



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

Distribución y diversidad de *Loxosceles* en  
México

INFORME DE SERVICIO SOCIAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**BIÓLOGA**

PRESENTA:

LILIANA JIMÉNEZ GONZÁLEZ

JURADO DE EXAMEN

DIRECTOR: ESPINOSA ORGANISTA DAVID NAHUM

ASESOR: M. EN C. MONTAÑO ARIAS GENARO

ASESORA: DRA. JUAREZ BARRERA FABIOLA

SINODAL: DR. BUENO HERNÁNDEZ ANTONIO ALFREDO

SINODAL: BIOL. GARCÍA CANO AGUSTÍN ALBERTO



CIUDAD DE MÉXICO

ABRIL, 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.

*Camina hacia el futuro  
abriendo nuevas puertas y probando cosas nuevas.*

*Se curioso...*

*porque nuestra curiosidad siempre nos conduce por nuevos caminos*

*-Walt Disney*

## **Agradecimientos**

Mi gratitud a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por ser mi segunda casa, por darme mi formación profesional, académica y personal. Crecí y aprendí mucho dentro de sus instalaciones, allí encontré a grandes personas que hoy llamo amigos y colegas. Entrar a la facultad fue uno de mis sueños y de los retos más grandes que he tenido y sin duda he aprovechado esta oportunidad al máximo.

Agradezco también a mi director de tesis, el Dr. David Nahum Espinosa Organista y a mis sinodales y Asesores: Dr. Alfredo Antonio Hernández Bueno, Dra Fabiola Juarez Barrera, M. en C. Genaro Montaña Arias y al Bio. Agustín Alberto García Cano. Por estar al pendiente de mis avances, por mis revisiones y por orientarme en la elaboración de mi tesis. Agradezco su enseñanza, su amabilidad y por ser mis guías y mentores durante este proceso.

Agradezco a mis padres y a mi familia por todo el esfuerzo que han hecho para que yo creciera profesionalmente, agradezco por darme la oportunidad de estudiar lejos de casa, sé que fue difícil, complicado y muchas veces triste que estuviéramos lejos. Gracias a su esfuerzo, me estoy convirtiendo en una profesional egresada de la mejor universidad del país. No lo hubiera logrado sin ustedes.

## Dedicatorias

A mi madre **Inés**, porque a pesar de que tenía mucho miedo de dejarme ir a una ciudad tan grande, puso su confianza en mí y partió su corazón en dos para acompañarme y cuidarme aún en la distancia. A mi papá, **Felipe**, quien me apoyó para seguir con mis sueños. Muchas gracias a los dos por aceptar y apoyar a su hija la más descarriada. Gracias, por ahora cuidar a las arañas aunque no les guste y sobre todo gracias por apoyarme con mis sueños. A mi hermano **Feli**, manfred, mani manito, chaliberto, porque fuiste el primero en apoyarme para estudiar biología, por aguantarme en mis peores momentos y por estar conmigo en mis crisis. Eres mi ejemplo a seguir y te admiro mucho. Gracias por patrocinarme comidas y por ser mi casita cuando los dos estuvimos lejos de ella.

**Andreita, Paulita y Hector**. Gracias por creer en mí, por las risas y las tardes de café. Los cuatro nos hemos visto crecer unos a otros, convirtiéndonos en grandes profesionistas, con valores y defendiendo nuestros ideales, pero sobre todo, viéndonos seguir nuestros sueños.

A mis **tías** por cuidarme y preocuparse por mí aún en la distancia, y por ser grandes mujeres inteligentes y trabajadoras. Son mi ejemplo a seguir y les agradezco mucho por enseñarme el significado de resiliencia. A mis **tíos**, les agradezco mucho por cuidarme y preocuparse por mí, por compartir conmigo cosas de otakus y bromear conmigo, los quiero mucho.

Abuelita **Alicia**, por siempre recibirme con una sonrisa, un abrazo y un café con pan, por cuidarme, por quererme mucho y siempre pensar en mí, gracias porque estuvo conmigo y me apoyó en todas mis loqueras. Abuelita **Trini**, Abuelita **Martha**, Abuelito **Nereo** y a mi **Tata**, a ustedes que, aunque ya no están aquí, me amaron con todo su corazón, seguro estarían muy orgullosos de mí. Los amo mucho.

A mis bffs **Ali, Jessi, Perla, Esme, Bere, Carmina, Jaqui, Fany y Amalio** porque fueron mi motor para seguir adelante y porque me acompañaron en este largo viaje. Gracias por compartir tantos momentos tan cool conmigo y que chido vernos crecer tanto. Las amo.

A **Paty**, patito, mi hermanita cósmica. Una de las cosas que agradezco tanto de estudiar biología, es haberte encontrado en el camino. Te agradezco tanto por cuidarme y preocuparte por mí. Tu y yo nos hemos visto cambiar, transformarnos y cuestionarnos todo. Que bonito es vernos crecer como mujeres de ciencia. Fuiste mi inspiración, mi motor, mi casita cuando estaba lejos de la mía y un refugio cuando tenía tormentas en mi vida. Te amito.

A **Andy y Amaury**, a quienes conocí a la mitad de la carrera y desde entonces hemos sido muy unidos. Los quiero mucho y gracias por todos estos años de amistad y locura. Gracias

por su compañía en mis momentos más difíciles y gracias también por siempre sacarme una sonrisa.

A **Itzelita y David**, quienes nos hicimos amigos en los últimos años de la carrera, aprendí mucho de ustedes y me divertía cada vez que teníamos reuniones en zoom. Gracias por compartir conmigo los últimos años de la carrera, que gusto haber sido parte del equipo veneno en laboratorio y que gusto formarme a la par de grandes colegas como ustedes.

A **Zule y Arturo** a quienes me uní más en mi última etapa de la universidad. Que bonito fue coincidir con ustedes, les agradezco enormemente su amistad, apoyo incondicional y la confianza que me brindaron.

Al **Dr. David Espinosa Organista** y al **M. en C. Genaro Montaña Arias**, gracias por estar pendiente de mí y de mis avances, gracias por compartir conmigo todo lo que saben y jalarme las orejas durante las revisiones. Agradezco mucho todas las risas, los conocimientos y toda la confianza que me brindaron. En ustedes encontré no solo a maestros, sino a grandes guías de cómo ser una profesional y sobre todo, una gran persona.

Al biólogo **Agustín Alberto García Cano** o como a mí me gusta decirle: Beto sensei. Lo llamo sensei porque cada que hablaba con usted me recordaba a Kakashi y a Iruka, le agradezco mucho su empatía, nobleza y compromiso con nosotros sus alumnos. Más allá de formarnos como buenos biólogos, se encargó de formar, en nuestro último camino de la universidad, a buenas personas. Recuerdo cada consejo que me dió, no solo de la escuela sino de la vida a la que estamos a punto de afrontar. Lo aprecio mucho, muchísimas gracias por compartir conmigo todos sus conocimientos con empatía y respeto. Muchas gracias por ser un gran sensei.

# ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Antecedentes.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>4</b>
4.1 General.....	4
4.2 Particulares.....	4
<b>5. Metodología.....</b>	<b>5</b>
5.1. Bases de datos y depuración.....	5
5.2. Mapas de distribución.....	5
5.3. Índices de diversidad.....	5
5.4. Análisis espacial.....	7
<b>6. Resultados y discusión.....</b>	<b>8</b>
6.1. Distribución de <i>Loxosceles</i> en México.....	8
6.2. Riqueza estimada.....	15
6.3. Riqueza y endemismo espacial.....	19
<b>7. Conclusión.....</b>	<b>20</b>
<b>8. Referencias.....</b>	<b>21</b>

## Índice de cuadros y figuras

Cuadro 1. Lista de especies pertenecientes al género <i>Loxosceles</i> .....	10
Figura 1. Distribución de arañas del género <i>Loxosceles</i> en México.....	12
Figura 2. Se muestra la distribución del género <i>Loxosceles</i> en México.....	13
Cuadro 2. Se muestra la diversidad alfa por estado calculada mediante distintos estimadores.....	14
Figura 3. Modelo de riqueza con el estimador ACE.....	17
Figura 4. Modelado de endemismo.....	18



## Resumen

El orden Araneae se caracteriza por ser un grupo cosmopolita, ya que se encuentran distribuidos en la mayor parte del mundo a excepción de la Antártida. De acuerdo con la página electrónica *World Spider Catalog* (WSC) se han descrito 135 familias, 4, 334 géneros y 51, 318 especies en el mundo y tan solo en México se encuentran registradas 69 familias, 426 géneros y 2, 349 especies de arañas. Dentro de los grupos más importantes de arañas en la República Mexicana, se encuentra el género *Loxosceles* y hasta el momento en el país se tienen reportadas 40 especies de las 143 que se encuentran distribuidas en todo el mundo.

