



Universidad de Los Andes  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Biología  
Grupo de Ecología - B

Trabajo especial de grado como requisito parcial para optar por el título de Licenciado en Biología:

**COMPOSICIÓN TAXONÓMICA Y ESTRUCTURA DEL ENSAMBLAJE DE  
ARAÑAS EPIGEAS EN LA SELVA NUBLADA DE MONTE ZERPA (MÉRIDA,  
VENEZUELA)**

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

*Br. Mariana Fernández Guilarte*

*Tutor: Antonio A. De Ascencao*

**Mérida, 2023**

*A María Nelly,  
por ser mi universo*

*A Trina y Agapito,  
por todo su amor y enseñanzas*

*A Luis Manuel  
por inspirarme a ser mejor*

*A ellos,  
los que se fueron demasiado pronto  
y ahora son estrellas*

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## AGRADECIMIENTOS

A la ilustre Universidad de Los Andes, la Facultad de Ciencias y el Departamento de Biología, que ante la adversidad siguen siendo casa de estudio, creadora de ideas y ejemplo de resiliencia. Gracias por todas las enseñanzas, conocimientos, vivencias y los lazos que me permitió forjar en su seno.

Al Prof. Antonio De Ascenção, por enseñarme la belleza de los artrópodos. Gracias a sus clases, las tardes de laboratorio y preparadurías de Biología Animal que me enseñaron a amar a los bichos, esos que a pocos les gustan. Gracias por presentarme a las arañas y la paciencia infinita que ha tenido conmigo.

A los profesores Samuel Segnini y Leida Valero, por la paciencia y las oportunidades que me brindaron a pesar de todos los errores que he cometido. Gracias por su ayuda.

A todo el cuerpo de docente del Departamento de Biología, especialmente a: Prof. Mariana Muñoz, Prof. Jaime Péfaur, Prof. Anairamis Aranguren, Prof. Luis Daniel Llambi, Prof. Jesús Molinari, Prof. Marleny Chacón, Prof. Amaranta Gómez y Prof. Javier García (como mi preparador), quienes marcaron mi carrera universitaria y cuyas clases, consejos y enseñanzas han quedado en mí, como estudiante y persona. Aunque no sea la alumna ejemplar que hubieran deseado, agradezco y atesoro cada uno de sus consejos.

A los compañeros y preparadores a lo largo de la carrera, que dejaron una huella a su paso y aunque hoy en día no tenga el mismo contacto, sepan que su amistad marcó mi tiempo en la universidad. Gracias Astrid, José David, Edward, Albania, Luz, Daniel, Ariana, Vanessa, Adriana, Danilo, Yon y todos los que me acompañaron a lo largo de los años en la facultad de ciencias.

A Andrés, Keyling y Nathaly por su amistad que ha sobrevivido los años, sueño con el día en que podamos compartir una vez más. Gracias por las risas, las noches de aventuras y su compañía, son un regalo valioso que me dejó la universidad. A Luis y Juan Pablo, mis físicos, gracias por su apoyo, su compañía y los maravillosos recuerdos que tengo con ustedes.

A Jesús y Aliesca, por más de quince años de amistad. Por los cafés, las charlas, los consejos, los planes de viaje, su compañía en los momentos más difíciles y todas las risas. Gracias por su amistad incondicional, son lo mejor que me dejó el Codazzi.

A Karol por acompañarme, escucharme y hacerme la incómoda pregunta de cómo iba la tesis. En ti encontré refugio, amistad e inspiración, te agradezco los cafés, las tardes de activismo y tu sororidad. A mis hades, Nanda, Roxana, Melanie, Shere, Gladilys y Dess, gracias por escuchar mis lamentos, brindarme las palabras bonitas que a veces yo no podía darme y corregir este trabajo, aunque no le gustaran las arañas. Me siento feliz por ser parte de nuestra tribu feminista. A mis amigas y amigos del activismo, gracias por cuidarme, enseñarme un mundo distinto al mío, acompañarme y escucharme alguna vez llorar por mi tesis.

A Fiorella y Axel, mis amigos del alma. Sin ustedes hubiera estado perdida, gracias por las risas, los dramas y los memes, su amistad es uno de los tesoros más grandes que tengo. A Janina y a la pequeña Savi, porque me abrieron las puertas de su casa, me aguantaron tardes de tesis, me dieron pancito y café, y me brindaron un cariño incomparable. Gracias por ser familia.

A mis tesisistas descarriados: Camilo, Male y Dexis, su compañía en este último tramo fue lo que me mantuvo en rumbo. Son inspiración, apoyo y palabras de aliento ¡Lo logramos! A Rafa y a Khaleel, por acompañarnos, nos dieron una oportunidad.

A Néstor Sánchez, gracias por ser mi compañero de campo y laboratorio, por enseñarme lo que aprendías y por aprender de lo que yo descubría. Por ser mi amigo, mi familia y mi hermano, por ser mi compañero bichólogo y arcnólogo. Por presentarme a tu familia y hacerme parte de ella. Por risas, borracheras, arañas y opiliones.

A Humberto Araujo por no dejarme rendirme, escucharme y empujarme a seguir adelante. Por acompañarme a campo (aunque no te gustara), por cargar el peso de mis muestras y aguantar las trasnochadas y madrugadas. Por abrazarme cuando lo necesitaba y ser el de las palabras duras cuando también lo requería. Gracias por ser y estar, por todo el amor que me has demostrado.

A mi papá, José Manuel, por brindarme todo su apoyo de la mejor forma que podía y enseñarme que, aunque nos caigamos, seguimos adelante. Gracias por sacarme adelante, desde la distancia o en una isla con volcán, estoy cumpliendo la promesa que hiciste.

A mis tíos: Carolina, Florangel y Alexis, por sus distintas formas de amarme, apoyarme y aconsejarme, por ser mis guías cuando ya mi mamá no pudo serlo. Son las ramas de ese maravilloso árbol que sembraron Trina y Agapito. A Jesús, Daniela y Anny, porque a su modo, siempre me impulsaron a ser mejor; somos las flores y lo que construyamos serán los frutos. A Antonela, porque su sonrisa hace florecer arcoíris.

A Trina y Agapito, gracias por enseñarme todo lo que soy. A Trina, mi Kiya, gracias por enseñarme a escribir y a contar, por leerme poesía y cantarme cuando pintaba. A Manuel Agapito, mi Tito, gracias por enseñarme de templanza y fortaleza, de siembra y dominó, soy toda tú. Gracias por ser mis raíces. A Luis Manuel, quién fue refugio e inspiración, un “bingo” y doctor, todos deberíamos aspirar a una vocación como la de él.

A María Nelly, por todo. Porque fue fusión y fisión, átomos y reacciones, por enseñarme una capsula de Petri y un matraz Erlenmeyer. Gracias por arrojarme en la noche y espantar las pesadillas. Por enseñarme a amar a los animales, las plantas y el cielo estrellado. Gracias por los libros, los museos y por compartir tu pequeño laboratorio de química conmigo. Gracias por ser ejemplo de mujer valiente, independiente y temple, y no desfallecer mientras tuviste fuerzas.

Gracias por ser mi universo, este trabajo es para ti mamá (aunque no te gustaban las arañas). Gracias, gracias y mil gracias. Allá, donde estés, puedes estar tranquila porque al fin terminé.

## RESUMEN

Las arañas son un grupo de alto valor ecológico; sin embargo, son escasos los estudios que exploran su diversidad en Venezuela, situación que se exagera en ecosistemas amenazados como las selvas nubladas. Con el fin de brindar información sobre la araneofauna venezolana en selvas nubladas, se muestreó un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa durante 6 meses, usando trampas pitfalls y colectas manuales. Las arañas se identificaron, cuantificaron, se determinó el sexo, estado de desarrollo y gremio; se estimó riqueza, diversidad efectiva y se evaluaron las diferencias entre meses de muestreo, considerando la variación estacional. Se colectaron 2870 ejemplares (2069 machos, 569 hembras y 218 juveniles), distribuidas en 31 familias, 85 morfoespecies y 8 gremios. La familia con mayor riqueza fue Theridiidae y aquellas con mayor abundancia fueron Theridiidae, Linyphiidae y Sparassidae; el gremio con mayor riqueza fue “las cazadoras” y el más abundante “las constructoras de telas espaciales”. El 53,97% de la abundancia se concentró en 5 morfoespecies, los singletons y doubletons representaron el 43,53% de la riqueza y solo el 1,71% de la abundancia; los valores de diversidad efectiva ( $qD0=85$ ,  $qD1=21,83$  y  $qD2=12,55$ ) y la distribución de las abundancias sugieren un ensamblaje poco equitativo. Se encontraron diferencias significativas entre las abundancias de morfoespecies y gremios por mes de muestreo. El coeficiente de Spearman sugiere que la riqueza tiende a aumentar con las precipitaciones ( $r_s=0,14286$ ;  $p>0,05$ ) mientras que la abundancia disminuye ( $r_s=-0,2$ ;  $p>0,05$ ); el efecto de la precipitación difiere entre familias, morfoespecies y gremios. Se determinó mayor similitud entre los meses de bajas precipitaciones con respecto a los de altas precipitaciones.

**Palabras claves:** Arañas, epigeas, gremios, ensamblaje, selva nublada, Monte Zerpa, Venezuela

www.bdigital.ula.ve

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	6
ÍNDICE GENERAL.....	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICES DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE ANEXOS.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. Orden Araneae.....	13
1.1. Taxonomía y filogenia.....	14
1.2. Morfología.....	15
1.3. Generalidades: Desarrollo, reproducción y actividad de las arañas.....	17
1.4. Las arañas y su relación con el ambiente.....	18
1.5. Grupos funcionales, gremios y estrategias de caza.....	20
2. Conocimiento de la araneofauna.....	21
3. Selvas nubladas.....	23
3.1. Selvas nubladas en la Cordillera de Mérida.....	24
JUSTIFICACIÓN.....	27
OBJETIVOS.....	29
METODOLOGÍA.....	30
1. Área de Estudio.....	30
2. Trabajo de campo.....	32
2.1. Trampas Pitfall o de caída.....	32
2.2. Colecta manual.....	34
3. Trabajo en laboratorio.....	35
4. Procesamiento de datos.....	36
4.1. Riqueza y abundancia.....	36
4.2. Riqueza estimada.....	37
4.3. Diversidad efectiva.....	37
4.4. Variación estacional y similitud.....	38
RESULTADOS.....	40
1. Caracterización del ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa.....	40
1.1. Composición, riqueza y abundancia de las morfoespecies de arañas epigeas.....	40
1.2. Sexo y estado de desarrollo de las arañas epigeas.....	47

1.3. Riqueza estimada y diversidad del ensamblaje de arañas epigeas .....	49
1.4. Composición del ensamblaje de arañas epigeas basada en grupos funcionales y gremios en la selva nublada de Monte Zerpa.....	53
2. Caracterización del ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa por mes de muestreo .....	58
2.1. Riqueza observada y abundancias por mes de muestreo.....	58
2.4. Grupos funcionales y gremios de arañas por meses de muestreo.....	64
3. Variación estacional .....	68
4. Análisis de similitud.....	74
DISCUSIÓN.....	77
1. Caracterización del ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa.....	77
1.1. Riqueza y diversidad .....	77
1.2. Abundancia y dominancia .....	82
1.3. Sexo y estado de desarrollo .....	84
1.4. Grupos funcionales y gremios de arañas .....	86
2. Variación estacional del ensamblaje de arañas epigeas.....	88
2.1. Familias y morfoespecies .....	89
2.2. Gremios de arañas .....	92
3. Consideraciones finales.....	93
CONCLUSIONES .....	94
RECOMENDACIONES .....	96
REFERENCIAS .....	97
ANEXOS.....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Abreviatura y significados. ....	<b>39</b>
<b>Tabla 2.</b> Listado de morfoespecies de arañas epigeas encontradas en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) 2016. Abundancia absoluta ( $n_i$ ) y Abundancia relativa en porcentaje ( $p_i$ ).....	<b>40</b>
<b>Tabla 3.</b> Abundancia absoluta ( $n_i$ ) y relativa en porcentaje (%) de las arañas epigeas de un ensamblaje de Monte Zerpa, considerando su estado de desarrollo y sexo. ....	<b>48</b>
<b>Tabla 4.</b> Riqueza observada ( $S_{(obs)}$ ), riqueza estimada e integridad del muestreo para un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) .....	<b>49</b>
<b>Tabla 5.</b> Índices de diversidad efectiva de orden $q$ para un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa, Mérida (Venezuela).....	<b>51</b>
<b>Tabla 6.</b> Composición en función de los gremios de un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa, indicando familias, morfoespecies, abundancias absolutas ( $n_i$ ) y relativas en porcentaje ( $p_i$ %) .....	<b>53</b>
<b>Tabla 7.</b> Riqueza, abundancia absoluta ( $n_i$ ) y relativa en porcentaje (%) de las morfoespecies de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela), indicando meses de altas (AP) y bajas (BP) precipitaciones. ....	<b>58</b>
<b>Tabla 8.</b> Presencia y ausencia de las familias y morfoespecies de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela), para cada uno de los meses de muestreos, indicando meses de altas (AP) y bajas (BP) precipitaciones .....	<b>59</b>
<b>Tabla 9.</b> Familias compartidas para la totalidad del muestreo y exclusivas por meses de muestreo de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela).....	<b>61</b>
<b>Tabla 10.</b> Morfoespecies compartidas para la totalidad del estudio y exclusivas por mes de muestreo de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela).....	<b>61</b>
<b>Tabla 11.</b> Valores de similitud obtenidos con el Coeficiente de Jaccard y de distancia con el Índice de Bray-Curtis por mes de muestreo, para un ensamblaje de arañas epigeas en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) .....	<b>75</b>

## ÍNDICES DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación relativa del área de estudio en la Selva Nublada de Monte Zerpa: A) Imagen referente de Akirov (2011), B) Vista satelital de Google Maps (2022).....	<b>30</b>
<b>Figura 2.</b> Climadiagrama con los promedios de precipitación y temperatura del periodo de 1989 al 2001, de la Estación Meteorológica de Santa Rosa a 1.959 m.s.n.m.....	<b>31</b>
<b>Figura 3.</b> Fotografías de la localidad Selva Nublada de Monte Zerpa (Estado Mérida, Venezuela) durante el trabajo de campo. ....	<b>32</b>
<b>Figura 4.</b> Representación esquemática de la disposición de los complejos de trampas pitfalls en cada transecto. ....	<b>33</b>
<b>Figura 5.</b> Representación esquemática de: A) disposición de las trampas pitfalls y barreras en el complejo de trampas, B) diseño de una trampa pitfalls. ....	<b>33</b>
<b>Figura 6.</b> Fotografías del complejo de trampas pitfalls con barreras en Y, en la selva nublada de Monte Zerpa.....	<b>34</b>
<b>Figura 8.</b> Fotografías del proceso de separación e identificación de las morfoespecies de arañas de la selva nublada de Monte Zerpa. ....	<b>35</b>
<b>Figura 9.</b> Abundancia absoluta ( $n_i$ ) de las familias de arañas epigeas que componen el ensamblaje en la selva nublada de Monte Zerpa. ....	<b>43</b>
<b>Figura 10.</b> Curva de rango-abundancia de las familias de arañas epigeas encontradas en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela). ....	<b>44</b>
<b>Figura 11.</b> Abundancia absoluta ( $n_i$ ) de las morfoespecies de arañas epigeas que componen el ensamblaje de Monte Zerpa. ....	<b>45</b>
<b>Figura 12.</b> Curva rango-abundancia de las morfoespecies de arañas de un ensamblaje de la selva nublada de Monte Zerpa. Se indican las diez morfoespecies más abundantes: The1: Theridiidae 1, Lin2: Linyphiidae 2, Mic 1: Microstigmatidae 1 (Pseudonemesia tabiskey), Och2: Ochyroceratidae 2 (Ochyrocera sp2), Oon2: Oonopidae 2 (Aschnaonops jaji), Sym1: Symphytognathidae 1, Cor1: Corinnidae 1 (Erendira sp), Zod1: Zodariidae 1 (Tenedos sp), Sal3: Salticidae 3 (Acragas sp) .....	<b>46</b>
<b>Figura 13.</b> Abundancia relativa en porcentaje (%) de los estados de desarrollos de las arañas epigeas del ensamblaje colectadas en Monte Zerpa, para el total del estudio (A) y cada uno de los meses de muestreo (B).....	<b>47</b>
<b>Figura 14.</b> Abundancia relativa en porcentajes (%) de los sexos de arañas epigeas del ensamblaje colectado en Monte Zerpa, para el total del estudio (A) y cada uno de los meses de muestreo (B).....	<b>48</b>
<b>Figura 15.</b> Curva de acumulación para la riqueza observada $S(\text{obs})$ , los estimadores Chao 1 y sus intervalos de confianza, los estimador no paramétrico ICE y Bootstrap, singletons y doubletons. ....	<b>50</b>
<b>Figura 16.</b> Curva de rarefacción y extrapolación basada en el tamaño de la muestra, para los ordenes $q=0$ (A), $q=1$ (B) y $q=2$ (C) de un ensamblaje de arañas epigeas de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) .....	<b>52</b>
<b>Figura 17.</b> Abundancia relativa en porcentaje (%) para cada uno de los gremios que componen el ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa. CE=Cazadoras de emboscada, CI= Cazadoras, CS= Cazadoras especialistas, CT= Cazadoras de tierra, RD= Constructoras de redes de detección, RE= Constructoras de redes de espacio, RH= Constructoras de redes de hojas, CO= Constructoras de redes orbiculares, Lin= Linyphiidae, SI= Sin identificar. ....	<b>55</b>
<b>Figura 18.</b> Curva rango-abundancia de los gremios de arañas epigeas presentes en un ensamblaje de la selva nublada de Monte Zerpa. RE= Redes de espacio, CI= Cazadoras, CT= Cazadoras terrestres, RH=	

