004000200001>
- Morrone, J. (2019) Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, ISSN versión electrónica: 2007-8706.
- Morrone, J., Llorente-Bousquets, J. (2003) *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones*, Facultad de Ciencias UNAM, ISBN-968-36-9463-2.
- Morrone, J. J., Llorente-Bousquets, J. (2006) Conclusiones, pp. 1011-1025. En: Morrone, J. J. y J. Llorente Bousquets (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas De Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Morrone, J., Escalante, T., Tapia, G., Carmona, A., Arana, M., Gómez, J. (2022) Biogeographic regionalization of the Neotropical region: new map and shapefile. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 94, e20211167. doi: 10.1590/0001-3765202220211167
- Naturalista (2023) *Copales y Cuajotes (Género Bursera)*, Recuperado el 29 de enero del 2023 de <https://www.naturalista.mx/taxa/62961-Bursera>
- Oñate Ocaña, L., M. Trujano Ortega, J. Llorente Bousquets, A. Luis Martínez, I. Vargas Fernández. (2006) Patrones de distribución de la familia Papilionidae (Lepidoptera), pp. 661-714. En: Morrone, J. J. y J. Llorente Bousquets (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas De Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Ordóñez-Reséndiz, M. M. (2006) Patrones de distribución de la familia Carabidae (Coleoptera), pp. 93–152. En: Morrone, J. J. y Llorente-Bousquets, J. (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Ordóñez-Reséndiz, M. M., Eligio-García, M. A. (2006) Patrones de distribución de la familia Chrysomelidae (Coleoptera), pp. 475–514. En: Morrone, J. J. y Llorente-Bousquets, J. (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Pérez-Contreras, T. (1999) La especialización en los insectos fitófagos: una regla más que una

- excepción. *Boletín de la SEA* 26, 759–776.
- Prathapan, K. D., Chaboo C. S. (2011) Biology of *Blepharida*-group flea beetles with first notes on natural history of *Podontia congregata* Baly, 1865 an endemic flea beetle from southern India (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae, Alticini). *ZooKeys* 157, 95-130. doi: 10.3897/zookeys.157.1472
- Resendiz, G. (2019) *Hidrología, Geomorfología y Origen geológico de México*, Universidad Nacional Autónoma de México, Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/335395887\\_Origen\\_Geologico\\_de\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/335395887_Origen_Geologico_de_Mexico)
- Rojas, C. (2005) *Automatización del método de la Panbiogeografía: Identificación de centros de diversidad*. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México.
- Rzedowski, J. (1994) Geographical affinities of the riparian trees of México. *Mémoires de la Société de Biogéographie* IV, 37- 44.
- Rzedowski, J., Guevara-Féfer, F. (1992) *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz.
- Rzedowski, J., Kruse, H. (1979) Algunas tendencias evolutivas en *Bursera* (Burseraceae). *Taxon*, 28, 103–116.
- Rzedowski, J., Medina-Lemus, R., Rzedowski, G. (2004) Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México). *Acta Botánica Mexicana* 66, 23-151.
- Rzedowski, J., Medina-Lemus, R., Rzedowski, G. (2005) Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana* 70, 75–111.
- Sarukhán, J. (2008) *Conocimiento Actual de la Biodiversidad, Capital Natural de México*, Volumen 1, Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Slipinski, M., Smith, S. (2011) *Family-group names in Coleoptera Zookeys*, 88, 1-972.
- UNIBIO (2023). *Fichero de Blepharida hinchahuevosi*, Recuperado el 29 de enero del 2023 de <http://unibio.unam.mx/irekani/handle/123456789/9983?proyecto=Irekani>
- Speight, M., Hunter, M., Watt, A. (1998) *Ecología de insectos. Conceptos y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa. Blackwell-science.
- Toledo, V. H., Corona, A. M. (2006) Patrones de distribución de la familia Cerambycidae (Coleoptera), pp. 425-474. En: Morrone, J. J. y Llorente-Bousquets, J. (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Toledo-Manzur, C. A. (1982) *El género Bursera (Burseraceae) en el estado de Guerrero (México)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 182 pp.
- Valiente-Banuet, A., Aizen, M. A., Alcántara, J. M., Arroyo, J., Cocucci, A., Galetti, M., García, M. B., García, D., Gómez, J. M., Jordano, P., Medel, R., Navarro, L., Obeso, J. R., Oviedo, R., Ramírez, N., Rey, P. J., Traveset, A., Verdú, M., Zamora, R. (2015) Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology*, 29, 299-307.
- Wallace, A. (1876) *The geographical distribution of animals*. 2 vols. Harper & Bros. New York.
- Zaragoza-Caballero, S., Sarmiento, M., Rueda, M., Zurita, M. (2006) Patrones de distribución de la familia Lycidae (Coleoptera), pp. 393-424. En: Morrone, J. J. y Llorente-

- Bousquets, J. (Eds.), *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Zarazaga, M. (2015) Clase Insecta, Orden Coleóptera, Ibero Diversidad Entomológica, *Revista IDEA - SEA*, n° 55 (30-06-2015), 1–18.
- Zavala, J. A. (2010) Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos. *Revista Ciencia Hoy*, 20(117), 53-59.
- Zhang, S. Q., Che, L. G., Li, Y., Liang, D., Pang, H., Slipiński, A., Zhang, P. (2018) Evolutionary history of Coleoptera revealed by extensive sampling of genes and species. *Nature Communications*. DOI: 10.1038/s41467-017-02644-4.