Este género habita generalmente en selvas bajas caducifolias, matorral xerófilo, desiertos, bosques mesófilos y selvas altas perennifolias, abarcando altitudes que van desde el nivel del mar, hasta por debajo de los 2, 200 msnm. Aunado a ello, la alta plasticidad y adaptabilidad que presentan las arañas del género *Loxosceles* a distintos hábitats las hacen un interesante objeto de estudio en cuanto al conocimiento de su distribución y diversidad.

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar la riqueza y diversidad alfa de *Loxosceles* en México, así como elaborar una lista de las especies que se encuentran en el país y realizar un análisis espacial de la riqueza y endemismo del género. Para ello se recopilaron registros mediante bases de datos en línea, colecciones científicas y literatura, posteriormente se elaboró una base de datos con la información obtenida y se validó mediante la página de *World Spider Catalog*, *Google Maps* y *Google Earth*. Se utilizó el programa *QGIS* (versión 3.10) A Coruña, para la elaboración de los mapas de distribución y mediante el programa *PAST4* se evaluó la diversidad alfa y la riqueza mediante distintos índices de diversidad. Posteriormente se realizó el análisis espacial para conocer la distribución de la riqueza y endemismo mediante el programa *Biodiverse* versión 3.1 utilizando la base de datos anteriormente descrita.

Los estudios realizados arrojaron como resultado un total de 536 especies, las cuales se encuentran distribuidas en todo el país, siendo los estados más diversos Baja California, Baja California Sur, Guerrero, Hidalgo y Oaxaca. En el análisis de riqueza espacial se observó un aumento en el registro de especies para algunos estados representados por las celdas en rojo con una valoración de tres o  $\geq$  especies. Las celdas de color verde demostraron la presencia de dos especies, mientras que las celdas azules representaron aquellas zonas que únicamente cuentan con la presencia de una sola especie. Por otro lado, las áreas de endemismo

representadas con celdas rojas, correspondieron a los estados de: Baja California Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila e Hidalgo.

Si bien fue posible determinar los índices de diversidad, así como los análisis de riqueza y endemismos, la falta de registros para ciertos estados mostró sesgos en los resultados de estos análisis, lo que evidencia la falta de muestreos para algunos estados y sobre muestreos para otros, por tal motivo, se sugiere una mayor cobertura geográfica en el esfuerzo de recolectas para que en futuros estudios se reduzcan estos sesgos.

## 1. Introducción

El estudio de la distribución y diversidad es uno de los puntos más importantes en la ciencia, ya que aún se desconoce aproximadamente el 80% de especies a nivel mundial, es decir, solo se conoce apenas el 20% de ellas (Fischer, 2021). De dicho porcentaje, 150,388 especies han sido evaluadas para la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (2023) de las cuales, 42,100 de ellas están categorizadas en grado de amenaza de extinción.

A través del estudio de distintos taxones, se han elaborado inventarios que promueven la conservación y facilitan el conocimiento de los grupos, sin embargo, es la falta de muestreos lo que representa un reto para el estudio de la diversidad a nivel mundial (Rivera, 2013). Aún con esta problemática, diversas plataformas en todo el mundo han contribuido al conocimiento de la distribución y diversidad de distintas especies, como la página Map Of Life que además de mapear la distribución, cuenta con inventarios de distintos grupos. En particular, para el orden Araneae, la página *World Spider Catalog* versión 24 (WSC, 2023) tiene registro del número de especies y géneros por familias válidos a nivel mundial, facilitando la búsqueda de artículos de descripción para este orden.

El orden Araneae se caracteriza por ser un grupo cosmopolita, ya que se encuentran distribuidos en la mayor parte del mundo a excepción de la Antártida. De acuerdo a la página electrónica WSC (2023) se han descrito 135 familias, 4, 334 géneros y 51, 318 especies en el mundo y tan solo en México se encuentran registradas 69 familias, 426 géneros y 2, 349 especies de arañas (Cabrera-Espinosa y Valdez-Mondragón, 2021). Este grupo se encuentra dividido en dos subórdenes: Mesothelae y Opisthothelae esta última subdividida en dos infraórdenes Mygalomorphae constituida por tarántulas y Araneomorphae donde se encuentra agrupadas todas las arañas (Selden, 1996). Las tarántulas presentan mordida paraxial, cuentan con hileras largas al final del opistosoma y presentan dos pares de pulmones en libros, mientras que las arañas muestran una mordida diaxial, hileras cortas con excepciones para algunas familias y un solo par de pulmones.

Dentro de los grupos más importantes de arañas en México, se encuentra el género *Loxosceles*. Hasta el momento, en México se tienen reportadas 40 especies de las 143 que se encuentran distribuidas en todo el mundo, de las cuales 38 son nativas y dos introducidas: *Loxosceles reclusa* y *Loxosceles rufescens* (Valdez-Mondragón *et al.*, 2018), y recientemente

se describieron dos especies más: *Loxosceles tolantongo* y *Loxosceles tenochtitlán* (Navarro-Rodríguez y Valdez-Mondragón, 2020; Valdez-Mondragón *et al.*, 2019).

Si bien las arañas se distribuyen en la mayor parte del mundo, este grupo se caracteriza por encontrarse en zonas cuyos climas son muy variados, desde los fríos a cálidos prefiriendo especialmente los climas tropicales (Fideicomiso para el desarrollo de la Región Centro Occidente (FIDERCO), 2004; Endirsse, 2020). Así mismo, se adaptan fácilmente a diferentes tipos de vegetación y hábitats. Valdez-Mondragón y colaboradores (2018) mencionan que el género *Loxosceles* habita en selvas bajas caducifolias, matorral xerófilo, desiertos, bosques mesófilos y selvas altas perennifolias, abarcando altitudes que van desde el nivel del mar, hasta por debajo de los 2, 200 msnm.

Aunque las arañas del género *Loxosceles* habitan distintos tipos de climas y hábitats, ellas muestran especial preferencia por climas cálidos y tropicales, lo cual puede deberse a la influencia de las dos regiones biogeográficas con las que cuenta el país: la neártica y neotropical, siendo las sierras madre y la faja Volcánica Transmexicana dos provincias que forman parte de la zona de transición mexicana. Morrone (2019) señala que es debido a esta zona de transición la que hace que la diversidad de México sea tan interesante, no solo por las especies endémicas, sino por las relaciones filogenéticas y las hipótesis que se han planteado para explicar la presencia de taxones de orígenes diversos.

## 2. Antecedentes

En México, varias instituciones han contribuido al estudio de la taxonomía, sistemática y ecología de las arañas (Orozco-Gil y Desales-Lara, 2021). Entre las más importantes se encuentran el Colegio de la Frontera Sur-Tapachula (ECOTAAR) en Chiapas, la Colección Nacional de Arácnidos (CNAN) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Colección Aracnológica y Entomológica del Centro de Investigaciones Biológicas (CAECIB) del CIBNOR, entre otras (Desales-Lara *et al.*, 2018). Duran-Barrón y colaboradores, en 2016, reportaron un total de 2,388 especies para México, sin embargo, a lo largo de los últimos años, este número ha ido aumentando.