Redes de hoja, CE= Cazadoras de emboscada, RO= Redes orbiculares, RD= Redes de detección, CS= Cazadoras especialistas. ....	55
<b>Figura 19.</b> Abundancia relativa en porcentaje (%) de los gremios de arañas cursoriales en un ensamblaje de Monte Zerpa. CE= Cazadoras de emboscadas, CI= Cazadoras, CS= Cazadoras especialistas, CT= Cazadoras de tierra. ....	56
<b>Figura 20.</b> Abundancia relativa en porcentaje (%) y composición taxonómica de los gremios de arañas cursoriales de un ensamblaje de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) .....	57
<b>Figura 21.</b> Abundancia relativa (%) por mes de muestreo de las familias de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela).....	62
<b>Figura 22.</b> Curvas de rango-abundancia de las morfoespecies de arañas epigeas de un ensamblaje en la selva nublada de Monte Zerpa para cada uno de los meses de muestreo.....	63
<b>Figura 23.</b> Diferencias entre las medias mensuales de las abundancias para cada mes de muestreo de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela). SE= Error estándar, SD= Desviación estándar. ....	64
<b>Figura 24.</b> Abundancia relativa en porcentaje (%) por mes de muestreo de los grupos funcionales (A) y los gremios (B) de un ensamblaje de arañas epigeas de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela).....	65
<b>Figura 25.</b> Curvas rango-abundancia de los gremios de arañas epigeas para cada uno de los meses de muestreos en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) .....	65
<b>Figura 26.</b> Diferencias de las medias de la abundancia absoluta (ni) de los gremios de arañas por mes de muestreo. ES= Error estándar. DS= Desviación estándar. ....	66
<b>Figura 27.</b> Abundancia relativa de los gremios de arañas cursoriales de un ensamblaje de arañas epigeas por mes de muestreo en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela). ....	66
<b>Figura 28.</b> Riqueza de familias (A) y morfoespecies (B) de un ensamblaje de arañas epigeas por mes de muestreo, en relación con la precipitación .....	68
<b>Figura 29.</b> Abundancia relativa (pi) del ensamblaje de arañas epigeas por cada mes de muestreo, en relación con la precipitación. ....	69
<b>Figura 30.</b> Abundancia relativa (pi) de las cinco familias (A) y las cinco morfoespecies (B) más abundantes de un ensamblaje de arañas epigeas por mes de muestreo en relación con la precipitación en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) .....	71
<b>Figura 31.</b> Abundancia relativa (pi) de los grupos funcionales (A) y los gremios (B) de arañas epigeas por meses de muestreo con relación a la precipitación en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) .....	72
<b>Figura 32.</b> Análisis de agrupamiento cualitativo (Coeficiente de similitud de Jaccard) de los meses de muestreo, basado en la presencia-ausencia de morfoespecies de arañas. ....	74
<b>Figura 33.</b> Análisis de agrupamiento (Índice de disimilitud de Bray-Curtis) de los meses de muestreo, basado en la abundancia de morfoespecies de arañas. ....	75
<b>Figura 34.</b> Análisis de agrupamiento (Índice de disimilitud de Bray-Curtis) de los meses de muestreos, basado en la abundancia de los gremios de arañas.....	76

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Listado de morfoespecies, abundancias absolutas y relativas en porcentajes por método de muestreo. Pft.3m= Pitfalls con barreras de tres metros, Pft.2m= Pitfalls con barreras de dos metros, M.M= Muestreos Manuales.....	<b>108</b>
<b>Anexo 2.</b> Listado de familias, especies y morfoespecies de arañas epigeas, su abundancia absoluta (ni), abundancia relativa en porcentaje (%) y riqueza (S) para cada uno de los meses de muestreos, correspondientes a las estaciones de altas precipitaciones (AP) y bajas precipitaciones (BP) .....	<b>110</b>
<b>Anexo 3.</b> Modelos de distribución de abundancias con valores de chi <sup>2</sup> para las familias, morfoespecies y gremios de arañas epigeas. ....	<b>113</b>
<b>Anexo 4.</b> Representación gráfica de los modelos de distribución de abundancia para las familias de arañas epigeas de Monte Zerpa. ....	<b>113</b>
<b>Anexo 5.</b> Representación gráfica de los modelos de distribución de abundancia para las morfoespecies de arañas epigeas de Monte Zerpa. ....	<b>114</b>
<b>Anexo 6.</b> Representación gráfica de los modelos de distribución de abundancia para los gremios de arañas epigeas de Monte Zerpa. ....	<b>114</b>
<b>Anexo 7.</b> Valores de Kruskal-Wallis para medias iguales para morfoespecies, familias, gremios, estados de desarrollo y sexo de un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa. ....	<b>115</b>
<b>Anexo 8.</b> Fotografías de las morfoespecies del ensamblaje de arañas epigeas en la selva nublada de Monte Zerpa, identificadas por familia, código y morfoespecie, género o especie. ....	<b>115</b>

www.bdigital.ula.ve

# INTRODUCCIÓN

## 1. Orden Araneae

Las arañas son consideradas uno de los grupos de artrópodos con el mayor número de especies después de los órdenes de Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera e Hemiptera (Clase Insecta) y el orden Acari (Clase Arachnida), y está calificado como uno de los grupos megadiversos y más comunes del planeta (Triplehorn y Johnson, 2005; Escorcía *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2017). Cuenta con 132 familias descritas, aproximadamente 4.279 géneros y 50.746 especies (World Spider Catalog, 2022); valores que constantemente están incrementando debido a las descripciones de nuevos géneros y especies, o al reordenamiento taxonómico basado en nuevos estudios filogenéticos. Por su número y amplia distribución, las arañas se reconocen como un grupo diverso, con altas tasas de especiación y abundancias (Nyffeler, 2000; Giraldo *et al.*, 2004; Jiménez-Valverde y Lobo, 2007; Escorcía *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2017).

Se distribuyen alrededor del planeta y han conquistado prácticamente todos los ecosistemas con excepción del aire y el mar abierto, ya que incluso se les encuentra en ambientes dulciacuícolas, costeros, páramos, cavernas y zonas de alta montaña; encontrándose en todos los continentes menos en la Antártida (Foelix, 1996, Giraldo *et al.*, 2004; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006, Santos *et al.*, 2017). Se considera que son particularmente diversas en los bosques tropicales como se evidencia al comparar los listados de especies afrotropicales con las especies de arañas europeas y se estima que en los bosques tropicales del mundo se podría encontrar el 80% de la araneofauna desconocida, especialmente en la región neotropical donde se sospecha que solo se conoce un tercio de las arañas araneomorfas (Flórez, 1998; Giraldo *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2017).

Todas las arañas son carnívoras, se alimentan principalmente de insectos, ya sea de sus huevos, larvas o ejemplares adultos. Entre sus presas destacan los dípteros, hemípteros, colémbolos, coleópteros, lepidópteros y ortópteros; sin embargo, pueden alimentarse de otros invertebrados, pequeños vertebrados e incluso de material vegetal como complemento de su dieta, así como de otras arañas (Foelix, 1996; Nyffeler, 2000; Nyffeler y Birkhofer, 2017). Se piensa que la mayoría de las arañas son polítróficas; es decir, tienen una alimentación generalista y poca preferencia hacia una presa específica; no obstante, algunas especies de arañas son estenótróficas, esto quiere decir que se especializan en un solo tipo o algunos pocos tipos de presas (Foelix, 1996). Las estimaciones sobre la cantidad de alimento que son capaces de consumir varían según el tipo de hábitat que se investigue, pero las más realistas consideran que las arañas son capaces de ingerir aproximadamente 200 Kg de presas por hectárea en un año; en trabajos recientes, se estima que entre 400-800 toneladas del peso fresco mundial de presas son capturadas por la población de arañas, siendo los insectos y colémbolos el 90% de sus presas (Nyffeler, 2000; Nyffeler y Birkhofer, 2017). En la misma línea de ideas, se ha comprobado que las arañas son capaces de alimentarse del 40 al 50% de la biomasa disponible de insectos en los sistemas agrícolas, por lo que se les considera uno de los principales grupos de artrópodos en agroecosistemas y las estimaciones mundiales demuestran que las arañas ejercen una presión considerable sobre las poblaciones de insectos, especialmente en bosques y praderas (Armendano y González, 2010; Nyffeler y Birkhofer, 2017).

No solo destacan por su diversidad y abundancias, sino también por la producción de biomoléculas como venenos y la seda de araña o telaraña (Ubick *et al.*, 2005; Garrison *et al.*, 2016). Cuentan con venenos estables y complejos, con una larga historia evolutiva, los cuales les permiten defenderse y alimentarse. Aunque la mayoría de las especies de arañas son inofensivas para los seres humanos, existen especies de importancia médica y su identificación taxonómica es necesaria para diagnosticar con

precisión las lesiones que puedan generar. Además, existen estudios que valoran las propiedades de los venenos como tratamientos médicos e insecticidas (Ubick *et al.*, 2005; Garrison *et al.*, 2016). Por su parte, la seda de araña es una sustancia potencialmente valiosa por su elasticidad y fuerza, siendo estudiadas por sus propiedades en la producción de materiales resistentes para equipos de seguridad como paracaídas o chalecos antibalas (Ubick *et al.*, 2005). Cabe mencionar, que ningún otro linaje de animales presenta tan diversos usos para su seda como las arañas, que incluyen: captura de presa, líneas de seguridad, medio de dispersión y reproducción (Garrison *et al.*, 2016).

### ***1.1. Taxonomía y filogenia***

Reino Animalia

Phylum Arthropoda

Clase Arachnida

Orden Araneae

Suborden Mesothelae

Suborden Mygalomorphae

Suborden Araneomorphae

El Orden Araneae se divide en tres subórdenes: Mesothelae, Mygalomorphae y Araneomorphae (Foelix, 1996; Selden, 1996; Ubick *et al.*, 2005; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006; Garrison *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2017), linajes que se reconocen sólidamente como taxones monofiléticos y abarcan a todas las especies de arañas en la actualidad. No obstante, la clasificación de las arañas se encuentra actualmente en debate y en constantes modificaciones (Garrison *et al.*, 2016; Wheeler *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2017). Los subórdenes de araña corresponden a dos linajes de los cuales se han diversificado las arañas actuales: los Liphistiomorphae que comprende a los mesotelos, y los Opisthothelae que abarca a las araneomorfas y micalomorfas (Foelix, 1996; Garrison *et al.*, 2016; Wheeler *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2017).

El linaje Liphistiomorphae (suborden Mesothelae) se caracteriza por la presencia de caracteres “primitivos” como lo son la presencia de terguitos opistosómicos dorsales, cuatro pares de espinetes dispuestos en el centro de la parte ventral del opistosoma y quelíceros ortognatos (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006; Wheeler *et al.*, 2016). A pesar de contar con caracteres primitivos, las familias actuales de Mesothelae tienen su origen relativamente reciente, siendo arañas modernas que han conservado caracteres plesiomórficos (Xu *et al.*, 2015a). A su vez presentan varias apomorfías propias del grupo como: el cuarto par de coxas invaginadas, espinetes laterales pseudosegmentados, espolones tibiales y un esternón profundo y estrecho (Xu *et al.*, 2015b). Se encuentra representado por dos familias y 174 especies, cuya distribución está restringida al continente asiático (Xu *et al.*, 2015b; Li, 2022; World Spider Catalog, 2022).

Opisthothelae es el mayor de los dos linajes existentes de arañas, que se caracteriza por la presencia de espinetes ubicados en la región terminal del opistosoma y abdomen no segmentado (Garrison *et al.*, 2016). En este linaje, se reconocen dos clados que corresponden a los subórdenes Mygalomorphae y Araneomorphae (Foelix, 1996; Ubick *et al.*, 2005; Garrison *et al.*, 2016; Wheeler *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2017). El Suborden Mygalomorphae antiguamente era denominado como Orthognata, debido a la orientación de sus quelíceros, los cuales, se encuentran alineados de forma paralela uno del otro, proyectados anteriormente y cuya articulación se mueve de manera antero-posterior (Foelix, 1996; Ubick *et al.*, 2005); este suborden se caracteriza por presentar cuatro pulmones en libro, ojos agrupados en un tubérculo, pérdida de los espinetes anterocentrales y solo algunas especies conservan los espinetes anterolaterales; también cuentan con cúspides labiales y maxilares, pocos escleritos en el bulbo palpar,

sigillae esternal y segmentación de los espineretes laterales, caracteres que apoyan el origen monofilético del grupo (Raven, 1982; Garrison, *et al.*, 2016; Pérez-Miler y Perafán, 2017; World Spider Catalog, 2022). Numerosos estudios han determinado la existencia de dos linajes monofiléticos dentro del linaje de las migalomorfas, siendo estos: Actypoidea y Avicularioidea, que comprende unas 30 familias de arañas y se distribuye en todos los continentes con excepción de la Antártida, se encuentran particularmente diversificado en el Neotrópico, el sur de África y Australasia (Garrison *et al.*, 2016; Wheeler *et al.*, 2016; Pérez-Miler y Perafán, 2017; Opatova *et al.*, 2020, World spider Catalog, 2022). Son arañas de hábitos nocturnos, mayormente sedentarios y con pocos mecanismos de dispersión, por lo que suelen habitar ambientes definidos; se tratan de arañas terrestre con pocas especies arborícolas (Pérez-Miler y Perafán, 2017).

El Suborden Araneomorphae es el linaje de arañas con la mayor tasa de diversificación y especiación, siendo considerado un grupo sumamente exitoso y adaptable, que comprende aproximadamente el 90% de todas las especies de arañas (Foelix, 1996; Selden, 1996; Ubick *et al.*, 2005; Wheeler *et al.* 2016; Garrison *et al.*, 2016). Se caracteriza (el suborden) por presentar quelíceros labidognatos, los cuales, se encuentran en una posición perpendicular al eje longitudinal del cuerpo y se mueven en oposición a cada uno, en un plano horizontal (Ubick *et al.*, 2004), por la fusión de los espineretes centrales posteriores para formar un cribelum, siendo esta una sinapomorfía del grupo, a pesar de que en algunas familias se ha perdido o se ha reducido en un colulus no funcional, y por glándulas de seda o telaraña en forma de piri (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006; Garrison *et al.*, 2016; Wheeler *et al.* 2016).