En 2017, Maya-Morales y Jiménez reportaron dos nuevas especies de *Melpomene*: *M. chamela* y *M. solisi*. En el mismo año, Valdez-Mondragón reportó dos especies pertenecientes al género *Ochyrocera*: *Ochyrocera Jarocha* y *Ochyrocera pojoj*. El siguiente

año, se describieron nuevas especies para los géneros *Wirada* (*Wirada mexicana*), *Hemirrhagus* (*Hemirrhagus akheronteus*, *Hemirrhagus billsteelei*, *Hemirrhagus diablo*, *Hemirrhagus kalebi*. y *Hemirrhagus sprousei*), *Chrysometa* (*Chrysometa citlaltepētli*, *Chrysometa triangulosa*, *Chrysometa rosarium*, *Chrysometaatotonilco*, *Chrysometa xamaticpac*, *Chrysometa puya* y *Chrysometa sagicuta*) y *Loxosceles* (*Loxosceles malintzi*), además, por primera vez se describió a la hembra perteneciente a la especie *Hemirrhagus chilango* y se aportaron nuevos registros para las especies *Herpyllus schwarzi*, *Nodocion rufithoracicus* *Phrurotimpus woodburyi* y *Thanatus altimontis*) y cuatro registros nuevos para el estado de Coahuila (*Euagrus chisoseus*, *Herpyllus propinquus*, *Latrodectus hesperus* y *Titanebo mexicanus*) (Campuzano e Ibarra-Núñez, 2018; Desales-Lara *et al.*, 2018; Mendoza y Francke, 2018; Salgueiro-Sepúlveda y Álvarez-Padilla, 2018; Valdez-Mondragón *et al.*, 2018). Ya en 2019, Chamé-Vázquez e Ibarra-Núñez (2019), describieron una especie nueva de *Phonotimpus* (*Phonotimpus marialuisae*), Guerrero-Fuentes y Francke (2019) reportaron cinco nuevas especies de la familia Salticidae: *Anicius chiapanecus*, *Anicius cielito*, *Anicius faunus*, *Anicius grisae* y *Anicius maddisoni*. Así mismo, Rivera-Quiroz y Álvarez-Padilla (2019) reportaron cinco nuevas especies del género *Wulfila*: *Wulfila conchamonile*, *Wulfila xilitlensis*, *Wulfila luisi* *Wulfila. unguis* y *Wulfila phantasma*. Para el mismo año, Valdez-Mondragón y colaboradores (2019) reportaron una nueva especie para el género *Loxosceles* (*Loxosceles tenochtílán*). Para el año siguiente, se aportaron nuevos registros para las especies *Herpyllus schwarzi*, *Nodocion rufithoracicus* *Phrurotimpus woodburyi* y *Thanatus altimontis*) y cuatro registros nuevos para el estado de Coahuila (*Euagrus chisoseus*, *Herpyllus propinquus*, *Latrodectus hesperus* y *Titanebo mexicanus*) (Desales-Lara *et al.*, 2018). Así mismo, Jiménez y Colaboradores (2020) aportaron un nuevo listado de arañas para Samalayuca, así como cinco nuevos registros de especies de arañas para República Mexicana y ocho para el estado de Chihuahua. Mientras que Navarro-Rodríguez y Valdez-Mondragón (2020) y Valdez-Mondragón (2020) realizaron la descripción de tres especies nuevas: *Loxosceles tolantongo*, *Ixchela panchovillai* e *Ixchela zapatai*. En el último año, uno de los aportes más importantes fue un listado de especies del género *Latrodectus* por estado (Cabrera-Espinosa y Valdez-Mondragón, 2021), conociendo de esta manera la distribución del género en la República Mexicana.

### 3. Justificación

En México existe una variedad de climas, así como tipos de vegetación, con desiertos, bosques tropicales y templados, pastizales y yermos de alta montaña, lo que es propicio para el desarrollo de diversos taxones, así como la influencia de dos regiones importantes presentes en el país: la Neártica y Neotropical, donde se conforma la Zona de Transición Mexicana la cual ha tenido un papel importante en el estudio de diversidad, endemismos y origen filogenético de diversos taxones. Aunado a ello, la alta adaptabilidad que presentan las arañas del género *Loxosceles* a distintos hábitats las hacen un interesante objeto de estudio en cuanto al conocimiento de su distribución y diversidad.

### 4. Objetivos

#### 4.1 General

- ❖ Evaluar la riqueza y diversidad alfa de *Loxosceles* en México.

#### 4.2 Particulares

- ❖ Elaborar un listado de las especies que se encuentran en México.
- ❖ Realizar un análisis espacial de la riqueza y endemismo del género en el país.

## 5. Metodología

### 5.1. Bases de datos y depuración

Los datos de distribución geográfica del género *Loxosceles* se obtuvieron de las bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB-CONABIO, 2023), Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2021) y de Datos Abiertos UNAM (2021). Así mismo, se utilizó la base de datos de la colección de arañas de la FES Zaragoza de las cuales se obtuvieron datos como: género, especie, estado, localidad y coordenadas. Una vez hecho esto, se realizó la validación taxonómica utilizando la página electrónica World Spider Catalog (WSC, 2023) y la validación geográfica usando Google Maps y Google Earth para confirmar las coordenadas y se eliminaron duplicados por medio de Excel.

### 5.2. Mapas de distribución

Se utilizó el programa QGIS (versión 3.10) A Coruña (QGIS Development Team, 2019) para realizar los mapas de distribución geográfica del género *Loxosceles*, para ello se utilizaron capas del territorio mexicano (en formato “.shp”), como división política y vegetación obtenidas del Geoportal de CONABIO (CONABIO, 2021), de batimetría obtenidas de la página “Natural Earth” versión 4.1.0 (Vaughn-Kelso y Patterson, 2009) y la base de datos anteriormente trabajada (en formato “.csv”).

### 5.3. Índices de diversidad

Para la evaluación de diversidad se emplearon distintos índices estimados mediante el software PAST4.

Taxa S (n). Se utilizó para estimar el número de especies para cada estado.

Individuals. El cual estimó el número total de registros presentes en cada estado.

Índice de Shannon. Se empleó para reflejar la heterogeneidad del área basándose en el número de especies presentes y su abundancia relativa. En este índice los valores varían de 0 para comunidades con un solo taxón a valores altos para comunidades con muchos taxones, cada uno con pocos individuos.

$$H = - \sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

En donde:

- $H$  representa al índice de Shannon
- $n$  representa al número de registros
- $i$  representa al número de taxones presentes

Chao 1. Se utilizó para evaluar la diversidad basándose en abundancias. Considera número de especies representadas por un solo individuo (singletons) y cuantas especies representadas por dos individuos (doubletons).

$$\text{Chao1} = S + F_1(F_1 - 1) / (2 (F_2 + 1))$$

Donde

- $F_1$  es el número de los singletons
- $F_2$  es el número de los doubletons

Diversidad alfa de Fisher. Fue de utilidad para evaluar la diversidad en función del número de individuos y el número de especies.

$$S = a * \ln(1 + n/a)$$

Donde

- $S$  representa al número de taxones
- $n$  representa al número de individuos
- $a$  es el alfa de Fisher

Índice de Margalef. Este índice se usó para calcular la riqueza específica. En este índice, los valores menores a 2.00 indican una baja riqueza, mientras que los valores cercanos a 5 denotan una diversidad alta.

$$\text{Índice de Margalef: } (S-1) / \ln(n)$$

Donde:



- S representa al número de taxones
- n representa al número de registros

Índice de Simpson, se utilizó para calcular la dominancia de especies. Mide la probabilidad de que 2 individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie y cuyo valor se encuentre dentro de un rango de 0 y 1 donde el sitio más diverso es aquel cuyo valor se aproxime a 1 y el menos diverso cuyo valor se aproxime a 0.

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

Donde:

- D es el índice de simpson
- n representa al número total de organismos de una especie
- N representa al número total de todos los organismos

#### 5.4. Análisis espacial

Para conocer los patrones de riqueza y endemismo, se utilizó el programa Biodiverse versión 3.1 (Laffan, 2020) con una rejilla de 0.5 donde se elaboraron los mapas basados en los datos de distribución de las especies anteriormente obtenidos. En estos patrones espaciales se aprecian las celdas distribuidas mediante un gradiente de colores indicando zonas de mayor riqueza o endemismo, según sea el caso. Los datos de muestra en biodiverse a menudo comprenden especies en celdas en un área de estudio. Las unidades de análisis se denominan en etiquetas y grupos. Los grupos suelen ser celdas en las que se agregan un conjunto de etiquetas, en este caso los datos de las muestras. Estos datos son utilizados para realizar los mapas de riqueza y endemismo, en donde la información obtenida puede basarse en los datos de presencia, recuentos de muestras o rangos locales vecinos (Laffan *et al.*, 2010).

## 6. Resultados y discusión

### 6.1. Distribución de *Loxosceles* en México

Hasta la fecha, en México se han registrado 40 especies del género *Loxosceles* distribuidas en distintos estados del país. En la figura 1 se muestran las especies que cuentan con mayor número de registros, mientras que en la figura 2, se encuentran las que tienen un número menor. Cabe mencionar que hay especies que no aparecen en los mapas, debido a que no cuentan con coordenadas del lugar de colecta. Sin embargo, en el cuadro 1, se encuentran señaladas (\*). En esta lista se registra un total de 42 especies, de las cuales *Loxosceles boneti*, *Loxosceles colima*, *Loxosceles devia*, *Loxosceles misteca* y *Loxosceles yucatanana* destacan por mostrar una mayor abundancia y distribución.

Como se pudo observar, el género *Loxosceles* se encuentra distribuido en distintos estados del país como Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán, sin embargo, en la página electrónica Redtox (2022) también menciona la presencia de *Loxosceles* en Aguascalientes, Estado de México, Nayarit, Tabasco y Zacatecas, por lo que se afirma la presencia de este género en los treinta y dos estados de la república.

La presencia de este grupo en dichos estados puede deberse, además de su alta plasticidad y adaptabilidad, a la preferencia que tienen en cuanto a los climas cálidos, por lo que se les puede agrupar en cuatro grupos:

Grupo 1, formado por *L. boneti*, *L. colima*, *L. malintzi* y *L. zapoteca*, muestran una distribución en la región Centro-Occidente conformada por los estados de Puebla, Morelos, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y Zacatecas (Salazar-Olivo, 2016 y Lucio, 2013). Esta región se caracteriza por presentar climas muy variados ya que la cuarta parte del territorio nacional corresponde al clima semiárido seco, la otra cuarta parte corresponde a clima semicálido y el restante corresponde a clima templado y frío, en la parte sur, el clima es predominantemente cálido subhúmedo y cálido húmedo en el 75% del territorio, ambos con lluvias principalmente en verano (Endirsse, 2020). Por lo que esta similitud de climas en ambas regiones explicaría la distribución que presentan estas especies.

Grupo 2, conformado por *L. devia*, *L. belli*, *L. candela*, *L. aurea*, *L. huasteca*, *L. luteola*, *L. reclusa* y *L. valdosa*, se caracterizan por distribuirse principalmente en zonas cuya vegetación presenta matorral submontano y áreas de vegetación secundaria, con pedregosidad media a alta y en clima semiárido con lluvias de verano (Salazar-Olivo, 2016), dichas características se presentan en la zona norte del país que abarca Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí (Fig 1 y 2).

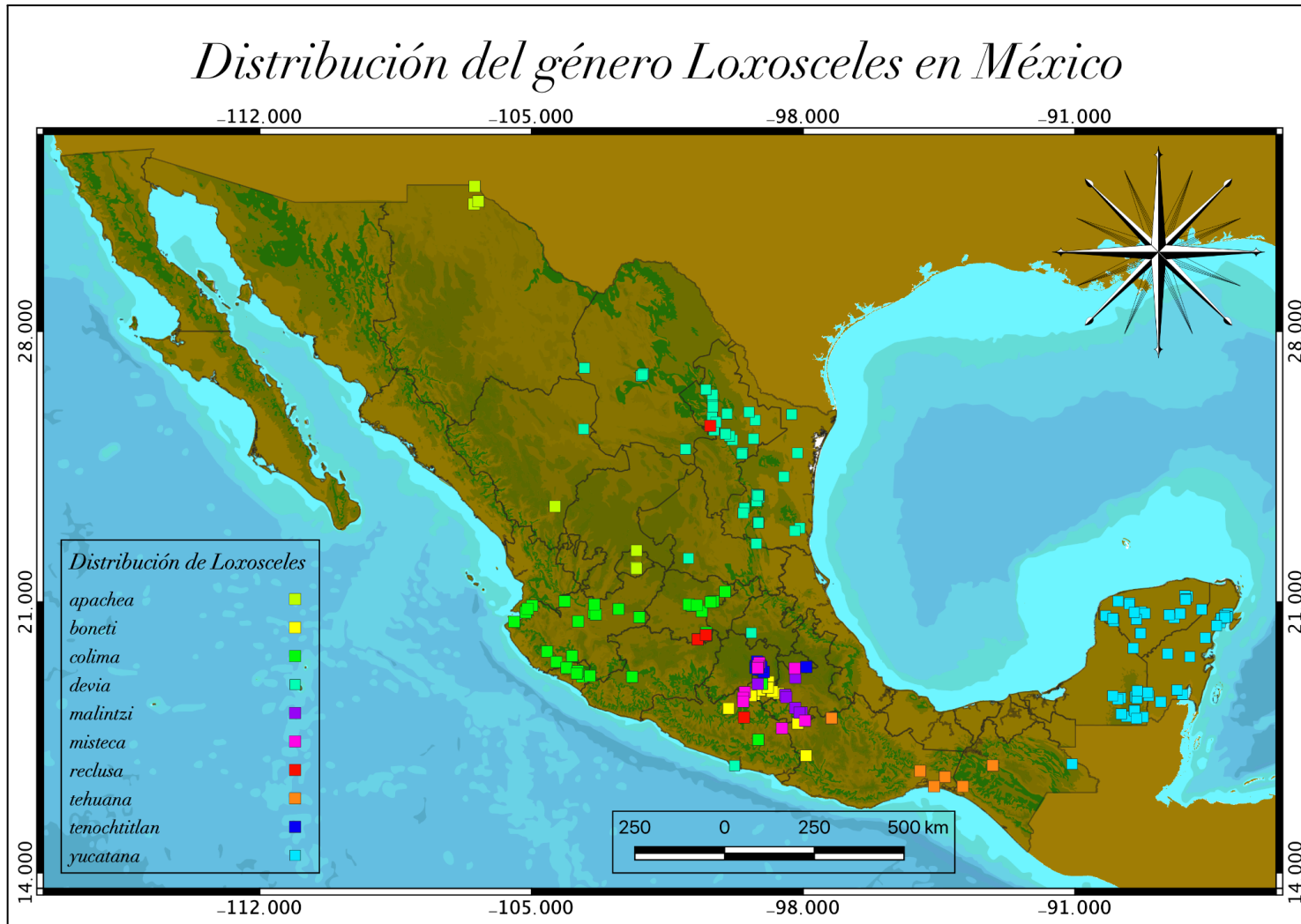
**Cuadro 1.** Lista de especies pertenecientes al género *Loxosceles*. En este cuadro se menciona su presencia por estado. Las especies señaladas con \* no están presentes en los mapas. Se puede observar que la especie con una amplia presencia en distintos estados es *Loxosceles devia*.