Tradicionalmente se reconocen dos linajes de araneomorfas, el linaje Paleocribellates, representado por una sola familia de arañas (Hypochillidae), y las Neocribellate que comprende los linajes restantes de arañas araneomorfas; del cual, se diferencian los clados: Austrochiloidea, Haplogynae y Entelegynae. El clado de las Austrochiloidea incluye a las familias Austrochilidae y Gradungulidae, el clado de las Haplogynae está compuesto por arañas con genitalia simple, apareamiento con los palpos insertados, quelíceros fusionados en la base y sinspermia, término que hace referencia a un tipo de conjugación del esperma, donde dos o más espermátidas del mismo espermatozoido se fusionan (Michalik y Ramírez, 2014); mientras que el clado Entelegynae comprende el resto de arañas neocribeladas con genitalia compleja; donde las hembras presentan epiginio esclerotizado, genitalia con sistema de flujo con conductos copulatorios y de fertilización separados y genitalia masculina compleja (Ubick *et al.*, 2005; Garrido *et al.*, 2016). No obstante, estudios recientes han demostrado que clados como Paleocribellates y Haplogynae son polifiléticos, lo que ha conllevado el reordenamiento de las familias de araneomorfas y a más estudios filogenéticos. Actualmente, se sugiere como grupo hermano de las araneomorfas la relación Hypochillidae y Filistatidae, mientras que el resto de los linajes de arañas se distribuyen en los clado Synspermiata, Austrochiloidea y Leptonetidae, y Entelegynae (Garrison *et al.*, 2016; Wheeler *et al.* 2016); a medida que más estudios se vayan desarrollando, se podrá comprender de forma más clara la filogenia de las araneomorfas y ampliar el conocimiento sobre sus relaciones taxonómicas.

## **1.2. Morfología**

El cuerpo de las arañas se encuentra dividido en dos regiones o segmentos: el cefalotórax, también conocido como prosoma, y el abdomen u opistosoma, que se encuentran conectados entre sí por el estrangulamiento del primer segmento abdominal denominado pedicelo (Foelix, 1996; Hawkeswood, 2003; Ubick *et al.*, 2005; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). El cefalotórax está dividido en la región cefálica, donde se encuentran los apéndices bucales, los quelíceros, pedipalpos y los ojos, y la región torácica, en donde se ubican los apéndices locomotores (Hawkeswood, 2003, Ubick *et al.*, 2005). En algunas familias, la región cefálica y torácica, se pueden diferenciar claramente gracias a un surco o una

depresión en el caparazón (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). El caparazón es el escudo dorsal que recubre el cefalotórax, el cual, se encuentra compuesto de quitina y en él se puede apreciar una depresión cervical conocida como fóvea, que puede ser longitudinal o transversal y corresponde a un proceso interior de anclaje para los músculos. En la región ventral está el esternón, que es el escudo que protege al cefalotórax y se extiende hasta las bases de las patas (coxae) (Hawkeswood, 2003; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006).

En la región cefálica se encuentran los ojos; la mayoría de las arañas cuentan con ocho ojos, sin embargo, podemos encontrar familias con seis, cuatro o dos ojos, o especímenes que carecen completamente de ellos. Los ojos normalmente se encuentran en filas o en grupos, cuando su arreglo es en dos filas, estas pueden ser rectas, procurvadas o recurvadas, lo que permite clasificar a las filas de ojos en: ojos anteriores y ojos posteriores. A su vez, dependiendo de la posición, se consideran los ojos medios y laterales (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). La disposición de los ojos permite identificar a nivel taxonómico distintas familias de arañas.

Los quelíceros son el primer par de apéndices en la región anterior del cefalotórax, consisten en una sección sólida (paturon) y una pequeña sección móvil, denominada colmillo o uña queliceral. Los colmillos pueden ser lisos, dentados o presentar un aparato estridulatorio; en su interior se encuentran los ductos hacia las glándulas venenosas, que se localizan en el interior del cefalotórax (Ubick *et al.*, 2005; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). Los pedipalpos son el segundo par de apéndices, conformados por seis segmentos o artejos (carecen de metatarsos); en hembras, el palpo es simple y usualmente lleva una sola uña tarsal, mientras que en los machos adultos se encuentra modificado en un órgano copulatorio secundario, que puede ser una estructura simple o compleja (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006).

Todas las arañas cuentan con cuatro pares de patas, cada pata consiste en siete artejos (coxa, trocante, fémur, tibia, patela, tarso y metatarso), que usualmente se encuentran cubiertos con setas y espinas, así como filamentos sensoriales y receptores. Las tricobotrias son finos pelos sensoriales que podemos encontrar en las patas de las arañas, los cuales, pueden utilizarse para diagnosticar taxones en distintos niveles (Ubick *et al.* 2005). Cuentan con dos uñas tarsales, pero algunos ejemplares presentan una tercera uña. Simon (1892) clasificó como *Dyonycha* a aquellas arañas con dos uñas, mientras que nombró *Trionycha* a las arañas con tres uñas (Simon, 1892 como se citó en Ramírez, 2014); las uñas representan un importante carácter definitorio que ha permitido la clasificación morfológica, así como el reordenamiento y diferenciación de las familias y géneros de arañas (Foelix, 1996; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006; Ramírez, 2014).

El abdomen u opistosoma es una región suave y expansible en la mayoría de las arañas y por lo general no muestra ningún tipo de segmentación (solo presente en los ejemplares pertenecientes al suborden Mesothelae), en su interior se encuentra el sistema digestivo, circulatorio, respiratorio, excretor y reproductivo de la araña (Foelix, 1996); es bastante variable según su configuración, tamaño, coloración y ornamentación, algunas especies de arañas cuentan con abdómenes distintivos (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). En el abdomen se encuentran los pulmones en libro, siendo estas las estructuras respiratorias de los arácnidos; las arañas araneomorfas presentan un solo par de pulmones en libro, mientras que las migalomorfas cuentan con dos pares de pulmones. Además de los pulmones en libros, algunas arañas cuentan con un sistema traqueal, que puede variar en algunas familias de araneomorfas (Ubick *et al.*, 2005). En esta región también se encuentran los espineretes o hileras, órganos móviles y provistos de musculaturas que acogen a las glándulas hilanderas, capaces de producir la seda o tela de araña (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). El suborden Araneomorphae cuentan con seis espineretes: anteriores, medios y posteriores, situados frente a la abertura anal, mientras que los

subórdenes Mygalomorphae y Mesothelae carecen de los espineretes antero-centrales (Foelix, 1996; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). La presencia de un órgano de hilado conocido como cribelo en el suborden Araneomorphae, el cual se encuentra situado cercano a los espineretes, permite diferenciar a las arañas en Cribeladas y Ecribeladas (Ubick *et al.*, 2005; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006).

Los órganos sexuales de las arañas (testículos y ovarios) se encuentran en el abdomen; sin embargo, los machos no cuentan con órganos de intromisión directo asociado a los genitales, en cambio, utilizan la transferencia indirecta de esperma por medio de los émbolos en sus pedipalpos (Ubick *et al.* 2005). En los machos, el gonoporo es una estructura simple y sin esclerotizar: en las hembras, esta estructura es mucho más compleja, esclerotizadas en algunas especies y se denominan epiginio. Dependiendo de la complejidad de la genitalia, podemos dividir a las arañas araneomorfas en haplóginas y enteleginas, las hembras haplóginas no tienen un epiginio, mientras que los machos cuentan con modificaciones palpaes simples, consistiendo en la esclerotización del bulbo pedipalpo. En arañas enteleginas, las hembras tienen un epiginio bien desarrollado, con estructuras esclerotizadas e incluso ornamentadas, mientras que los machos cuentan con pedipalpos complejos, donde la tibia, el fémur o la patela del pedipalpo cuentan con una o más apófisis o proyecciones esclerotizadas (Foelix, 1996; Ubick *et al.*, 2005; Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006).

### ***1.3. Generalidades: Desarrollo, reproducción y actividad de las arañas***

El ciclo de vida de las arañas se caracteriza por presentar dos etapas de desarrollo diferentes: el huevo y la araña; al ser ametábolos no presentan una metamorfosis como otros artrópodos, pero experimentan numerosas mudas. Las arañas jóvenes solo son una versión miniatura de los adultos, ya que no cuentan con marcadas características morfológicas o estructurales que las diferencien más allá de una genitalia no desarrollada o presentar una coloración pálida con respecto a la de los adultos (Hawkeswood, 2003). La primera etapa de su desarrollo se lleva a cabo en el huevo, los cuales, varían significativamente en forma, tamaño y color según la especie, y por lo general son depositados dentro de un saco especial hecho de seda. En la mayoría de las especies de arañas, las hembras (y ocasionalmente los machos) presentan cuidado parental, protegiendo el saco de huevos de posibles depredadores; para ello construyen refugios con su seda, los movilizan entre sus quelíceros o en el abdomen, o permanecen custodiándolo hasta que los huevos eclosionan y los juveniles se dispersan (Foelix, 1998; Hawkeswood, 2003, Ubick *et al.*, 2005). La eclosión de los huevos sucede a las pocas semanas de la puesta, generalmente después de la primera muda que ocurre dentro del huevo (Hawkeswood, 2003). Tras sucesivas mudas, los ejemplares juveniles alcanzan la adultez, transitando previamente por una etapa inmadura que se caracteriza por la presencia de órganos reproductores pobremente desarrollados, donde carecen de estructuras esclerotizadas asociadas a la genitalia, y tras una o varias mudas alcanza el estado adulto (Foelix, 1996; Hawkeswood, 2003; Ubick *et al.* 2005).

Ya en su adultez, el macho se dedica principalmente a buscar a una hembra apta para aparearse (Foelix, 1996). Las arañas adultas presentan dimorfismo sexual, ya sea en su tamaño corporal (hembras de mayor tamaño que los machos), presencia de variaciones cromáticas o patrones de comportamiento distintivos (Foelix, 1996; Costa y Simó, 2014). Algunas especies de arañas cuentan con rituales de cortejos y apareamiento característicos, que les permiten a las hembras reconocer a los machos reproductores de su especie y evitar ser confundidos como depredadores o posibles presas (Hawkeswood, 2003).

Generalmente, las arañas presentan un mayor pico de actividad durante la noche, con excepción de la familia Salticidae, la cual, posee grandes ojos que favorece los hábitos diurnos, y algunas especies de las familias Thomisidae, Oxyopidae y Lycosidae (Foelix, 1996; Ubick *et al.*, 2005). Se considera que la

actividad nocturna es ventajosa para las arañas al compartir hábitos con sus presas y como forma de evitar a depredadores diurnos como las aves y reptiles; además, se cree que, al moverse durante la noche, las arañas evitan las altas temperaturas del suelo y la posibilidad de sufrir desecación (Foelix, 1996). Se sabe, que los machos muestran una mayor actividad locomotora que las hembras, que suelen tener hábitos sedentarios, permaneciendo en sus refugios o madrigueras; este comportamiento se refleja en las colectas de ejemplares, ya que la proporción de machos adultos capturados es mayor que la de las hembras, especialmente en arañas cursoriales o errantes (Armendano y González, 2010; Costa y Simó, 2014). De igual forma, se sabe que los periodos de actividad y locomoción también suelen variar según el sexo en una misma especie, las hembras se muestran más activas en el ocaso y aproximadamente dos horas después de este, en cambio, los machos se encuentran mucho más activos alrededor de la medianoche (Foelix, 1996).

#### ***1.4. Las arañas y su relación con el ambiente***

Las arañas son un grupo faunístico muy sensible a las alteraciones que se producen en la estructura y composición de hábitat, así como en el patrón de uso de la tierra (Aisen *et al.*, 2017; Alcalde *et al.*, 2018). Diversos estudios han evidenciado cómo la arquitectura vertical de la vegetación afecta de forma importante la composición de especies de arañas encontradas dentro de un mismo hábitat; esto se debe probablemente a que los ecosistemas con una vegetación estructuralmente compleja, alta densidad boscosa, vegetación heterogénea y un depósito abundante de hojarasca, cuentan con gran número de microhábitats que ofrecen una mayor cantidad de nichos disponibles, tanto para las arañas como para sus presas (Uetz *et al.*, 1999; Pinkus-Rendón *et al.*, 2006; Escorcía *et al.*, 2012; Aisen *et al.*, 2017; Cardoso-Avila *et al.*, 2017; Rao, 2017; Fonseca y Mahecha, 2018); además de proveer sustratos de calidad para el anclaje de las telas de arañas, ya sea para la construcción de refugios o como herramienta de caza (Aisen *et al.*, 2017; Rao, 2017) y un mayor número de refugios para ejemplares juveniles e inmaduros (Cardoso-Avila *et al.*, 2017). Por lo tanto, hábitats más complejos y con menor frecuencia de disturbios, cuentan con una mayor diversidad de araneofauna (Pinkus-Rendón *et al.*, 2006; Armendano y González, 2010; Escorcía *et al.*, 2012; Fonseca y Mahecha, 2018; Reta-Heredia *et al.*, 2018). Las arañas representan un papel clave en los ecosistemas, regulando las poblaciones de artrópodos, influyendo en la densidad de fauna de organismos detritívoros y afectando los procesos de descomposición (Bultman *et al.*, 1982; Giraldo *et al.*, 2004; Rubio *et al.*, 2007; Ibarra-Núñez *et al.*, 2011; Alcalde *et al.*, 2018).

La cobertura arbórea provee a los sistemas forestales de una capa de hojarasca y ramas, que es la base de los nutrientes y de la energía de los organismos del suelo, también provee de sombra y protección ante los cambios bruscos de temperatura e influye positivamente en los diferentes estratos del suelo, logrando la regulación de microclimas, evitando que el suelo se sobrecaliente y aumente los niveles de materia orgánica por adición de hojarasca, raíces y tallos (Delgado *et al.*, 2012). Se ha registrado que a medida que la profundidad de la hojarasca incrementa, aumenta la complejidad de las comunidades de arañas, que se manifiesta como el incremento de la riqueza de especies y sus abundancias (Flórez, 1998; Pinzón *et al.*, 2003; Armendano y González, 2010; Escorcía *et al.*, 2012; Spokane y Pungís, 2016; Aisen *et al.*, 2017; Rao, 2017; Reta-Heredia *et al.*, 2018); la hojarasca, como los otros estratos de vegetación, proporciona un mayor número de microhábitats a medida que aumenta su profundidad, que cuentan con múltiples variaciones espaciales y microclimas que determinan la incidencia de otros artrópodos en el suelo, aumenta la superficie y la diversidad potencial de espacios de forrajeo y de refugio de las fluctuaciones de la temperatura externa (Ysnel y Canard, 2000; Lo-Man-Hung *et al.*, 2008; Armendano, y González, 2010; Escorcía, *et al.*, 2012; Aisen *et al.*, 2017; Vasconcellos-Neto *et al.*, 2017).

Los factores abióticos, como temperatura y humedad, también afectan a las comunidades de arañas (Jiménez-Valverde y Lobo, 2007; Aisen *et al.*, 2017; Roe, 2017). El aumento de la temperatura durante las estaciones secas trae como consecuencia una reducción en las comunidades de insectos, afectando las comunidades de arañas (Mineo *et al.*, 2010); mientras que la exposición prolongada a la radiación puede provocar sobrecalentamiento y por consecuencia, los ejemplares afectados, deben invertir más energía en la autorregulación y en el cambio de disposición de sus redes (Rao, 2017). Por su parte, altos valores de humedad pueden cambiar las propiedades del sustrato, lo que afecta la capacidad de las arañas para detectar las vibraciones por parte de sus presas, dificulta su desplazamiento y favorece la concentración de depredadores como las ranas (Queiroz y Gasnier, 2017). Las precipitaciones pueden ocasionar a su vez, la segregación espacial de las arañas, la disposición de las telas de arañas y afectar la detección de señales químicas de presas y depredadores por parte de algunas especies de arañas; de igual forma, se ha documentado la migración de arañas que habitan el suelo y hojarasca hacia los árboles en localidades con inundaciones estacionales (Rao, 2017).

La estructura del hábitat es un factor determinante en la diversidad de las comunidades de arañas, influye en las diferentes asociaciones entre especies y resulta relevante en sus interacciones con otros artrópodos (Uetz *et al.*, 1999; Armendano y González, 2010). La mayoría de las arañas habitan en ambientes estrictamente definidos, tanto por condiciones abióticas (temperatura, humedad, viento, radiación) como bióticas (presas, competidores y depredadores) (Foelix, 1996; Aisen *et al.*, 2017). Los distintos estratos que se pueden diferenciar en los bosques (suelo, hojarasca, sotobosque, dosel arbustivo y arbóreo) cuentan con microclimas característicos, espectros diferentes de presas y zonas de refugios; en consecuencia, se produce una "estratificación" en la composición de especies de arañas (Foelix, 1996; Pinzon *et al.*, 2011). Incluso, dentro de un mismo estrato las condiciones microclimáticas pueden variar, lo que ocasiona una separación ecológica entre las especies de arañas. Además, se puede apreciar diferencias en las comunidades de arañas de forma temporal, dada por los periodos de luz/oscuridad, estacionales o periodos reproductivos (Foelix, 1996).

Las diferencias en la composición taxonómica y funcional de las arañas han impulsado el uso del término ensamblaje en estudios ecológicos por estratos. Entendiendo como *ensamblaje* los grupos filogenéticamente relacionados dentro de una comunidad, cuyos límites son determinados por el investigador (ya sean naturales o arbitrarios) (Fauth *et al.*, 1996), además, busca informar sobre cómo están estructurados los grupos en su conjunto (Ramírez y Gutiérrez, 2015). El ensamblaje de arañas puede incluir especies que se alimentan de diferentes presas, habitan en diferentes microhábitats y tienen diferentes nichos ecológicos (Dias *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2011). El estudio de los ensamblajes de arañas en un bosque puede proporcionar información valiosa sobre la biodiversidad, la estructura y el funcionamiento del ecosistema, así como sobre los factores ambientales que influyen en la distribución y la abundancia de las arañas (Ramírez y Gutiérrez, 2015).

Varios autores coinciden que la composición de las familias y especies de arañas varía según la estructura del ambiente, en estudios comparativos se ha comprobado que la comunidad de arañas varía según el estado de sucesión de la vegetación (Bultman, *et al.*, 1982; Lo-Man-Hung *et al.*, 2008). Los hábitats de aprovechamiento forestal o agroecosistemas mostraron que los ensamblajes de arañas son distinto a hábitats con baja intervención en cuanto a la composición de especies, familias y gremios; siendo las arañas constructoras de tela las más perjudicadas al ser modificada la estructura vertical de la vegetación, mientras que los ejemplares de arañas cursoriales tienden a ser colonizadoras de ambientes perturbados por sus hábitos tróficos generalistas, así como su capacidad de desplazarse libremente (Scott *et al.*, 2005; Pinkus-Rendón *et al.*, 2006; Lo-Man-Hung *et al.*, 2008; Almada *et al.*, 2012; Campuzano *et al.*, 2016; Alcalde *et al.*, 2018; Reta-Heredia *et al.*, 2018).

Los trabajos de Scott *et al.* (2005) en las turberas de Gran Bretaña, el de Pinkus-Rendón *et al.* (2006) en ocho diferentes hábitats en México, el de Lo-Man-Hung *et al.* (2008) comparando bosque primario, secundario y una plantación de eucalipto, así como el de Simó *et al.* (2011) en agroecosistemas de Uruguay y Aisen *et al.* (2017) en la Patagonia, han demostrado el potencial de las arañas como bioindicadores, así como el efecto de las perturbaciones antrópicas y naturales en sus comunidades. Se ha documentado que algunas especies de arañas se encuentran asociadas a ambientes con cierto grado de modificación, pueden estar relacionadas con ambientes urbanos o beneficiarse de las actividades humanas para ampliar su distribución geográfica, desplazando a especies autóctonas. La presencia y ausencia de estas especies permiten evaluar el grado de intervención de un hábitat determinado (Simó *et al.*, 2011; Rodrigues y Mendonça, 2012).

Actualmente, las arañas han ganado una amplia aceptación en los estudios ecológicos como indicadores de calidad ambiental, la caracterización de hábitats, impacto de la fragmentación forestal y comparación entre distintos tipos de hábitats, debido a que las comunidades de arañas han mostrado ser fuertemente influenciadas por perturbaciones, por el tipo de hábitat y el patrón de uso de la tierra (Ysnel y Canard, 2000; Giraldo *et al.*, 2004; Avalos *et al.*, 2007; Sousa y Lima, 2010; Rodrigues y Mendonça, 2012; Campuzano *et al.*, 2016; Alcalde *et al.*, 2018; Reta-Heredia *et al.*, 2018). Es por ello, que muchos estudios se han basado no solo en conocer su diversidad taxonómica sino en también en brindar conocimiento sobre su diversidad funcional, gremios y sus relaciones ecológicas.

### ***1.5. Grupos funcionales, gremios y estrategias de caza***

Las arañas se pueden dividir en dos grupos funcionales, basados en las estrategias de caza que llevan a cabo: las arañas cursoriales o errantes (cazadoras activas) y las arañas constructoras de redes o tejedoras (cazadoras sedentarias) (Foelix, 1996); siendo la base para diferenciar a las arañas en gremios. Según Root (1967), los gremios se definen como agrupaciones ecológicas de organismos que explotan recursos únicos o similares de manera similar (como se citó en Bultman *et al.*, 1982; Uetz *et al.*, 1999; Cardoso *et al.*, 2011). Actualmente, la definición más aceptada describe a los gremios como grupos no filogenéticos de especies que comparte uno o una serie de recursos importantes (Cardoso *et al.*, 2011); y sus patrones específicos de distribución temporal-espacial son estrategias para evitar la competencia interespecífica (Rubio *et al.*, 2007).

En los estudios ecológicos, los gremios son útiles ya que permiten la agrupación de organismos filogenéticamente relacionados que se superponen en el uso de los recursos, como nichos y alimento (Días *et al.*, 2010). Al agrupar a las arañas en gremios, se facilita el estudio de la estructura de la comunidad y facilita la comparación de diferentes comunidades; así mismo, se considera que el estudio de los gremios ecológicos puede ser útil para estudiar el cambio climático, la perturbación del hábitat, el manejo de recursos, entre otros factores que afectan a las comunidades (Día *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2011). Como se mencionó anteriormente, las arañas cumplen con las condiciones para ser un buen taxón bioindicador de cambios ambientales; por lo cual, el uso comparativo de los gremios de arañas puede aportar información en estudios enfocados a esta área.

Diferenciar a las arañas en cursoriales o constructoras de redes (tejedoras), puede considerarse como una primera división de los grupos funcionales o “súper gremios”, ya que se pueden seguir diferenciando agrupaciones de arañas dependiendo de su método específico de captura de presas (Bultman *et al.*, 1982). Los gremios pueden reflejar o no las relaciones taxonómicas entre grupos, ya que especies relacionadas pueden utilizar recursos similares y pertenecer al mismo gremio, como pueden tratarse de especies relacionadas de forma lejana y no pertenecer al mismo gremio a pesar de usar recursos similares (Uetz *et al.*, 1999). Sin embargo, el nivel taxonómico familia y algunos grupos dentro

de las familias, son la base práctica para la clasificación de los gremios (Días *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2011).

Son varios los autores que han propuesto clasificaciones para los gremios de arañas, usando las presas como el recurso compartido y clasificarlos por la estrategia de caza; así es como se pueden encontrar desde las divisiones más básicas (arañas cursoriales y constructoras de telas) hasta las más especializadas. Uetz *et al.* (1999) propusieron nueve gremios al inventariar cultivos de maíz, derivados de la división funcional de arañas cursoriales y constructoras de telas, los cuales son: corredores de follaje, corredoras de tierra, acosadoras, emboscadoras, constructoras de telas de hoja, cursoriales de hojas/tejedoras de enredos, constructoras de telas de orbe y constructoras de tela de espacio. Por su parte, Höffer y Brescovit (2001) definieron doce gremios para un conjunto de arañas tropicales basándose en la división dicotómica de arañas constructoras de telas y cursoriales, considerando tanto el estrato (aéreo o suelo) y sus hábitos diurnos y nocturnos. Días *et al.* (2010) en cambio propusieron once gremios para las arañas neotropicales tomando en consideración sus observaciones en campo, la preferencia de estratos y la actividad diaria, clasificando a las arañas en: cazadoras aéreas, emboscadoras aéreas diurnas, constructoras de redes de espacios diurnas, corredoras terrestres, tejedoras terrestres, emboscadoras aéreas nocturnas, corredoras aéreas nocturnas, emboscadoras terrestres nocturnas, cazadoras terrestres nocturnas, constructoras de tela de espacio nocturnas y constructoras de telas de orbe. Cardoso *et al.* (2011) presentaron una clasificación de gremios basándose en los patrones de comportamiento globales y asumiendo que los gremios se conservan en gran medida dentro de las familias de arañas, esta propuesta permite comparar la diversidad taxonómica y funcional de los ensamblajes de arañas en diferentes partes del mundo, e incluye ocho gremios: tejedoras de redes de detección, de hoja, de espacio y de orbe, cazadoras especialistas, emboscadoras, cazadoras terrestres y otras cazadoras.

La mayoría de las arañas que se encuentran en suelo (arañas epigeas) con desplazamiento activo por la búsqueda de alimento se les incluyen en el grupo funcional de arañas cursoriales, que al poseer una alta capacidad de desplazamiento tienen oportunidad de seleccionar un mayor número de hábitats, incluso desplazarse a ambientes perturbados, y elegir una mayor variedad de presas (Uetz *et al.* 1999; Rubio *et al.* 2007; Jiménez y Navarrete, 2010; Cabra-García *et al.* 2010; Rodríguez y Mendonça, 2012).

## 2. Conocimiento de la araneofauna

Entendiendo la importancia de las arañas como uno de los grupos de artrópodos más diverso y ampliamente distribuido entre los ecosistemas terrestres, su valor como depredadores y agentes controladores de plagas, así como su potencial como bioindicadores en ecosistemas afectados por perturbaciones naturales o antrópicas, entre otras aportaciones ecológicas, evolutivas y biotecnológicas; es comprensible los esfuerzos por estudiar y generar conocimientos sobre este grupo de animales (Ubick *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2017; Pekár *et al.*, 2021). No obstante, a pesar de la amplia gama de información sobre las características morfológicas, ecológicas, fisiológicas, conductuales y evolutivas de las arañas, aún se considera que el conocimiento existente sobre la araneofauna es insuficiente; para la mayoría de las especies de arañas identificadas se desconoce datos sobre su distribución territorial, historia natural y su valor funcional dentro de los ecosistemas (Santos *et al.*, 2017).

Los esfuerzos por ampliar el conocimiento de las arañas han permitido el desarrollo de herramientas de gran valor para los taxónomos de arañas, como lo es la base de datos World Spider Catalog (WSC); la cual, reúne todo el trabajo publicado taxonómicamente útil, incluyendo todas las descripciones de nuevas especies, transferencias y sinonimias, y contiene toda la literatura disponible para su descarga desde publicaciones del año 1.757 hasta las publicaciones más recientes (World Spider Catalog, 2022). Estas iniciativas, junto con las bases de datos de cada país, colecciones biológicas y

sociedades o grupos de investigación, buscan ampliar el conocimiento sobre las arañas, facilitando el acceso a la información y contribuyendo al conocimiento mundial de este grupo de animales (Brescovit *et al.*, 2017; Pekár *et al.*, 2021; World Spider Catalog, 2022).

En el neotrópico es donde se concentra la mayor parte de las arañas desconocidas en el mundo, a pesar de que el estudio de los arácnidos empezó a principios del siglo XIX, con los primeros naturalistas y exploradores europeos, y se ha ido desarrollando a medida que se han ido formando taxónomos locales, cuyos aportes han servido para generar listados de especies e incrementar el conocimiento local (Flórez, 1998; Giraldo *et al.*, 2004; Brescovit *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017). Los países neotropicales con mayor número de especies de arañas descritas son Brasil que supera las 3.000 especies de arañas, seguido de México con 2.388 especies y Argentina con unas 1.644 especies identificadas, Panamá, Colombia y Perú han superado el límite de las 1.000 especies descritas (Brescovit *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017, Catalogo de Arañas de Argentina, 2022; Galvin, 2022).

Los estudios en el neotrópico abarcan principalmente el reconocimiento, identificación e inventarios de especies; sin embargo, también se han llevado a cabo estudios sobre la diversidad funcional y gremial, la comparación de ecosistemas en términos de diversidad, el efecto estacional, estructural y uso de la tierra, así como estudios enfocados en mejorar las metodologías y protocolos de muestreo; siendo Brasil, Argentina y México los principales países de la región que encabezan estos estudios (Höffer y Brescovit, 2001; Armendano y González, 2010; Mineo *et al.*, 2010; Tourinho *et al.*, 2011; Almada *et al.*, 2012; Rodrigues y Mendonça, 2012; Aisen *et al.*, 2017; Alcalde *et al.*, 2018; Nadal *et al.*, 2018; Reta-Heredia-Heredia *et al.*, 2018; Benítez-Malvido *et al.*, 2019; Campuzano *et al.*, 2019; Alcalde *et al.*, 2021).

## 2.1. Arañas en Venezuela

En Venezuela, los trabajos de investigación sobre arañas se enfocan en la taxonomía: descripción de nuevas especies y registros de distribución de forma aislada; siendo muchos de estos registros antiguos y desactualizados, enfocados en la Cordillera de La Costa y de la Amazonia venezolana (World Spider Catalog, 2022). Las publicaciones más recientes son pocas, enfocadas completamente en la taxonomía de grupos, descripción o redescipción de especies, en algunos casos, con ejemplares provenientes de museos o colecciones biológicas (González-Sponga, 1999, 2000, 2001; Huber, 2000; González-Sponga, 2001, 2004; Silva-Dávila, 2004, Sánchez y Brescovit, 2005, 2007; Colmenares-García, 2008; Abraham y Santos, 2012; Bertani, 2013; Bolzem y Platnick 2013; Platnick *et al.* 2013; Indicatti y Villareal, 2016; Sánchez y Brescovit, 2018; Huber y Villarreal 2020; World Spider Catalog, 2020), revisiones morfológicas (Kaderka *et al.*, 2019), aspectos biológicos (Cornejo-Escobar y Chinchilla, 2007) y relacionados con salud pública (Kiriakos *et al.*, 2018). Los trabajos ecológicos son escasos, los pocos que existen se enfocan en la relación de las arañas con los cultivos (Vivas-Carmona y García, 2017) o en la artropofauna y no particularmente en arañas (Suárez-Villasmil *et al.*, 2012).

A diferencia de otros países de la región, no existen listados actualizados de especies, no hay suficiente información geográfica o ecológica sobre las especies ya descritas, ni trabajos sobre su diversidad funcional. Se considera que la mayoría de las especies de arañas del país se encuentran aun sin describir y, por lo tanto, se desconoce su rol ecológico, sus posibles interacciones con otras especies y sus preferencias de hábitat. Esta carencia de información se acentúa en aquellos ecosistemas que se encuentran altamente amenazados, ya que las continuas perturbaciones antrópicas como la fragmentación de los ecosistemas y la conversión de hábitats para actividades agropecuarias o mineras, afectan de forma irreversible la diversidad del ecosistema, ocasionando la extinción de especies o su desplazamiento (Delgado *et al.*, 2011), especies de las que se puede contar o no con información.