Especie	Autor	Estado
<i>Loxosceles alamosa</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Sonora
<i>Loxosceles apachea</i>	Gertsch y Ennik, 1983	Chihuahua y Durango
<i>Loxosceles aranea</i> *	Gertsch, 1973	Querétaro
<i>Loxosceles arizonica</i>	Gertsch y Mulaik, 1940	Baja California
<i>Loxosceles aurea</i> *	Gertsch, 1973	Durango y Coahuila
<i>Loxosceles baja</i>	Gertsch y Ennik, 1983	Baja California Sur
<i>Loxosceles barbara</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Baja California Sur
<i>Loxosceles belli</i>	Gertsch, 1973	Coahuila
<i>Loxosceles blanda</i>	Gertsch y Ennik, 1983	Chihuahua
<i>Loxosceles boneti</i>	Gertsch, 1958	Guerrero, Morelos, Oaxaca y Puebla
<i>Loxosceles candela</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Nuevo León
<i>Loxosceles carmena</i>	Gertsch y Ennik, 1983	Baja California Sur
<i>Loxosceles chinateca</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Veracruz y Oaxaca
<i>Loxosceles colima</i>	Gertsch, 1958	Colima, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Morelos
<i>Loxosceles coyote</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Sonora
<i>Loxosceles deserta</i> *	Gertsch, 1973	Baja California
<i>Loxosceles devia</i>	Gertsch y Mulaik, 1940	Coahuila, Durango, Guerrero, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas
<i>Loxosceles francisca</i>	Gertsch y Mulaik, 1940	Baja California
<i>Loxosceles huasteca</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	San Luis Potosí
<i>Loxosceles insula</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Colima
<i>Loxosceles Jaca</i>	Gertsch y Ennik, 1983	Hidalgo
<i>Loxosceles luteola</i> *	Gertsch, 1973	Nuevo León
<i>Loxosceles malintzi</i>	Valdez-Mondragón, Cortez-Roldán, Juárez-Sánchez y Solís-Catalán, 2018	Guerrero, Morelos y Puebla
<i>Loxosceles manuela</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Baja California
<i>Loxosceles misteca</i>	Gertsch, 1958	Ciudad de México, Guerrero, Oaxaca y Tlaxcala
<i>Loxosceles mulege</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Baja California Sur
<i>Loxosceles nahuana</i>	Gertsch, 1958	Hidalgo
<i>Loxosceles palma</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Baja California
<i>Loxosceles reclusa</i>	Gertsch y Mulaik, 1940	Guanajuato, Guerrero y Nuevo León
<i>Loxosceles rothi</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Baja California Sur
<i>Loxosceles rufescens</i>	Dufour, 1820	Baja California Sur
<i>Loxosceles seri</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Sonora, Sinaloa
<i>Loxosceles sonora</i>	Gertsch y Ennik, 1983	Sinaloa
<i>Loxosceles tehuana</i>	Gertsch, 1958	Chiapas y Oaxaca
<i>Loxosceles tenango</i>	Gertsch, 1973	Hidalgo
<i>Loxosceles tenochtitlan</i>	Valdez-Mondragón y Navarro-Rodríguez, 2019	Ciudad de México y Tlaxcala
<i>Loxosceles teresa</i> *	Gertsch y Ennik, 1983	Tamaulipas
<i>Loxosceles tlacolula</i>	Gertsch y Ennik, 1983	Oaxaca
<i>Loxosceles tolantongo</i>	Navarro-Rodríguez y Valdez-Mondragón, 2020	Hidalgo
<i>Loxosceles valdosa</i> *	Gertsch, 1973	San Luis Potosí y Tamaulipas
<i>Loxosceles yucatanica</i>	Chamberlin y Ivie, 1938	Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán
<i>Loxosceles zapoteca</i>	Gertsch, 1958	Guerrero y Puebla

Grupo 3, en la que se distribuye en la región sur-sureste (RSSE), donde se contempla la presencia de *L. chinanteca*, *L. tehuana*, *L. tlacolula*, *L. yucatanica* y *L. zapoteca*, en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y

Yucatán. Este territorio caracteriza por presentar una importante diversidad climática la cual puede deberse a tres factores geográficos: los contrastes altimétricos del relieve, la presencia de cadenas montañosas que se alinean paralelas a las costas y que actúan como barrera orográfica, y su cercanía al mar, produciendo de esta manera, un rango de temperaturas que abarcan desde cálidos húmedos a secos semicálidos (Fideicomiso para el Desarrollo Regional del Sur Sureste (FIDESUR), 2021) por lo que estas características son propicias para la distribución de dicha especie.

Por último, el grupo 4 en donde se encuentran especies como: *L. aranea*, *L. jaca*, *L. misteca*, *L. nahuana*, *L. tenochtitlan*, y *L. tolantongo*, se distribuyen en estados como Ciudad de México, Guanajuato, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Querétaro, Tlaxcala y Zacatecas (Fig 1 y 2, Tabla 1). Estos estados pertenecen a la región centro, zona que se caracteriza por presentar un rango de climas muy variados predominando los climas semidesérticos y calurosos, contribuyendo la presencia para esta zona (Fideicomiso para el Desarrollo de la Región Centro Occidente (FIDERCO), 2004).



**Figura 1.** Distribución de arañas del género *Loxosceles* en México. En esta figura, se muestran aquellas especies que cuentan con un mayor número de registros, como lo es *Loxosceles yucatana* al sur o *Loxosceles devia* al noreste del país.



**Figura 2.** Se muestra la distribución del género *Loxosceles* en México. En esta figura se presentan aquellas especies que tienen un menor número de registros, como *Loxosceles baja* o *Loxosceles jaca*.

**Cuadro 2.** Se muestra la diversidad alfa por estado calculada mediante distintos estimadores. En este cuadro se visualizan los estados con mayor número de riqueza y diversidad de acuerdo a cada estimador, siendo los más representativos los estados de Baja California Sur y Guerrero.

	Taxa S	Individuals	Simpson1-D	Shannon H	Margalef	Fisher alpha	Chao-1
Baja California	5	9	0.8611	1.745	1.82	4.632	5.296
Baja California Sur	6	13	0.8718	1.89	1.949	4.322	6.462
Campeche	1	17	0	0	0	0.2322	1
Chiapas	2	4	0.5	0.6873	0.7213	1.592	2
Chihuahua	2	12	0.1667	0.3285	0.4024	0.6853	2
Ciudad de México	2	70	0.2687	0.442	0.2354	0.3837	2
Coahuila	3	14	0.3846	0.7274	0.7578	1.171	3.464
Colima	2	19	0.1053	0.2325	0.3396	0.5639	2
Durango	3	9	0.6667	1.106	0.9102	1.576	3
Guanajuato	2	28	0.254	0.428	0.3001	0.493	2
Guerrero	7	22	0.8139	1.817	1.941	3.544	9.864
Hidalgo	4	17	0.7868	1.455	1.059	1.649	4
Jalisco	1	35	0	0	0	0.1918	1
Michoacán	1	2	0	0	0	0.7959	1
Morelos	3	19	0.2924	0.5893	0.6792	1.002	3.474
Nuevo León	4	37	0.2508	0.565	0.8308	1.139	4.973
Oaxaca	5	19	0.7661	1.521	1.358	2.212	5.474
Puebla	1	12	0.6212	1.043	0.8049	1.284	3
Querétaro	1	4	0	0	0	0.4279	1
Quintana Roo	1	40	0	0	0	0.186	1
San Luis Potosí	3	18	0.5686	0.9565	0.692	1.028	3
Sinaloa	2	5	0.4	0.6004	0.6213	1.235	2
Sonora	3	13	0.6923	1.135	0.7797	1.223	3
Tamaulipas	3	40	0.1885	0.4063	0.5422	0.7512	3
Tlaxcala	2	7	0.4762	0.6697	0.5139	0.9354	2
Veracruz	1	12	0	0	0	0.2593	1
Yucatán	1	39	0	0	0	0.1871	1



## 6.2. Riqueza estimada

Si bien este género se encuentra distribuido a lo largo de la República Mexicana, en las bases de datos consultadas no se encontraron registros para ciertos estados, tales como Aguascalientes, Estado de México, Nayarit, Tabasco y Zacatecas. Sin embargo, Valdez-Mondragón y colaboradores (2018) aseguran que es posible encontrarlas en los 32 estados que conforman al país. Así mismo se comprueba un aumento en cuanto al número de registros en todo el país, ya que en el 2018 se tenían registrados 441 (Valdez-Mondragón *et al.*, 2018) ejemplares y actualmente se tiene un total de 536.

Como resultados de los análisis de diversidad se obtuvo el cuadro 2, en la cual se observan los índices de diversidad alfa por estado calculados bajo el método Bootstrap. Se puede notar que Guerrero cuenta con el mayor número de especies reportadas (7) seguido por Baja California Sur (6), Baja California y Oaxaca (5) mientras que para los demás estados de Campeche, Jalisco, Michoacán, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán sólo cuentan con una especie. Los estados con más registros son: la Ciudad de México con 70, seguido por Quintana Roo y Tamaulipas con 40, Yucatán con 39, Nuevo León con 37 y Jalisco con 35, mientras que en Michoacán sólo se reportan 2.

En cuanto a Chao 1, que estima el número de especies que faltan por colectar de acuerdo a la rareza (“singletons” y “doubletons”) y que se basa en la abundancia de las mismas (Cabra-García *et al.*, 2010), se percibe un mayor índice para los estados de Guerrero (tabla 2), con una estimación de 9.864; Nuevo León con 4.973 y Puebla con 3. Los estados que reflejan menor abundancia son Campeche, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán con estimación de 1. Como se mencionó anteriormente, Chao se basa en la proporción entre Singletons y doubletons, entre más aumenta la presencia de singletons más aumenta la estimación de riqueza (Hernández-Quintero, 2016), por esta razón es que se estima una mayor riqueza en Guerrero cuyo resultado indica la posibilidad de encontrar aproximadamente 3 especies más, para Nuevo León y Puebla faltaría por reportar una y dos especies más, respectivamente. Caso contrario en estados como San Luis Potosí o Yucatán, cuya riqueza estimada no varía al número de taxones presentes.

En cuanto al índice de Simpson, Soler y colaboradores (2012) señalan que los valores cercanos a 0 reflejan comunidades poco diversas, y con respecto a los datos obtenidos, se observa una mayor dominancia en Baja California y Baja California Sur y Guerrero con

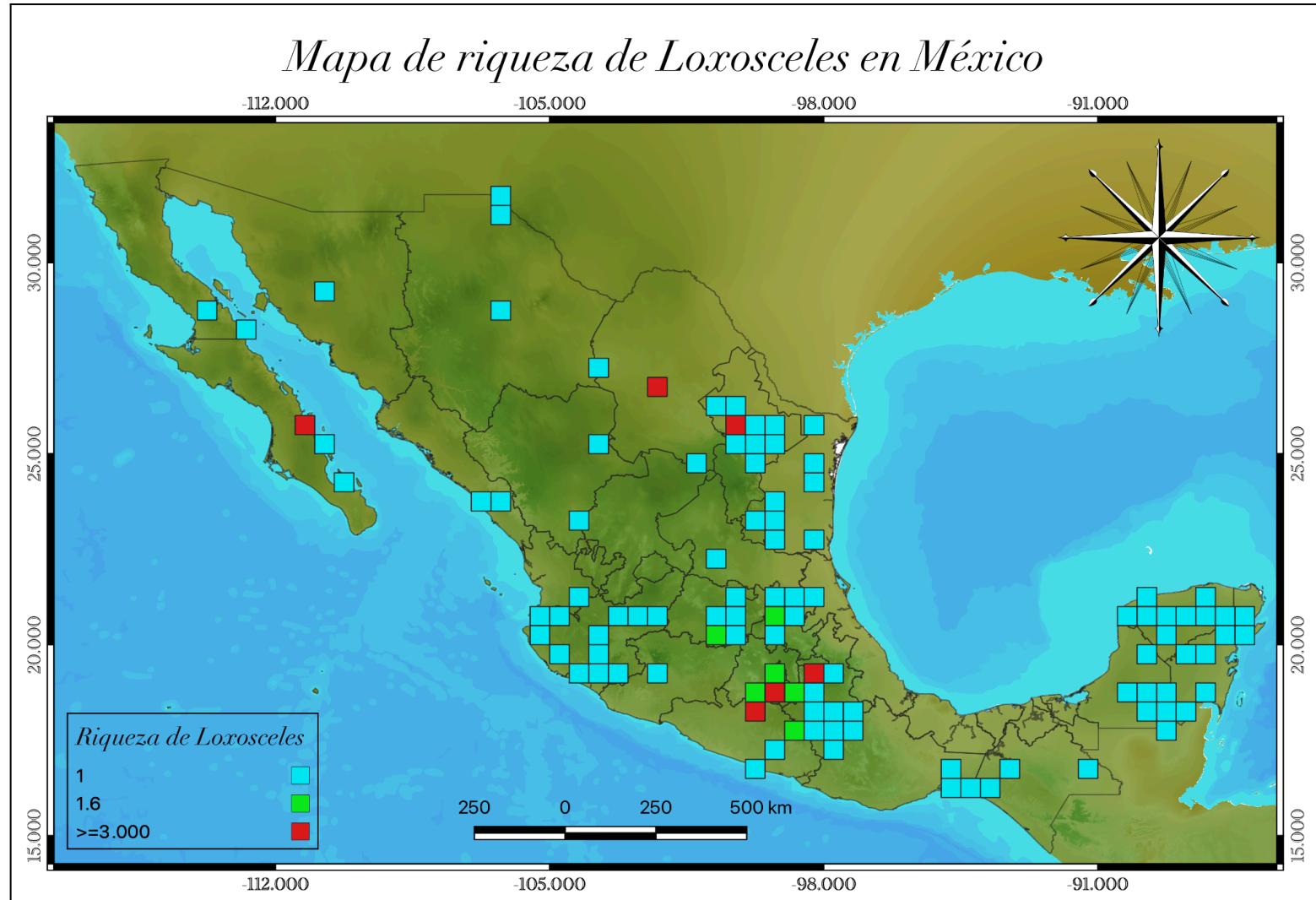
0.8611, 0.8718 y 0.8139, en comparación con otros estados como Campeche, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán con valores a 0.

Margalef (1951) menciona que valores menores a 2 denotan riqueza baja y los superiores a 5 reflejan diversidad alta y de acuerdo a los resultados obtenidos, ningún estado llega a la mínima esperada, los valores más altos se encuentran en Baja California Sur con 1.949 y Guerrero con 1.941, mientras que los valores más bajos están registrados para Campeche, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán con valor a 0. Por lo que estos valores pueden sugerir que se requiere un mayor esfuerzo de muestreo.

Por otro lado, Condit y colaboradores (1996) señala que el índice Alfa-Fisher (Fisher *et al.*, 1943) evalúa la diversidad en función al número de individuos y el número de especies, por lo que los resultados más altos obtenidos son para son Baja California y Baja California Sur con 4.632 y 4.322 respectivamente, seguido de Guerrero con 3.544, mientras que los más bajos fueron Quintana Roo y Yucatán con valores de 0.186 y 0.1871, denotando una diversidad baja para estos últimos.

Pla (2006) menciona que el índice de Shannon evalúa la riqueza en función al número de especies y la abundancia relativa, señalando que la máxima probabilidad de que el individuo tomado al azar pertenezca a la especie más dominante será aquella cuyo valor sea cercano a 1, en este sentido, las especies más dominantes se encontraron presentes en los estados de Baja California, Baja California Sur, Durango, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca y Sonora (Tabla 2) con valores por encima de 1.

Salazar-Olivo (2016) menciona que *Loxosceles* presenta afinidad a ciertos sustratos como madera, materiales de construcción y papel; así mismo prefieren esconderse en grietas y en el caso de *Loxosceles reclusa*, en zonas cuya humedad sea baja. En cuanto a la temperatura, presentan un rango amplio, menciona que *L. laeta* tiene un rango que varía entre 4.5° C a 43° C, por lo que la distribución de esta especie concuerda con lo antes mencionado ya que la temperatura anual del país va desde 6 °C a 31 °C en promedio (Weather Spark, s. f.), lo que favorece a su distribución.



**Figura 3.** Modelo de riqueza con el estimador ACE. Las celdas rojas estiman la presencia de tres o más especies, las verdes demuestran la presencia de dos especies y las azules señalan la presencia de una única especie.



**Figura 4.** Modelado de endemismo. Los recuadros rojos indican la presencia de especies de *Loxosceles* que son exclusivas para estas zonas dentro de la República Mexicana. En este caso, el mapa de endemismo está considerando únicamente las especies que presentan una baja abundancia distribuidas en un área restringida.