La rápida reducción de los ecosistemas por causas antrópicas, como es el caso de las selvas nubladas, también afecta la diversidad de la araneofauna e incrementa la desinformación sobre este grupo de artrópodos. Es prioritario ampliar el conocimiento sobre las comunidades de arañas venezolanas, ya que su dependencia del hábitat los posiciona en una categoría de alta vulnerabilidad por ser sensibles a los disturbios y alteraciones de su hábitat (Ysnel y Canard, 2000; Giraldo *et al.*, 2004; Avalos *et al.*, 2007; Sousa y Lima, 2010; Rodrigues y Mendonça, 2012; Campuzano *et al.*, 2016; Reta-Heredia *et al.*, 2018; Alcalde *et al.*, 2018). Es necesario no solo elaborar un listado de especies, sino ampliar el conocimiento sobre su distribución biogeográfica, diversidad funcional, cómo están estructuradas sus comunidades, su comportamiento ante variables ambientales y sus roles en los ecosistemas (Santos *et al.*, 2017).

### 3. Selvas nubladas

Las selvas nubladas, mejor conocidos como bosques nublados, son ecosistemas forestales que ocurren generalmente entre una franja altitudinal que presenta cobertura de nubes persistentes u ocasional (Brown y Kapelle, 2001; Bruijnzeel, 2001). Se caracterizan por radiación solar reducida debido a la persistencia de la nubosidad, lo que puede ocasionar a su vez un déficit en la evaporación y el incremento de la precipitación por el aporte de la neblina interceptada por la vegetación, proceso conocido como precipitación horizontal (Brown y Kapelle, 2001). Presentan suelos húmedos, generalmente sobresaturados de agua y una gruesa capa de materia orgánica humificada, que limita el ingreso de luz y disminuye la evapotranspiración (Brown y Kapelle, 2001; Bruijnzeel, 2001; Azevedo *et al.* 2003). Las precipitaciones varían entre los 500 a los 10.000 mm anuales, con climas generalmente templados-cálidos y temperaturas promedio entre los 20 y los 30°C, pudiendo descender hasta los 10°C (Brown y Kapelle, 2001).

La característica cobertura nubosa puede deberse a gradientes climáticos y otras variables asociadas con la altitud, pero también a fenómenos climáticos de gran escala, así como a procesos geomorfológicos, orográficos y topográficos (Bruijnzeel, 2001; Oliveira-Miranda *et al.*, 2010). Como resultado de los diferentes gradientes climáticos y topográficos, los bosques nublados se concentran en el trópico y las regiones subtropicales, se encuentran aproximadamente en 60 países continentales y en varias islas oceánicas (Bruijnzeel y Hamilton, 2001). En las grandes cordilleras, se presentan entre los 2.000 y los 3.500 m.s.n.m, mientras que en las regiones subtropicales ocurren en un gradiente altitudinal entre los 1.500 y 2.500 m.s.n.m, y en áreas costeras hasta los 1.000 m.s.n.m, aunque ante condiciones excepcionales se pueden presentar en regiones costeras a menor altitud (Brown y Kapelle, 2001; Bruijnzeel, 2001).

Las comunidades vegetales son distintivas, complejas, con dos o tres estratos de árboles y un sotobosque bien desarrollado (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010); los árboles exhiben hojas más pequeñas y coráceas, troncos columnares, de crecimiento lento, con ramas retorcidas y tortuosas. También, se caracterizan por presentar una alta proporción de epifitas (briofitas, líquenes, helechos, orquídeas, bromelias) y una reducción de lianas leñosas (Brown y Kapelle, 2001). En el sotobosque se destacan especies arbustivas, trepadoras y hierbas (Ataroff, 2001). El gradiente altitudinal influye en la estructura de las comunidades vegetales, la composición florística y la fisionomía vegetal, tendiendo a disminuir los valores de riqueza y diversidad a medida que incrementa la altitud, así como la altura del dosel (Bruijnzeel, 2001).

El 50% de los bosques nublados del mundo se encuentran en América Latina, con porciones muy importante en Perú, Colombia, Bolivia, Venezuela y Argentina. Y se estima, que albergan una cantidad

similar de especies de plantas y animales a las selvas amazónicas, a pesar de que su superficie comprende solo el 5% del área total que abarcan estas selvas (Brown y Kappele, 2001). Además de contar con unos valores altos de riqueza de especie y endemismos, las selvas nubladas también son reconocidas como reservorio genético de especies y ecosistemas, así como reservas hidrográficas por su importancia en el balance y distribución hídrica, sistemas de producción de hojarasca y un recurso de monitoreo para evaluar el efecto de los cambios climáticos (Brown y Kappele, 2001; Bruijnzeel, 2001; Oliveira-Miranda *et al.*, 2010).

En Venezuela, las selvas nubladas o bosques nublados se encuentran asociados a sistemas montañosos, en fragmentos aislados (incluso en la misma formación montañosa) y comprenden solo el 1% de la superficie terrestre de Venezuela. Se presentan en mayor proporción en los estados Mérida (16%), Yaracuy (14%), Lara (14%) y Zulia (11%). En Los Andes venezolanos se extiende entre los 1.800 hasta los 3.000 m.s.n.m (Ataroff, 2001, 2003; Oliveira-Miranda *et al.*, 2010).

### ***3.1. Selvas nubladas en la Cordillera de Mérida***

La Cordillera de Mérida perteneciente a la Cordillera de Los Andes venezolanos, se extiende por unos 450 Km de largo y unos 80 Km de ancho en dirección noreste, ocupando parte de los territorios de los estados Táchira, Mérida, Trujillo, Barinas, Lara y Portuguesa (Ataroff y Sarmiento, 2004). Este bloque montañoso presenta un amplio gradiente altitudinal desde los 200 m.s.n.m en el piedemonte hasta aproximadamente 4.978 m.s.n.m en el Pico Bolívar, que ocasiona un gradiente de temperaturas cuyos promedios anuales varían desde 27°C en las zonas más bajas hasta -2°C en las cumbres montañosas de mayor altitud. De igual manera, se origina una marcada variación en las precipitaciones que se manifiesta tanto a lo largo de su extensión altitudinal como entre las diferentes cuencas y vertientes que conforman la Cordillera de Mérida (Ataroff, 2001; Ataroff y Sarmiento, 2004). La gran diversidad de tipos de vegetación que se encuentra a lo largo de la Cordillera de Mérida está determinada por las condiciones ambientales que propician los gradientes de temperatura y precipitación; por lo cual, se pueden diferenciar varios pisos ecológicos, conformados a su vez por unidades ecológicas, donde cada una de ellas está asociada a un tipo particular de vegetación (Ataroff y Sarmiento, 2004), entre las unidades ecológicas que podemos encontrar en la Cordillera de Mérida reconocemos a las selvas nubladas.

La selva nublada, bosque nublado o bosque húmedo conforma una unidad ecológica que ocupa la franja altitudinal comprendida entre los 1.800 y los 3.000 m.s.n.m, que constituyen el límite superior de selvas continuas en la Cordillera de Mérida (Ataroff y Sarmiento, 2004). De acuerdo a la altitud, se pueden diferenciar dos tipos de selva nublada: la selva nublada montano alta y la selva nublada montano baja, ambas se caracterizan principalmente por la presencia de niebla o alta nubosidad durante la mayor parte de año, fenómeno que ocurre de forma frecuente a diferentes altitudes en los bloques montañosos, dependiendo de la topografía y la orientación de las vertientes, así como del tamaño y la masa de las formaciones montañosas, de los vientos predominantes y de la humedad relativa (Ataroff, 2001). Como consecuencia de esta alta nubosidad, presentan los menores promedios de radiación e insolación entre los sistemas tropicales (Pacheco y Ataroff, 2005).

Las temperaturas medias anuales en las selvas nubladas de la Cordillera de Mérida son relativamente bajas y constantes a lo largo del año; la selva nublada montano alta presenta temperaturas promedio entre 9 y 14 °C en sus límites altitudinales, mientras que en la selva nublada montano baja se registran temperaturas medias anuales entre los 13 y 19°C (Ataroff y Sarmiento, 2004). Las precipitaciones ocurren casi todo el año, con una media aproximada entre 1.000 y 3.000 mm anuales con menos de dos meses climáticos secos. En la Cordillera de Mérida los patrones de precipitación se diferencian según la orientación de los vientos dominantes y la vertiente en estudio. Cuentan con una alta

intercepción de agua por la cobertura vegetal y la hojarasca, y baja proporción de escorrentía superficial (1%). Presenta pendientes abruptas, entre 20° y 35°, con valles en V y por lo general encajonados, con pocas superficies planas, representadas por terrazas en los márgenes de los ríos; suelos profundos, ácidos, con alto contenido de materia orgánica y baja capacidad para la retención de humedad (Ataroff, 2001).

La cobertura boscosa es densa y compleja, con árboles siempre verdes entre los 10 y 30 m de altura o más, con dos a tres estratos arbóreos y un sotobosque bien desarrollado, así como una alta diversidad de epifitas (Walker y Ataroff, 2002; Ataroff y Sarmiento, 2004; Oliveira-Miranda, *et al.* 2010). La condición fragmentada natural de las selvas nubladas ha permitido la existencia de especies exclusivas y endémicas, e incluso considerables diferencias en la composición de especies entre la selva nublada montano alta y montano baja (Ataroff, 2001).

La selva nublada montano baja cuenta con más de 150 especies de árboles y tiene un promedio de 50 especies de árboles por hectárea, con un dosel irregular, que alcanza de 20 a 35 m de altura y con estratos difíciles de definir; el cual se vuelve más bajo a medida que aumenta la altitud. Los géneros principales de árboles son: *Bilia*, *Brunellia*, *Weinmannia*, *Clusia*, *Decussocarpus*, *Montanoa* y *Alchornea*, con más de 140 especies de plantas en el sotobosque y ricos en epifitas. En la parte superior, en la selva nublada montano alta, los árboles alcanzan una altura de aproximadamente 10 m en su límite superior y entre los 20 a 30 m en su límite inferior, registra un menor número de especies, alrededor de 20 especies por hectárea (Ataroff y Sarmiento, 2004). En Mérida se han registrado aproximadamente 100 especies de árboles en la selva nublada montano alta, en donde destacan géneros como: *Podocarpus*, *Oreopanax*, *Havetia* y *Ocotea* (Ataroff, 2001, 2003; Ataroff y Sarmiento, 2004).

Con respecto a la fauna, los vertebrados son uno de los grupos mejor estudiados en las selvas nubladas de Venezuela (Ataroff, 2001). La Cordillera de Mérida cuenta con un listado de 79 especies de mamíferos, grupos como los murciélagos (Soriano y Molinari, 1987; Molinari, 1994; Ataroff, 2001), roedores (Díaz de Pascual, 1993; Rivas, 1997; Soriano *et al.*, 1999) y musarañas (Woodman y Díaz de Pascual, 2004) han sido ampliamente estudiados. El grupo de las aves presenta la mayor riqueza entre los vertebrados, aproximadamente unas 300 especies identificadas, entre las que se incluyen los órdenes Passeriformes, Apodiformes, Falconiformes, Piciformes, entre otros ordenes (Ataroff, 2001, 2003). En cuanto a la herpetofauna, los listados de especies son más bien insuficientes, siendo los anuros el grupo que se ha estudiado con mayor detalle (La Marca, 1999, 2005; Cadenas *et al.*, 2009). La fauna de artrópodos ha sido pobremente estudiada, aun así, se han identificado diversas especies de lepidópteros (Narváez y Soriano, 1996; Orellana, 2004; Pyrcz, 2008; Pyrcz. y Vilorio, 2009; Pyrcz y Garlacz, 2012) y coleópteros (De Ascençao, 1997). De igual forma, se han llevado a cabo trabajos con efemerópteros y tricópteros como agentes bioindicadores (Vega y Durant, 2000; Valero *et al.*, 2001).

Se estima que, desde 1988, la superficie de las selvas nubladas en Venezuela ha sufrido una reducción aproximada del 32%, para el 2010 se reconoce que un 85% de su superficie ha sido intervenida y el 2% presenta un alto grado de intervención antrópica. Entre las principales amenazas que afectan estas selvas, destacan: la construcción de carreteras y caminos, la extracción de madera y de productos no maderables, las invasiones y los incendios forestales, así como la cacería ilegal (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010). En Los Andes venezolanos, estos ecosistemas son reemplazados por pastizales, en muchos casos por pasto kikuyo o pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), gramínea de origen africano utilizada como pasto para la ganadería de altura (Oliveira-Miranda *et al.*, 2010) o por otras especies de gramíneas (Poaceae) y Ciperáceas (Ely *et al.*, 2010).

La fragmentación de los ecosistemas andinos para la introducción de sistemas de cultivos, plantaciones forestales y pastizales no solo ha propiciado la reducción de la biodiversidad, sino también

a afectado la dinámica hídrica de los ecosistemas, generando cambios en los flujos de agua, los procesos erosivos del suelo, el caudal y carga de los ríos, así como la ocurrencia de eventos máximos en crecidas y desbordes (Ataroff, 2001; Oliveira-Miranda *et al.* 2010, Ruiz- Cobo *et al.*, 2010). Cuando uno de estos ecosistemas es modificado la dinámica del mismo cambia, lo que a su vez trae como consecuencia alteraciones en los procesos ecológicos que se reflejan en la reducción de las redes tróficas, descomposición de la materia orgánica, cambios en la estructura de la flora y la fauna, incluyendo la artropofauna del suelo (Ruíz *et al.*, 2010; Delgado *et al.*, 2011).

La simplificación de los ecosistemas afecta de forma directa a los invertebrados relacionados a hábitats epigeos y edáficos. En diversos estudios se ha demostrado que la densidad y biomasa de los macroinvertebrados edáficos es menor en agroecosistemas donde predomina un monocultivo o en donde el ecosistema primario ha sido reemplazado por pastizales, siendo la estructura vegetal el factor que determina la abundancia y biomasa de los invertebrados, y por lo tanto la diversidad de las comunidades de artrópodos (Pashanasi, 2001; Morón-Ríos y Huerta- Lwanga, 2006; Gamboa *et al.*, 2010; Ruiz-Cobo *et al.*, 2010; Delgado, *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2017). Las selvas nubladas de la Cordillera de Mérida actualmente se encuentran amenazadas por la fragmentación debido a las actividades antrópicas, siendo reemplazadas las zonas boscosas por pastizales o cultivos, por lo que se especula que la diversidad de los artrópodos está siendo directamente afectada.

En el caso de las arañas, son numerosos los estudios que confirman que sus comunidades son afectadas por las perturbaciones a sus ecosistemas, especialmente cuando se modifica la estructura vegetal, la capa de hojarasca y los patrones del uso de los suelos (Bultman *et al.*, 1982; Uetz *et al.*, 1999; Scott *et al.*, 2005; Pinkus-Rendón *et al.*, 2006; Lo-Man-Hung *et al.*, 2008; Armendano y González, 2010; Cardoso *et al.*, 2011; Simó *et al.*, 2011; Aisen *et al.*, 2017; Alcalde *et al.*, 2018; Fonseca y Mahecha, 2018; Alcalde *et al.*, 2021), por lo que probablemente la fragmentación de las selvas nubladas tendrá un efecto directo sobre la diversidad de las arañas, su diversidad funcional y la estructura de sus comunidades.

## JUSTIFICACIÓN

Las arañas son consideradas uno de los linajes de artrópodos más exitosos, con aproximadamente 50.707 especies descritas. Presentan una alta tasa de diversificación, amplia distribución geográfica y una alta capacidad de colonización y ocupación de ecosistemas (Foelix, 1996; Ubick *et al.*, 2005; Triplehorn y Johnson, 2005; Santos *et al.*, 2017; World Spider Catalog, 2022), así como un gran valor ecológico como depredadoras y agentes reguladores de poblaciones, siendo capaces de consumir hasta 800 toneladas de presas al año (Nyffeler, 2000; Nyffeler y Birkhofer, 2017). Se han convertido en importantes sujetos de estudios en investigaciones biotecnológicas, toxicológicas y epidemiológicas (Ubick *et al.*, 2005; Kiriakos *et al.*, 2018), taxonómicos y filogenéticos (Garrinson *et al.*, 2016, Wheeler *et al.*, 2016). En ecología han sido de gran relevancia en estudios sobre la caracterización de ecosistemas y agroecosistemas, evaluación y comparación de tipos de hábitats, así como taxón bioindicador de calidad ambiental (Scott *et al.*, 2005; Pinkus-Rendón *et al.*, 2006; Lo-Man-Hung *et al.*, 2008; Simó *et al.*, 2011, Rodrigues y Mendonça, 2012; Alcalde *et al.*, 2018; Reta-Heredia *et al.*, 2018).