### 6.3. Riqueza y endemismo espacial

Para el análisis espacial de riqueza y endemismo del género *Loxosceles*, se generaron dos mapas usando el software Biodiverse 3.1. En la figura 3 se observa la riqueza espacial mediante el estimador ACE, el cual se basa en las abundancias de aquellas especies con diez o menos individuos en la muestra (Alfaro y Pizarro-Araya, 2017), en donde se observa un aumento en el registro de especies para los estados de Baja California, Coahuila, Nuevo León, Morelos, Guerrero y Tlaxcala, representado por las celdas en rojo con una valoración de tres o  $\geq$  especies. Las celdas de color verde reflejan la presencia de dos especies que se encuentran presentes en los estados de Ciudad de México, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo y Morelos, mientras que las celdas azules representan aquellas zonas que únicamente cuentan con la presencia de una sola especie.

Para el estudio de endemismo (figura 4) los valores obtenidos fueron de 0 y 1, cuando 1 (representado por las celdas rojas) indica la presencia exclusiva de una especie que no se comparte en el resto del territorio. En el mapa, se puede observar que las áreas de endemismo corresponden a los estados de: Baja California con *L. arizonica* y *L. francisca*, Baja California Sur con la presencia de *L. baja* y *L. carmena*, Chihuahua con *L. blanda*, Coahuila con *L. belli* e Hidalgo con *L. jaca*, *L. nahuana* y *L. tolantongo* (Figuras 2 y 4). Noguera (2017) menciona que el endemismo puede ser interpretado con base en la rareza de poblaciones o comunidades debido al conocimiento incompleto de las áreas de distribución, en este caso, el mapa de endemismo está considerando únicamente las especies que presentan una baja abundancia distribuidas en un área restringida.

Al generar ambos mapas, se observa muchas áreas sin celdas o con vacíos, esto debido a la ausencia de datos (registros con coordenadas), ya que el software biodiverse al basarse en el análisis espacial y los índices de diversidad, agrupa por similitud dicha información en celdas (Laffan *et al.*, 2010), obteniendo un análisis visual pobre.

Las zonas de poco acceso, la carencia de registros en expediciones y/o colectas en estudios de diversidad, la poca información con que fueron colectados nuevos, viejos organismos y al sobre muestreo en ciertas localidades, son parte de las limitantes para estos análisis de diversidad mostrando vacíos de información y viéndose sesgados como el presente trabajo. Sin embargo, la información presentada puede ser de utilidad para enfatizar en los vacíos y omisiones que se tiene de la diversidad de este género en nuestro país.

## 7. Conclusión

Como se pudo observar, las arañas del género *Loxosceles* se encuentran distribuidas a lo largo del país en donde los estados más diversos fueron Baja California, Baja California Sur, Guerrero, Hidalgo y Oaxaca, mientras que los que denotaron mayor riqueza fueron Baja California Sur, Coahuila, Nuevo León, Morelos, Guerrero y Tlaxcala. En cambio, los estados en los que se señaló las áreas de endemismo fueron Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila e Hidalgo.

Se demostró de manera gráfica la distribución de esta especie, denotando estados con mayor abundancia como en Ciudad de México, Jalisco, Nuevo León, Tamaulipas, Quintana Roo y Yucatán, en comparación a otros estados como Chiapas, Michoacán, Querétaro y Sinaloa, que presentaron abundancia menor.

La lista de especies por estado contribuyó al mejor entendimiento de la distribución de este grupo, ya que en los mapas no se pudo contemplar la mayoría de los registros debido a la falta de coordenadas. Así mismo, el listado es una actualización de la información que se tiene con respecto a las especies de este grupo, ya que en estudios anteriores que contaban con listados no mencionan la presencia de *Loxosceles Malintzi*, *L. tenochtitlán* y *L. tolantongo* debido a que estas son especies recientemente descritas y la especie *L. blanda* que anteriormente no estaba contemplada en ningún listados.

Si bien fue posible determinar los índices de diversidad, así como los análisis de riqueza y endemismos, la falta de registros para ciertos estados mostró sesgos en los resultados de estos análisis, lo que evidencia la falta de muestreos para algunos estados y sobre muestreos para otros.

Este trabajo reforzó la idea de que, si es posible encontrar especies de *Loxosceles* en todos los estados de la república, pero debido a la falta de registros y a la información incompleta, es imposible determinar de manera certera los índices de diversidad, análisis de riqueza o endemismos para este grupo y su distribución, así mismo con este estudio se logró detectar vacíos y omisiones de la diversidad de este género para México. Por tal motivo, se sugiere un mayor esfuerzo de recolectas para que en futuros estudios se reduzcan estos sesgos.

## 8. Referencias

- Alfaro, F. M., y Pizarro-Araya, J. (2017). Estimación de la riqueza de coleópteros epigeos de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Regiones de Atacama y Coquimbo, Chile). *Gayana*, 81(2), 39-51. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382017000200039>
- Cabra-García, J., Chacón, P., y Valderrama, C. (2010). Riqueza y composición de arañas en diferentes coberturas vegetales del Parque Natural Regional el Vínculo (Valle del Cauca, Colombia). *CESPEDESIA*, 32, 39-60. <https://www.researchgate.net/publication/268746661>
- Cabrera-Espinosa, L. A. y Valdez-Mondragón, A. (2021). Distribución y modelaje de nicho ecológico, comentarios biogeográficos y taxonómicos del género de arañas *Latrodectus* (Araneae: Theridiidae) de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92(0), 923665. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3665>
- Campuzano, E. F., Ibarra-Núñez, G. (2018) A new species of the spider genus *Wirada* (Araneae, Theridiidae) from Mexico, with taxonomic notes on the genus and a key to the species. *Zootaxa*, 4457 (3), 495-500. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4457.3.13>
- Chamé-Vázquez, D., Ibarra-Núñez, G. (2019) A new species of *Phonotimpus* Gertsch & Davis, 1940 (Araneae: Phrurolithidae) from Mexico. *Zootaxa*, 4545 (1), 146-150. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4545.1.10>
- CONABIO (comp.) 2023. Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de flora y fauna con distribución en México. Base de datos SNIB-CONABIO, México.
- CONABIO, (2021). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, en línea en <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>, consulta (23/10/2022).
- Condit, R., S.P. Hubbell, J.V. Lafrankie, R. Sukumar, N. Manokaran, R. Foster y P. Ashton. 1996. Species- Area and Species-Individual relationships for tropical trees: A comparison of three 50 ha plots. *Journal Of Ecology*. 84: 549-562.
- Dirección General de Repositorios Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México. *Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias*. <https://datosabiertos.unam.mx/>. (Fecha de consulta: 2021-10-11)
- Desales-Lara, M. A., Jiménez, M. L. y Corcuera, P. (2018) Nuevos registros de arañas (Arachnida: Araneae) para México y listado actualizado de la araneofauna del estado de

- Coahuila. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 34 (1), 50–63. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3411183>
- Durán-Barrón, C. G., Montiel-Parra, G., Valdez-Mondragón, A., Villegas-Guzmán, G. A., Paredes-León, R., Pérez, T. M. (2016) Arácnidos (Arachnida). Pp. 229-238. *In: La biodiversidad en la Ciudad de México*. Vol. II. CONABIO/SEDEMA, México.
  - *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Mexicanos*. (s. f.). Weather Spark. Recuperado 21 de marzo de 2023, de <https://es.weatherspark.com/y/4569/Clima-promedio-en-Mexicanos-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>
  - Endirsse. (2020). Estrategia de desarrollo región sur sureste. México: Gobierno de México. Endirsse. (2020). Estrategia de desarrollo región sur sureste. México: Gobierno de México.
  - Fideicomiso para el Desarrollo Regional del Sur Sureste (FIDESUR). (2021). *El Sur Sureste, una región rica pero rezagada*. FIDESUR. Recuperado 15 de abril de 2022. de <https://sursureste.org.mx/region/>
  - FIDEICOMISO PARA EL DESARROLLO DE LA REGIÓN CENTRO OCCIDENTE (FIDERCO). (2004). *Programa de desarrollo de la Región Centro Occidente* (N.º 005981). Recuperado 13 de marzo de 2022, de [https://cedocvirtual.sectur.gob.mx/janium/Documentos/005981Pri\\_5.pdf](https://cedocvirtual.sectur.gob.mx/janium/Documentos/005981Pri_5.pdf)
  - Fischer, A. (2021, 25 marzo). *Crean el primer mapa de los animales que aún faltan por descubrir en la Tierra*. National Geographic en español. <https://www.ngenespanol.com/animales/crean-el-primer-mapa-de-los-animales-que-aun-faltan-por-descubrir-en-la-tierra/>
  - Fisher, R., Corbet, A. and Williams, C. (1943) The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* 12, 42-58.
  - GBIF.org (11 October 2021) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.xfrqcc>
  - Guerrero-Fuentes, D. R., Francke, O. F. (2019) Taxonomic revision of *Anicius Chamberlin, 1925* (Araneae: Salticidae), with five new species of jumping spiders from Mexico. *Zootaxa*, 4638 (4), 485-506. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4638.4.2>
  - Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)