Considerando el interés que han generado las arañas como grupo megadiverso, y comparando los esfuerzos de investigación generados en otros países de la región y el mundo (Brescovit *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017, Catálogo de Arañas de Argentina, 2022; Galvin, 2022; World Spider Catalog, 2022), el conocimiento sobre la araneofauna en Venezuela es insuficiente; evidenciando pocos esfuerzos para crear listados taxonómicos, determinar la estructura de sus comunidades, establecer rangos de distribución geográfica, evaluar su nivel de conservación y su papel en los distintos ecosistemas venezolanos.

Los pocos trabajos accesibles sobre arañas en Venezuela se basan mayormente en descripciones taxonómicas y revisiones de grupos, enfocados en la Cordillera de La Costa y en la Amazonía venezolana; en algunos casos se trata de publicaciones desactualizadas o basadas en ejemplares de colecciones fuera del país, siendo escasas las aportaciones taxonómicas sobre arañas en la región de Los Andes venezolanos (World Catalog Spider, 2022). La falta de información sobre la araneofauna venezolana solo se exagera en ecosistemas que se encuentran amenazados, como en el caso de las selvas nubladas en Venezuela, donde la fragmentación cada vez mayor y la simplificación del ecosistema, tiene un efecto directo en las dinámicas hídricas, en el suelo, los procesos ecológicos, la estructura vegetal y las comunidades de artrópodos, y amenazan la estructura de las comunidades de arañas (Ataroff, 2001; Oliveira-Miranda *et al.* 2010; Armendano y González, 2010; Delgado *et al.*, 2011; Pinkus-Rendón *et al.*, 2006; Aisen *et al.*, 2017; Alcalde *et al.*, 2018). Al carecer de información sobre la composición, diversidad y rango de distribución geográfica de las arañas en los ecosistemas, desconocemos su nivel de amenaza y su estado de conservación.

El presente estudio busca ampliar el conocimiento de la araneofauna venezolana, brindando información sobre la composición taxonómica y caracterizando la estructura de un ensamblaje de arañas epigeas en un ecosistema poco estudiado como lo son las selvas nubladas, considerando el efecto de la variación estacional en la estructura del dicho ensamblaje. Los resultados de esta investigación permitirán no solo generar un listado de especies y géneros de arañas de la localidad de Monte Zerpa, sino que también aportarán consideraciones ecológicas (como riqueza, abundancia y diversidad), así como funcionales (gremios) sobre el ensamblaje, así como posibles nuevos registros taxonómicos y distribuciones geográficas. Siendo un primer esfuerzo para abordar la estructuración y la diversidad funcional de las comunidades de arañas en Venezuela, no solo para generar conocimiento sobre las arañas epigeas en las selvas nubladas de la región de Los Andes venezolanos, sino para motivar los estudios aracnológicos en el país, sumarse a las iniciativas y redes de aracnólogos en la región neotropical. De

igual forma, se espera que el análisis de los datos, los resultados y las recomendaciones que surjan de este trabajo puedan ser utilizados como un referente para futuros estudiantes e investigadores interesados en la taxonomía y ecología de arácnidos.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Conocer la composición taxonómica, la estructura y cambios estacionales de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa en el estado Mérida (Venezuela)

### Objetivos Específicos

1. Determinar la composición taxonómica de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa.
2. Caracterizar la estructura de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa en el estado Mérida (Venezuela), en función de los siguientes atributos:
  - a. Riqueza o número de morfoespecies
  - b. Abundancia absoluta ( $n_i$ ) y relativa ( $p_i$ )
  - c. Diversidad efectiva
  - d. Proporción de sexos y estado de desarrollo (adultos, inmaduros o juveniles)
  - e. Gremios o grupos funcionales
1. Comparar la estructura del ensamblaje de arañas epigeas entre meses de altas y bajas precipitaciones en la selva nublada de Monte Zerpa (Mérida, Venezuela).

www.bdigital.ula.ve

# METODOLOGÍA

## 1. Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en una localidad conocida como Monte Zerpa (Figura 1), que se encuentra ubicada a 3 Km al Norte de la ciudad de Mérida, en las cercanías de la comunidad de Santa Rosa; en las coordenadas geográficas 8° 42' 30" y 8° 37' 30" N, y los 71° 12' 30" y 71° 07' 30" O, entre los 1.980 y 2.900 m.s.n.m (Piñero-Bonilla y La Marca, 1996, Akirov, 2011). Monte Zerpa es una formación montañosa que forma parte de la Sierra del Norte o Macizo de La Culata, la cual exhibe formaciones vegetales que van desde los límites superiores de los bosques semidecíduos hasta el páramo; sin embargo, predomina la vegetación característica de la unidad ecológica selva nublada montano baja y selva nublada montano alta. Se sitúa en la zona protectora de la cuenca del Río Albarregas, con una extensión cercana a las 1400 Ha (Akirov, 2009).

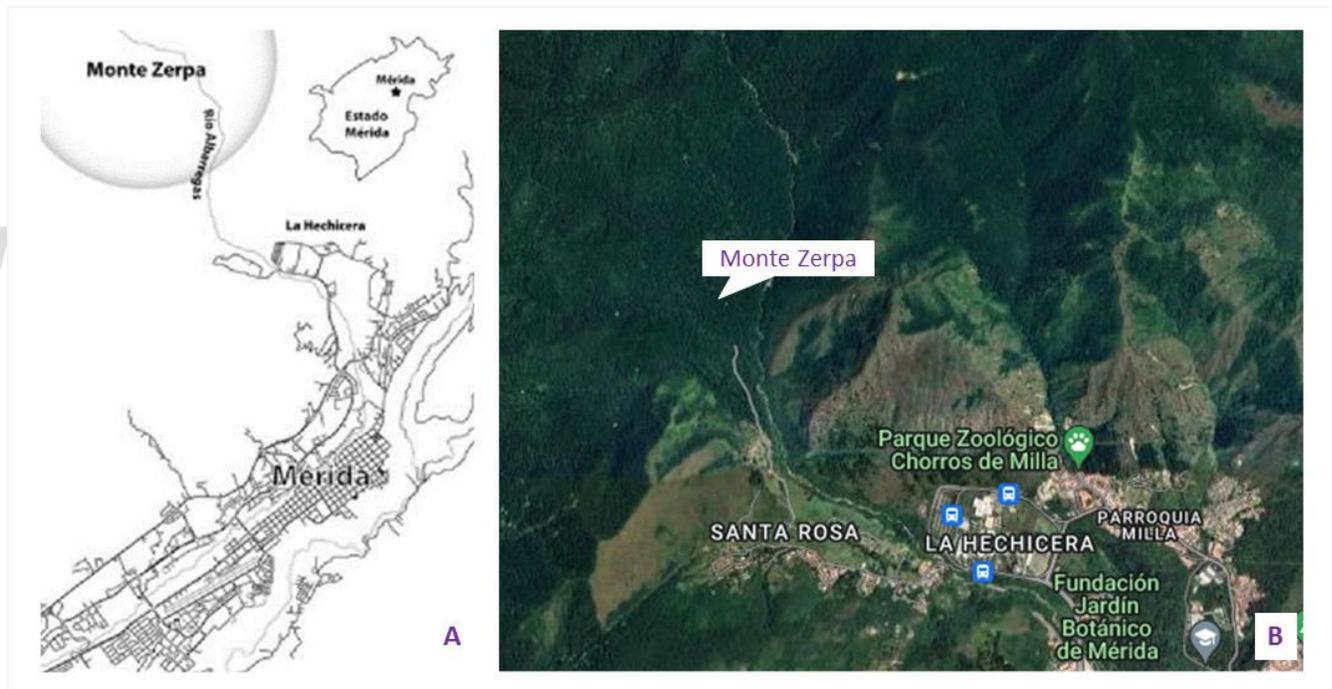


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio en la Selva Nublada de Monte Zerpa: A) Imagen referente de Akirov (2011), B) Vista satelital de Google Maps (2022)

La zona se caracteriza por presentar un régimen estacional bimodal, influenciado por el clima predominante en la Cuenca del Lago de Maracaibo, en el que se observan dos periodos de bajas precipitaciones: diciembre-marzo y junio-agosto; y dos periodos de altas precipitaciones: abril-mayo y septiembre-noviembre, como se puede apreciar en el climograma de la Figura 2 (Piñero-Bonilla y La Marca, 1996; Cadenas *et al.*, 2009). El promedio de precipitación anual para los años 1980-2001 fue de 2.115 mm anuales, mientras que la temperatura media promedio muestra pocas variaciones a lo largo del año, siendo aproximadamente  $19,4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  entre el mes más cálido y el más frío, según los datos

recolectados de la Estación Meteorológica de Santa Rosa, IIAP-ULA (Figura 2). El suelo es arcilloso-pedregoso, ligeramente ácido (pH: 5.5) y texturizados, con un sistema de hojarasca en permanente dinamismo como respuesta a las variaciones de pendiente, clima, vegetación natural, que origina gruesas capas orgánicas (Schwarzkopf *et al.*, 2001). Según el sistema de clasificación de Holdridge (1967), Monte Zerpa corresponde a la categoría de bosque húmedo premontano, mientras que Ataroff y Sarmiento (2004) lo califican como un ecosistema de selva nublada, dependiendo de la altitud se puede catalogar como selva nublada montano alta o montano baja.

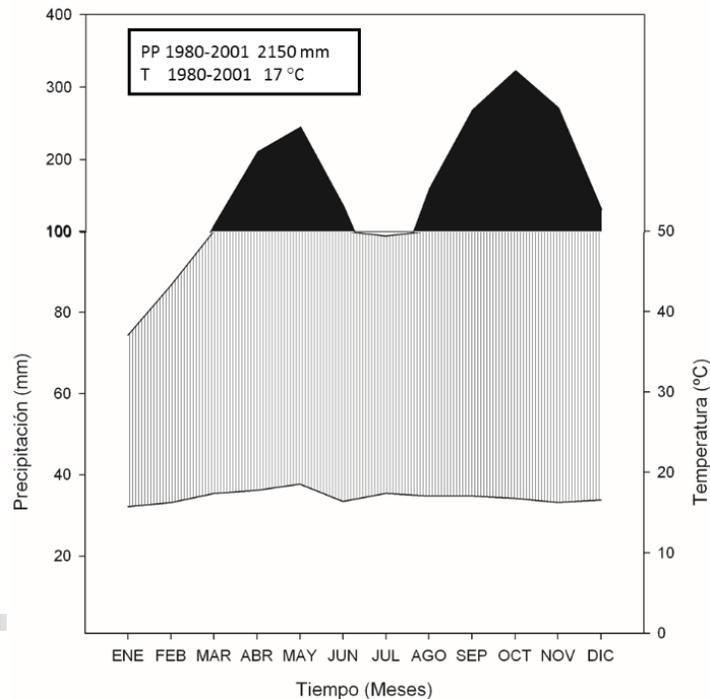


Figura 2. Climadiagrama con los promedios de precipitación y temperatura del periodo de 1989 al 2001, de la Estación Meteorológica de Santa Rosa a 1.959 m.s.n.m.

Monte Zerpa presenta una vegetación distintiva de las selvas nubladas, heterogénea y con estratos identificables (Figura 3). Schwarzkopf *et al.* (2001) registró un total de 32 especies de plantas distribuidas en 17 familias en sotobosque; sin embargo, recientemente Sánchez (2017) identificó 82 especies, correspondientes a 39 familias, en sotobosque, donde las pteridofitas comprenden un 21% de todas las especies identificadas. Akirov (2009, 2010, 2014) había documentado 68 especies pertenecientes a 15 familias de pteridofitos, las cuales representan una alta dominancia en comparación a otros bosques del estado Mérida. Sánchez (2017) registró 36 especies arbóreas, distribuidas en 22 familias en la selva nublada de Monte Zerpa.

Los registros de fauna abarcan diversos grupos de vertebrados como: los mamíferos, con registros de especies de musarañas (*Cryptotis meridensis*, *Cryptotis thomasy*), ratones (*Oryzomys albigularis*, *Aepeomys lugens*, *Microrizomys minutus*) y murciélagos (*Anoura luismanueli*, *Sturnira aratathomasi*) (Soriano y Molinari, 1987; Díaz de Pascual, 1993; Rivas; 1997; Woodman y Díaz de Pascual, 2004) y anfibios como salamandras (*Bolitoglossa orestes*) y anuros (*Athelopus oxyrhynchus*, *Aromobates alboguttatus*) (García *et al.*, 2005; La Marca 2005; Cadenas *et al.*, 2009). Entre la arthropofauna destacan estudios de insectos de los órdenes Trichoptera (Valero *et al.*, 2001), Ephemeroptera (Vega y Durant,

2000), Coleoptera (De Ascensão, 1997) y Lepidóptera (Narváez y Soriano, 1996; Orellana, 2004; Pyrcz, 2008; Pyrcz y Vilorio, 2009; Pyrcz y Garlacz, 2012). Con respecto a la araneofauna, se han registrado ejemplares de las familias Oonopidae, Pholcidae y Sparassidae durante los últimos años (Huber, 2000; Jäger *et al.*, 2009; Bolzern y Platnick, 2013; Platnick *et al.*, 2013; Huber y Villarreal, 2020).



Figura 3. Fotografías de la localidad Selva Nublada de Monte Zerpa (Estado Mérida, Venezuela) durante el trabajo de campo.

## 2. Trabajo de campo

El sitio de muestreo se eligió considerando la cobertura vegetal menos expuesta a la intervención antrópica, así mismo se tomó en cuenta los meses con mayor y menor precipitación para la planificación de las colectas. Para esta investigación se llevaron a cabo dos métodos de muestreo enfocados en las arañas epigeas o de suelo, los cuales se describen a continuación:

### 2.1. Trampas Pitfall o de caída

Se establecieron dos transectas en el interior de la selva nublada montano baja, separadas por una distancia aproximada de 50 m y con una longitud aproximada de 250, entre un gradiente altitudinal de 2.040 a 2.173 m.s.n.m. A lo largo de cada transecta se instalaron cinco complejos de trampas, distanciados a 50 m entre sí; se consideró esta distancia para evitar el efecto de solapamiento entre trampas (Figura 4).

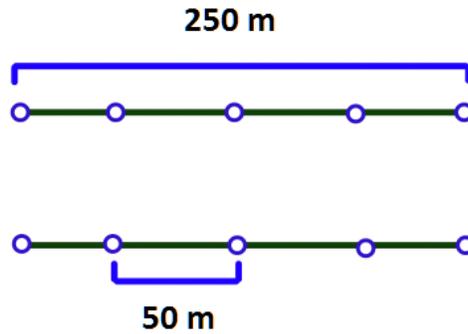


Figura 4. Representación esquemática de la disposición de los complejos de trampas pitfalls en cada transecto.

Cada complejo contó con cuatro trampas de caída o trampas pitfalls dispuestas en forma de Y, conectadas entre sí por una barrera plástica (Figura 5. A). Las barreras consistían en bandas de plástico de 30 cm de altura que conectaban las trampas laterales a una trampa central y que se elevaban al ras del suelo. La función principal de las barreras fue crear un área de atracción más amplia y evitar que las presas se desviarán hacia áreas donde no había trampas, asegurando así que se capturara la mayor cantidad posible de presas dentro del radio de acción de las trampas (Brennan *et al.*, 2005). La disposición en forma de Y (con una trampa central y tres periféricas) incrementó el radio de acción en comparación con la colocación de una única trampa pitfalls. Se utilizaron dos longitudes de barreras: 2 y 3 metros de largo, por lo cual, se diferencian dos series de complejos de trampas: Pitfall con barreras de 3 m (Pft3m) y Pitfall con barreras de 2 m (Pft2m). Los complejos de trampas Pft2m se dispusieron en una transecta, mientras que en la otra se utilizaron complejos de trampas Pft3m.

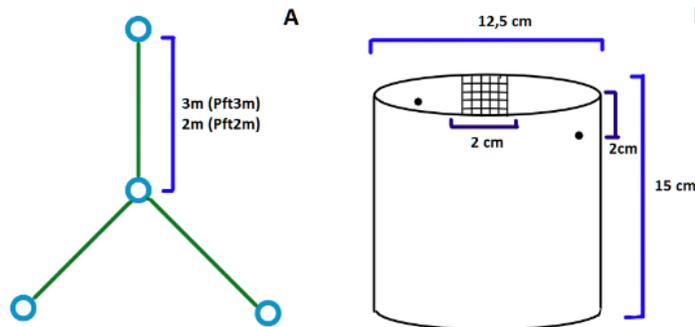


Figura 5. Representación esquemática de: A) disposición de las trampas pitfalls y barreras en el complejo de trampas, B) diseño de una trampa pitfalls.

Las trampas consistían en un recipiente de plástico enterrado al ras del suelo, con un diámetro de 12,5 cm y 15 cm de altura. A 2 cm del borde de cada recipiente se perforaron dos agujeros para evitar que se anegaran de agua durante las precipitaciones, además se les construyó un techo para protegerlas, y se les colocó un par de mallas de 15cm de alto y 2cm de ancho, fijadas a las paredes internas del envase, para facilitar el escape de los vertebrados en caso de que alguno cayera en la trampa (Figura 5.B). Para activar las trampas se les colocaba una solución de formol al 4%, que servía como conservante, se mantenían activas hasta el quinto día, cuando se recuperaban las muestras y se desarmaban las trampas.

Las colectas se realizaban la primera y tercera semana de cada mes, de manera que se colectaban dos muestras por trampa en cada periodo mensual de muestreo por seis meses. En total, por cada transecta se recolectaron 5 muestras por jornada de muestreo, sumando un total de 10 muestras por cada jornada de muestreo y 20 por cada mes. Al finalizar el estudio se recolectaron 110 muestras, considerando que en el mes de mayo se realizó una sola jornada de muestreo.

En la Figura 6 se pueden apreciar fotos del montaje final.



Figura 6. Fotografías del complejo de trampas pitfalls con barreras en Y, en la selva nublada de Monte Zerpa.

## ***2.2. Colecta manual***

Tomando en cuenta la disposición de los transectos y los complejos de trampas pitfalls, se distribuyeron al azar cinco parcelas de 5 m x 2 m. En cada parcela se realizó un muestreo manual que implicó la colecta de arañas visibles en el suelo, la hojarasca, vegetación baja y en troncos; también se incluyó un muestreo críptico, que implicó la recolección manual de especies de arañas que vivían en hábitats crípticos (en hojarasca, pequeños agujeros, troncos caídos, grietas en trocos o rocas y materia en descomposición), siendo un muestreo intensivo del terreno (Sørensen et al., 2002). Los ejemplares colectados fueron sacrificados en una solución acuosa de etanol al 70% y transportados al laboratorio en recipientes plásticos para su posterior identificación, como recomienda Márquez-Luna (2005).

Cada muestreo manual se llevó a cabo desde las 09.00 a las 13.00 horas; aunque se recomienda realizar los muestreos manuales nocturnos, por dificultades en la logística y seguridad se llevaron a cabo solo muestreos diurnos. Cabe destacar, que las parcelas no eran fijas ya que se variaba la posición de las mismas al azar cada mes de muestreo, para evitar el sobremuestreo de la zona y abarcar la mayor área posible. Esta dinámica de muestreo se realizó por seis meses, por lo que se recolectaron un total de 30 muestras.

### 3. Trabajo en laboratorio

Los ejemplares de arañas colectados fueron separados y clasificados en morfoespecies para facilitar el trabajo de identificación. Las morfoespecies de arañas se determinaron considerando características morfológicas externas como: la forma y el tamaño del cuerpo, la presencia y la disposición de pelos, espinas y procesos ornamentales, así como el patrón de coloración. Además, se tuvieron en cuenta los caracteres genitales, como la morfología de los pedipalpos en machos y el epiginio en hembras (Ubick *et al.*, 2005). Se contabilizó cada morfoespecie para poder calcular su abundancia absoluta.

Se identificaron las familias usando las claves de Jocqué y Dippenaar-Schoeman (2006), Brescovit *et al.* (2007) y Ubick *et al.* (2005). En cambio, para identificar los ejemplares hasta el nivel taxonómico de género y especie, se recurrió a las descripciones originales, claves de géneros o revisiones de familias neotropicales (Simon, 1897; Platnick y Shadab, 1976; Raven, 1985; Caporiacco, 1955.; Brescovit, 1997; Huber, 2000; González-Sponga, 2001, 2004; Jocqué y Baert, 2002; Silva-Dávila, 2004; Platnick y Dupérré, 2010; Jäger *et al.*, 2009; Abraham y Santos, 2012; Platnick *et al.*, 2013; Indicatti y Villarreal, 2016; Sánchez-Ruiz y Brescovit, 2018; Giroti y Brescovit, 2018; Passanha y Brescovit, 2018; Huber y Villarreal, 2020; Rheims, 2020, 2021; Oliveira y Brescovit, 2021). Fue necesario mantener el concepto de morfoespecies en el procesamiento de datos ya que muchas de los ejemplares colectados no se encuentran descritos o no pudieron ser identificados (Sørensen *et al.*, 2002).

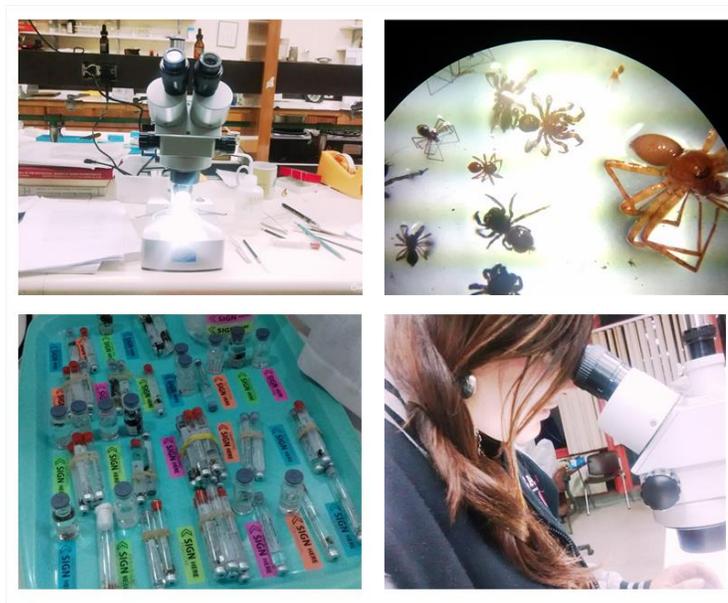


Figura 7. Fotografías del proceso de separación e identificación de las morfoespecies de arañas de la selva nublada de Monte Zerpa.

Para cada morfoespecie, se diferenciaron los estados de desarrollo (adultos, inmaduros y juveniles) teniendo en cuenta el desarrollo de la genitalia. Se diferenció a los adultos por presentar genitalia esclerotizada mientras que los ejemplares inmaduros por tener émbolos o epiginio no esclerotizados o pedipalpos poco desarrollados. En el caso de las arañas hembras haplóginas, se consideró el tamaño e hinchazón del abdomen (Ubick *et al.*, 2005). Para los juveniles, se les asignó a las morfoespecies más similares según las características morfológicas no asociadas a los caracteres sexuales. Los ejemplares de arañas incompletos se asignaron a las morfoespecies con la mayor cantidad de características comunes. Se contabilizó cada estado de desarrollo y el sexo de las arañas.

Los gremios se diferenciaron utilizando la clasificación propuesta por Cardoso *et al.* (2011), donde se relaciona el nivel taxonómico de familia con uno de los ocho gremios propuestos. Estos son: arañas constructoras de redes de detección (RD), de redes de hoja (RH), de redes de espacio (RE) y redes orbiculares (RO), arañas cazadoras de tierra (CT), cazadoras de emboscadas (CE), cazadoras especialistas (CS) y cazadoras (CI).

Estos ejemplares tras ser identificados en totalidad, serán depositados en la Colección de Arácnidos de la Universidad de Los Andes (Mérida, Venezuela) y conservados en etanol al 70% como recomiendan los trabajos de Márquez-Luna (2005) y Jud y Schmidt-Enting (2008).

#### 4. Procesamiento de datos

Los datos de cada una de los atributos de la comunidad se evaluaron por medio de un Test de Distribución Normal en el software PAST 4,09 (Hammer. *et al.*, 2001; Hammer, 2022).

##### 4.1. Riqueza y abundancia

La **riqueza observada (S)** corresponde al número de morfoespecies colectadas. Para cada morfoespecie se contabilizó el número de individuos, cuya sumatoria corresponde a **la abundancia absoluta (n<sub>i</sub>)** y se calculó la **abundancia relativa (p<sub>i</sub>)** para cada morfoespecie, que vendría dada por la diferencia entre la abundancia absoluta de la morfoespecie y el total de individuos para todo el muestreo:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

n<sub>i</sub> = abundancia absoluta

N= total de individuos capturados

También se calculó la abundancia relativa en porcentaje:

$$p_i(\%) = p_i \times 100.$$

Donde:

p<sub>i</sub>= abundancia relativa

Se calculó **la abundancia absoluta (n<sub>i</sub>)** y **la abundancia relativa (p<sub>i</sub>)** para cada una de las familias, así como para cada uno de los atributos considerados: estado de desarrollo, sexo, grupo funcional, gremio y por mes de muestreo; a raíz de ello, se elaboraron tablas de abundancia y gráficas de distribución de las abundancias. Para determinar la **dominancia** de las morfoespecies, familias y gremios de arañas epigeas, se elaboraron curvas de rango-abundancia, tanto para el muestreo total como para cada mes de muestreo. Por medio del software PAST 4,09 (Hammer *et al.*, 2001; Hammer, 2022) se calculó el modelo de distribución de abundancia acorde al ensamblaje según las morfoespecies, familias y gremios (ver Anexo 3, 4, 5 y 6). Se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, calculada también en PAST 4,09 para determinar si existían diferencias significativas entre los meses de muestreos con respecto a las medias de las abundancias de morfoespecies y gremios, así como los atributos sexo y estado de desarrollo (ver Anexo 7).

Se midió la riqueza (S), la abundancia absoluta (ni) y la abundancia relativa (pi) basados en las recomendaciones de Moreno (2001).

#### **4.2. Riqueza estimada**

Se realizó estimaciones de riqueza esperada por medio del software EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013) con 100 procesos de aleatorización; los estimadores no paramétricos seleccionados fueron: Chao 1, ICE y Bootstrap, tras la revisión bibliográfica. El estimador Chao 1 está basado en la abundancia y se utiliza para cuantificar la rareza, siendo sensible al número de especies raras (Moreno, 2001), es ampliamente utilizado en los inventarios siendo referente en los estudios de arañas y se sugiere su uso para las comunidades tropicales, por su sensibilidad a especies raras (Moreno, 2001; Sørensen *et al.*, 2002; Scharff *et al.*, 2003; Maya-Morales *et al.*, 2012). Por su parte, el estimador ICE (Incidence-based Convergence Estimator) es una modificación de otros estimadores que están basado en la incidencia, utiliza la presencia y ausencia de los ejemplares para cuantificar la rareza; este estimador es considerado más preciso y menos propenso a sesgos por problemas de cobertura (Navarrete y Halffer, 2008). Bootstrap es apropiado para grupos diversos, pero de los cuales la información es limitada, y se basa en la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie (Moreno, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

El uso de varios estimadores de riqueza permite tener una mejor comprensión de la riqueza de especies de una comunidad o del ensamblaje, ya que cada estimador presenta sus propias ventajas y limitaciones en función de las características de la comunidad y de los datos de muestreo disponibles (presencia/ausencia, abundancia, especies raras) (Moreno, 2001; Sørensen, 2002). Esto ofrece una mayor precisión y robustez, proporcionando una medida más completa de la riqueza de especies y reduciendo el sesgo que podría surgir al usar solo un estimador. Además, permite la comparación de los resultados con otros trabajos, ya que no todos los estudios ecológicos utilizan el mismo estimador.

Como una medida de la exhaustividad o integridad del inventario, se calculó la relación entre riqueza observada y la riqueza estimada (Sørensen *et al.*, 2002; Cardoso, 2009) y se evaluó según el criterio propuesto por Cardoso (2009), quién sugiere tres niveles de integridad o completitud: razonable (50%), comprensible (70-80%) y exhaustivo (90%).

Partiendo de estos datos, se elaboraron curvas de acumulación en Excel de Microsoft Office Professional Plus 2016. Se construyó una curva de acumulación de especie para la totalidad del muestreo, donde se consideró para los ejes el número acumulado de morfoespecies observadas y el mes de muestreo se usó como la medida de esfuerzo de muestreo (unidad de muestreo), siguiendo la recomendación de Jiménez-Valverde y Hortal (2003) y Jiménez-Valverde y Lobo (2004). Además, se graficó las curvas de los estimadores Chao 1, ICE y Bootstrap, así como los singletons y doubletons.

#### **4.3. Diversidad efectiva**

El número efectivo de especies se definen como la unidad de medición de la diversidad verdadera; siendo la diversidad verdadera la cantidad de especies "real" que se espera encontrar en una comunidad, siendo una medida que tiene en cuenta tanto la riqueza de especies como la equitatividad en la distribución de las abundancias entre esas especies (Moreno *et al.*, 2011). El exponente q determina la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies, es decir, la contribución relativa de las especies raras y comunes en el cálculo de la diversidad. Los números efectivos de especies incluyen tres medidas de diversidad qD. El orden cero (q=0) equivale al número de especies, otorgándole el mismo

valor a cada una de las especies que conforma la comunidad, el orden 1 ( $q=1$ ) da más peso a las especies abundantes (comunes) y se relaciona con la diversidad de Shannon ( $q=1$ ), y el orden 2 ( $q=2$ ) o diversidad de Simpson otorga mucho más peso a las especies dominantes (Moreno *et al.*, 2011; Chao *et al.*, 2014; Hsieh *et al.*, 2016; Chao *et al.*, 2019). Se utilizó el software online iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016) para calcular la diversidad efectiva para la totalidad del muestreo, tomando en cuenta los datos de abundancia.

En el mismo software iNEXT se construyeron curvas de rarefacción y extrapolación basadas en el tamaño de la muestra (y sus respectivos intervalos de confianza) correspondiente a los órdenes  $q=0$ ,  $q=1$  y  $q=2$  de Número de Hill (Chao *et al.*, 2014; 2019). Las curvas de rarefacción y extrapolación permitieron complementar la información proporcionada por las curvas de acumulación de especies con respecto a la efectividad del muestreo, estimación de la riqueza total de especies en la comunidad estudiada y para estimar el número total de especies que se esperaría encontrar si se siguiera muestreando la comunidad. Además, estandarizan las muestras en función del tamaño de la muestra o la integridad de la muestra y facilitan la comparación de los datos de biodiversidad (Chao *et al.*, 2014).

#### ***4.4. Variación estacional y similitud***

Se construyeron gráficas para apreciar la relación de la precipitación con los atributos del ensamblaje de arañas epigeas durante los meses de muestreo, los atributos considerados fueron: riqueza y abundancia relativas de la totalidad del estudio, abundancia relativa de las cinco morfoespecies y familias más abundantes, sexo, estado de desarrollo y gremio. Además, se calculó el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman para determinar si existía una correlación entre la precipitación con cada uno de los atributos evaluados.

Para saber el grado de similitud/disimilitud entre los meses de muestreos, se calculó el índice de disimilitud de Bray-Curtis y el índice de similitud de Jaccard en el software PAST 4,09 (Hammer *et al.*, 2001; Hammer, 2022), donde también se realizó el análisis de agrupamiento en dendogramas para las morfoespecies y gremios.