- Hernández-Quintero, C. A. (2016). Patrones geográficos de la diversidad del género *Phrynosoma* (Wiegmann, 1828) (Reptilia: Phrynosomatidae) en México [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- *IUCN Red List of Threatened Species*. (s. f.). IUCN. Recuperado 3 de noviembre de 2023, de <https://www.iucn.org/resources/conservation-tool/iucn-red-list-threatened-species>
- Jiménez, M. L., Palacios-Cardiel, C., Chávez-Lara, I. D. (2020) Spiders (Arachnida: Araneae) of the Medanos of Samalayuca, Chihuahua and new records of species for Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 36, 1-23. <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612205>
- Laffan, S. W., Lubarsky, E., & Rosauer, D. F. (2010). Biodiverse, a tool for the spatial analysis of biological and related diversity. *Ecography*, 33(4), 643-647. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06237.x>
- Laffan, S. (2020, 3 marzo). *Biodiverse version 3.1 has now been released*. Biodiverse analysis software. Recuperado 4 de noviembre de 2022, de <http://biodiverse-analysis-software.blogspot.com/2020/03/biodiverse-version-31-has-now-been.html>
- Lucio-Palacio, C. R. (2013). Nuevo registro de *Loxosceles colima* Gertsch, 1958 (Araneae:Sicariidae) para Zacatecas, México *Dugesiana*, 20(1), 43-44. [https://www.researchgate.net/publication/256010177\\_Nuevo\\_registro\\_de\\_Loxosceles\\_colima\\_Gertsch\\_1958\\_AraneaeSicariidae\\_para\\_Zacatecas\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/256010177_Nuevo_registro_de_Loxosceles_colima_Gertsch_1958_AraneaeSicariidae_para_Zacatecas_Mexico)
- Margalef, R. (1951). Diversidad de especies en las comunidades naturales. Publicación del Instituto Biología Aplicada. Barcelona, (9): 5-27.
- Maya-Morales, J., Jiménez, M. L. (2017) Two new species of *Melpomene* from Mexico and description of the female of *Melpomene elegans* (Araneae: Agelenidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88 (3), 579-586. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.013>
- Mendoza, J. I., Francke, O. F. (2018) Five new cave-dwelling species of *Hemirrhagus* Simon 1903 (Araneae, Theraphosidae, Theraphosinae), with notes on the generic distribution and novel morphological features. *Zootaxa*, 4407 (4), 451-482. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4407.4.1>
- Morrone, J. J. (2019). Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90(0). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>

- Navarro-Rodríguez, C. I. y Valdez-Mondragón, A. (2020). Description of a new species of *Loxosceles* Heineken y Lowe (Araneae, Sicariidae) recluse spiders from Hidalgo, Mexico, under integrative taxonomy: morphological and DNA barcoding data (CO1 + ITS2). *European Journal of Taxonomy*, 704. <https://doi.org/10.5852/ejt.2020.704>
- Noguera-Urbano, E. A. (2017) El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 33(1), 89-107.
- Orozco-Gil, M. y Desales Lara, M. A. (2021). Las arañas (Arachnida: Araneae) del estado de Hidalgo, México: contribución al conocimiento de su biodiversidad. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (N.S.)*, 1-23. <https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712362>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>.
- QGIS Development Team (2019). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.
- Redtox. (2022, 21 febrero). *Loxosceles sp.* Recuperado 26 de octubre de 2022, de <https://redtox.org/especies/loxosceles-sp>
- Rivera, F. A. (2013). *Diversidad de las arañas de la familia Theridiidae (Arachnida, Araneae, Araneomorphae) del Jardín escultórico de Edward James, Xilitla, San Luis Potosí* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rivera-Quiroz, F. A., Álvarez-Padilla, F. (2019) Description of five new *Wulfla* (Araneae, Anyphaenidae) species from Mexico with comments on the taxonomy of the genus. *Zootaxa*, 4712 (2), 269-289. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4712.2.6>
- Salazar-Olivo, C. A. (2016). *Biología, distribución y relaciones sinantrópicas de Loxosceles (Araneae: Sicariidae), del área central de Tamaulipas, México.* [Tesis de doctorado]. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Salgueiro-Sepúlveda, F. J., Álvarez-Padilla, F. (2018) New species of the orb-weaving spider genus *Chrysometa* (Araneae, Tetragnathidae) from oak forests near of the Pico de Orizaba National Park (Veracruz, Mexico). *Zootaxa*, 4450 (3), 301-330. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4450.3.1>
- Selden, P. A. (1996). La historia geologica de las arañas. *Paleo Entomología*, 16(13), 9. [http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_16/B16-011-105.pdf](http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_16/B16-011-105.pdf)
- Soler, P. A., Berroterán, J. L., Gil, J. M., y Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas

- de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62(1), 25-37.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5254691>
- Valdez-Mondragón, A. (2017). On the poorly known haplogynae spiders of the genus *Ochyrocera* Simon (Araneae, Ochyroceratidae) from Mexico: description of two new species with an updated identification key for Mexican species. *Zootaxa*, 4226(2), 194.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4226.2.2>
  - Valdez-Mondragón, A., Cortez-Roldan, M.R., Juárez-Sánchez. A.R., Solís-Catalán. K. P. & Navarro-Rodriguez, C.I. (2018). Arañas de Importancia Médica: Arañas violinistas del género *Loxosceles* en México, ¿qué sabemos acerca de su distribución y biología hasta ahora? *Boletín de la AMXSA*, 2, 14-24
  - Valdez-Mondragón, A., Cortez-Roldán, M. R., Juárez-Sánchez, A. R., Solís-Catalán, K. P. (2018) A new species of *Loxosceles* Heineken y Lowe (Araneae, Sicariidae), with updated distribution records and biogeographical comments for the species from Mexico, including a new record of *Loxosceles rufescens* (Dufour). *ZooKeys*, 802, 39-66. <https://doi.org/10.3897/zookeys.802.28445>
  - Valdez-Mondragón, A., Navarro-Rodríguez, C. I., Solís-Catalán, K. P., Cortez-Roldán, M. R. y Juárez-Sánchez, A. R. (2019). Under an integrative taxonomic approach: the description of a new species of the genus *Loxosceles* (Araneae, Sicariidae) from Mexico City. *ZooKeys*, 892, 93-133. <https://doi.org/10.3897/zookeys.892.39558>
  - Valdez-Mondragón, A. (2020) COI mtDNA barcoding and morphology for species delimitation in the spider genus *Ixchela* Huber (Araneae: Pholcidae), with the description of two new species from Mexico. *Zootaxa*, 4747 (1), 54-76.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4747.1.2>
  - Vaughn Kelso, N., & Patterson, T. (2009). *Bathymetry - Free vector and raster map data at 1:10m, 1:50m, and 1:110m scales*. Natural Earth. Recuperado 10 de octubre de 2022, de <https://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-physical-vectors/10m-bathymetry/>
  - Weather Spark. (s. f.). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Mexicanos*. Recuperado 21 de marzo de 2023, de <https://es.weatherspark.com/y/4569/Clima-promedio-en-Mexicanos-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>
  - World Spider Catalog (2023). World Spider Catalog. Version 24. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on {date of access}. doi: 10.24436/2