## Abreviaturas

Tabla 1. Abreviatura y significados.

n°	Abreviaturas	Significado	n°	Abreviaturas	Significado	n°	Abreviaturas	Significado
1	Ptf-2m	Pitfalls - Barreras de 2 m	44	cf.	Taxonomía "confrótese con"	87	Oon5	<i>Scaphiella sp1</i>
2	Ptf-3m	Pitfalls - Barreras de 3 m	45	Ana1	<i>cf. Anapis sp</i>	88	Par1	<i>Paratropis sp</i>
3	M.M	Muestreo manual	46	Ana2	<i>cf. Anapisona sp</i>	89	Pho1	<i>Mecoloesthus peckorum</i>
4	ni	Abundancia absoluta	47	Any1	<i>cf. Lepajan sp</i>	90	Pho2	<i>Mecoloesthus cornutus</i>
5	pi	Abundancia relativa	48	Any2	<i>cf. Patrera sp</i>	91	Pho3	<i>Mecoloesthus mucuy</i>
6	S	Riqueza	49	Any3	<i>cf. Anyphaenoides sp</i>	92	Pho4	<i>Canaima zerpa</i>
7	Abr	Abril	50	Any4	<i>cf. Lepajan sp 2</i>	93	Pho5	<i>Mecoloesthus falax</i>
8	May	Mayo	51	Ara1	<i>Araneidae 1</i>	94	Pho6	<i>Priscula cf. Andinensis</i>
9	Jun	Junio	52	Ara2	<i>Wagneriana sp</i>	95	Sal1	<i>Salticidae 1</i>
10	Jul	Julio	53	Ara3	<i>Wagneriana sp 2</i>	96	Sal2	<i>cf. Corythalia sp</i>
11	Ago	Agosto	54	Ara4	<i>Araneidae 4</i>	97	Sal3	<i>cf. Acragas</i>
12	Sep	Septiembre	55	Ara5	<i>Araneidae 5</i>	98	Sal4	<i>cf. Corythalia sp2</i>
13	Ana	Anapidae	56	Ara6	<i>Araneidae 6</i>	99	Sal5	<i>Salticidae 5</i>
14	Any	Anyphaeniidae	57	Bar1	<i>Barychelidae 1</i>	100	Scy1	<i>Scytodes univittata</i>
15	Ara	Araneidae	58	Cap1	<i>Nops sp 1</i>	101	Scy2	<i>Scytodes rupestri</i>
16	Bar	Barychelidae	59	Cap2	<i>Nops sublaevis</i>	102	Seg1	<i>Ariadna sp1</i>
17	Cap	Caponiidae	60	Cap3	<i>Nops sp 2</i>	103	Spa1	<i>Sparianthina sp</i>
18	Che	Cheiracanthiidae	61	Che1	<i>Cf. Euthicurus sp</i>	104	Spa2	<i>Sparianthis sp</i>
19	Cor	Corinnidae	62	Cor1	<i>Erendira sp</i>	105	Spa3	<i>Sparianthis sp 2</i>
20	Cte	Ctenidae	63	Cor2	<i>Corinnidae 2</i>	106	Spa4	<i>Sparassidae 4</i>
21	Cyr	Cyrtoucheniidae	64	Cor3	<i>Corinna sp</i>	107	Sym1	<i>Symphytognathidae 1</i>
22	Dip	Dipluridae	65	Cor4	<i>Sterthorrhagus sp</i>	108	Tet1	<i>Tetragnatha sp</i>
23	Lin	Linyphiidae	66	Cor5	<i>Erendira sp2</i>	109	Tet2	<i>Leucague sp</i>
24	Mic	Microstigmatidae	67	Cte1	<i>Caloctenus carbonera</i>	110	Tet3	<i>Tetragnatha sp2</i>
25	Mit	Miturgidae	68	Cte2	<i>Ctenidae 2</i>	111	The1	<i>Theridiidae 1</i>
26	Nes	Nesticidae	69	Cyr1	<i>Bolostromus sp</i>	112	The2	<i>Theridiidae 2</i>
27	Och	Ochyroceratidae	70	Dip1	<i>Masteria sp</i>	113	The3	<i>Theridiidae 3</i>
28	Oon	Oonopidae	71	Dip2	<i>Linotheles sp</i>	114	The4	<i>Theridiidae 4</i>
29	Par	Paratropididae	72	Pro1	<i>Lygromma sp</i>	115	The5	<i>Theridiidae 5</i>
30	Pho	Pholcidae	73	Lin1	<i>Linyphiidae 1</i>	116	The6	<i>Theridiidae 6</i>
31	Pro	Prodidomidae	74	Lin2	<i>Linyphiidae 2</i>	117	The7	<i>Theridiidae 7</i>
32	Sal	Salticidae	75	Lin3	<i>Linyphiidae 3</i>	118	The8	<i>Dipoena sp</i>
33	Scy	Scytodidae	76	Lin4	<i>Linyphiidae 4</i>	119	Thm1	<i>Theridiosomatidae 1</i>
34	Seg	Segestriidae	77	Mic1	<i>Pseudonemesia tabiskey</i>	120	Tho1	<i>Thomisidae 1</i>
35	Spa	Sparassidae	78	Mit1	<i>Miturgidae 1</i>	121	Tho2	<i>Thomisidae 2</i>
36	Sym	Symphytognathidae	79	Nest1	<i>Nesticus sp</i>	122	Tph1	<i>Holothele sp</i>
37	Tet	Tetragnathidae	80	Och1	<i>Ochyrocera c.f. subparamera</i>	123	Ulo1	<i>Uloboridae</i>
38	Tph	Theraphosidae	81	Och2	<i>Ochyrocera sp</i>	124	Zod1	<i>Tenedos sp</i>
39	The	Theridiidae	82	Och3	<i>Ochyrocera sp2</i>	125	SI01	<i>Sin identificar 1</i>
40	Thm	Theridiosomatidae	83	Oon1	<i>Oonopidae 1</i>	126	SI02	<i>Sin identificar 2</i>
41	Tho	Thomisidae	84	Oon2	<i>Aschnaonops jaji</i>	127	SI03	<i>Sin identificar 3</i>
42	Ulo	Uloboridae	85	Oon3	<i>Neoxyphinus gregoblin</i>	128	SI04	<i>Sin identificar 4</i>
43	Zod	Zodariidae	86	Oon4	<i>Varioonops parlata</i>	129	SI05	<i>Sin identificar 5</i>

## RESULTADOS

### 1. Caracterización del ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa

#### 1.1. Composición, riqueza y abundancia de las morfoespecies de arañas epigeas

Los valores del Shapiro Wilk ( $W=0,43899$ ;  $p= 2.04 e^{-16}$ ) y Lilliefors ( $D=0,344$ ;  $p=0,0001$ ) resultantes de las pruebas de Distribución Normal fueron menores al nivel de significancia alfa ( $P<0,05$ ), por lo cual se asume que la distribución de los datos no es normal para su procesamiento.

En total se recolectaron 2.982 arañas durante los seis meses que duró este estudio; de los cuales 112 ejemplares colectados correspondieron a individuos juveniles, pertenecientes a las familias Theridiidae, Pholcidae y Ochyroceratidae, pero que, al carecer de estructuras genitales desarrolladas y caracteres somáticos definitorios, no se tomaron en cuenta para el procesamiento de los datos (Vedel *et al.*, 2015; Tourinho *et al.*, 2017). Por lo cual, el total de arañas contempladas para este estudio fue de 2.870 individuos. Se identificaron un total de 31 familias de arañas, 25 familias pertenecen al infraorden Araneomorphae (80,65%) y 6 familias del infraorden Mygalomorphae (19,36%); de igual forma, se registró un total de 39 géneros y 85 morfoespecies, como se presenta en la Tabla 2.

De las morfoespecies registradas solo se identificaron 53 a nivel de género. De las cuales, 15 fueron identificadas hasta el nivel de especie: *Nops sublaevis* (Caponiidae), *Caloctenus carbonera* (Ctenidae), *Pseudonemesia tabiskey* (Microstigmatidae), *Ochyrocera subparamera* (Ochyroceratidae), *Aschnaonops jaji*, *Neoxyphinus gregoblin* y *Varioonops parlata* (Oonopidae), *Mecoloesthus peckorum*, *Mecoloesthus cornutus*, *Mecoloesthus mucuy*, *Mecoloesthus falax*, *Canaima zerpa* y *Priscula andinensis* (Pholcidae), *Scytodes univittata* y *Scytodes rupestri* (Scytodidae), y 38 morfoespecies podrían ser nuevos registros de especies de arañas para el país. No obstante, a 27 morfoespecies no se les pudo asignar un género y 5 morfoespecies no pudieron ser identificadas a nivel de familia.

Tabla 2. Listado de morfoespecies de arañas epigeas encontradas en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela) 2016. Abundancia absoluta ( $n_i$ ) y Abundancia relativa en porcentaje ( $p_i$ ).

N°	Abreviatura Morfoespecie	Familias	Géneros	Especies	$n_i$	$p_i$ (%)
1	Ana1	Anapidae	<i>cf. Anapis</i>	<i>Anapis sp</i>	2	0,070
2	Ana2		<i>cf. Anapisona</i>	<i>Anapisona sp</i>	1	0,035
3	Any1	Anyphaeniidae	<i>cf. Lepajan</i>	<i>Lepajan sp</i>	20	0,696
4	Any2		<i>cf. Patrera</i>	<i>Patrera sp</i>	5	0,174
5	Any3		<i>cf. Anyphaenoides</i>	<i>Anyphaenoides sp</i>	1	0,035
6	Any4		<i>cf. Lepajan</i>	<i>Lepajan sp2</i>	1	0,035
7	Ara1	Araneidae	<i>Araneidae 1</i>		2	0,070
8	Ara2		<i>Wagneriana</i>	<i>Wagneriana sp</i>	2	0,070
9	Ara3		<i>Wagneriana</i>	<i>Wagneriana sp 2</i>	2	0,070
10	Ara4		<i>Araneidae 4</i>		2	0,070
11	Ara5		<i>Araneidae 5</i>		1	0,035
12	Ara6		<i>Araneidae 6</i>		1	0,035
13	Bar1*	Barychelidae*	<i>Barychelidae 1*</i>		39	1,358
14	Cap1	Caponiidae	<i>Nops</i>	<i>Nops sp1</i>	1	0,035
15	Cap2		<b><i>Nops</i></b>	<b><i>Nops sublaevis</i></b>	2	0,070
16	Cap3		<i>Nops</i>	<i>Nops sp2</i>	1	0,035

17	Che1*	Cheiracanthiidae	<i>cf. Euthicurus sp</i>	<i>Cf. Euthicurus sp</i>	1	0,035
18	Cor1	Corinnidae	<i>Erendira</i>	<i>Erendira sp</i>	91	3,169
19	Cor2		<i>Corinnidae 2</i>		8	0,279
20	Cor3		<i>Corinna</i>	<i>Corinna sp</i>	3	0,104
21	Cor4		<i>Stethorrhagus</i>	<i>Sterthorrhagus sp</i>	2	0,070
22	Cor5		<i>Erendira</i>	<i>Erendira sp2</i>	19	0,662
<b>23</b>	<b>Cte1</b>	<b>Ctenidae</b>	<b><i>Caloctenus</i></b>	<b><i>Caloctenus carbonera</i></b>	<b>46</b>	<b>1,602</b>
24	Cte2		<i>Ctenidae 2</i>		5	0,174
25	Cyr1	Cyrtaucheniiidae	<i>Bolostromus</i>	<i>Bolostromus sp</i>	45	1,567
26	Dip1	Dipluridae	<i>Masteria</i>	<i>Masteria sp</i>	1	0,035
27	Dip2		<i>Linotheles</i>	<i>Linotheles sp</i>	5	0,174
28	Lin1	Linyphiidae	<i>Linyphiidae 1</i>		7	0,244
29	Lin2		<i>Linyphiidae 2</i>		466	16,226
30	Lin3		<i>Linyphiidae 3</i>		4	0,139
31	Lin4		<i>Linyphiidae 4</i>		1	0,035
<b>32</b>	<b>Mic1</b>	<b>Microstigmatidae</b>	<b><i>Pseudonemesia</i></b>	<b><i>Pseudonemesia tabiskey</i></b>	<b>209</b>	<b>7,277</b>
33	Mit1*	Miturgidae*	<i>Miturgidae 1*</i>		1	0,035
34	Nest1*	Nesticidae*	<i>Nesticus*</i>	<i>Nesticus sp*</i>	5	0,174
<b>35</b>	<b>Och1</b>	Ochyroceratidae	<b><i>Ochyrocera</i></b>	<b><i>Ochyrocera c.f. subparamera</i></b>	<b>49</b>	<b>1,706</b>
36	Och2		<i>Ochyrocera</i>	<i>Ochyrocera sp 2</i>	154	5,362
37	Och3		<i>Ochyrocera</i>	<i>Ochyrocera sp3</i>	20	0,696
38	Oon1	Oonopidae	<i>Oonopidae 1</i>		47	1,636
<b>39</b>	<b>Oon2</b>		<b><i>Aschnaonops</i></b>	<b><i>Aschnaonops jaji</i></b>	<b>140</b>	<b>4,875</b>
<b>40</b>	<b>Oon3</b>		<b><i>Neoxyphinus</i></b>	<b><i>Neoxyphinus gregoblin</i></b>	<b>20</b>	<b>0,696</b>
<b>41</b>	<b>Oon4</b>		<b><i>Varioonops</i></b>	<b><i>Varioonops parlata</i></b>	<b>11</b>	<b>0,383</b>
42	Oon5		<i>Scaphiella</i>	<i>Scaphiella sp1</i>	9	0,313
43	Par1	Paratropidae	<i>Paratropis</i>	<i>Paratropis sp</i>	5	0,174
<b>44</b>	<b>Pho1</b>	Pholcidae	<b><i>Mecoloesthus</i></b>	<b><i>Mecoloesthus peckorum</i></b>	<b>30</b>	<b>1,045</b>
<b>45</b>	<b>Pho2</b>		<b><i>Mecoloesthus</i></b>	<b><i>Mecoloesthus cornutus</i></b>	<b>5</b>	<b>0,174</b>
<b>46</b>	<b>Pho3</b>		<b><i>Mecoloesthus</i></b>	<b><i>Mecoloesthus mucuy</i></b>	<b>4</b>	<b>0,139</b>
<b>47</b>	<b>Pho4</b>		<b><i>Canaima</i></b>	<b><i>Canaima zerpa</i></b>	<b>48</b>	<b>1,671</b>
<b>48</b>	<b>Pho5</b>		<b><i>Mecoloesthus</i></b>	<b><i>Mecoloesthus falax</i></b>	<b>18</b>	<b>0,627</b>
<b>49</b>	<b>Pho6</b>		<b><i>Priscula</i></b>	<b><i>Priscula cf. andinensis</i></b>	<b>1</b>	<b>0,035</b>
50	Pro1	Prodidomidae	<i>Lygromma</i>	<i>Lygromma sp</i>	56	1,950
51	Sal1	Salticidae	<i>Salticidae 1</i>		45	1,567
52	Sal2		<i>cf. Corythalia</i>	<i>cf. Corythalia sp</i>	11	0,383
53	Sal3		<i>cf. Acragas</i>	<i>cf. Acragas</i>	77	2,681
54	Sal4		<i>cf. Corythalia</i>	<i>cf. Corythalia sp2</i>	1	0,035
55	Sal5		<i>Salticidae 5</i>		6	0,209
<b>56</b>	<b>Scy1</b>	<b>Scytodidae</b>	<b><i>Scytodes</i></b>	<b><i>Scytodes univittata</i></b>	<b>4</b>	<b>0,139</b>
<b>57</b>	<b>Scy2</b>	<b><i>Scytodes</i></b>	<b><i>Scytodes rupestri</i></b>	<b>1</b>	<b>0,035</b>	
58	Seg1	Segestriidae	<i>Ariadna</i>	<i>Ariadna sp1</i>	2	0,070
59	Spa1	Sparassidae	<i>Sparianthina</i>	<i>Sparianthina sp</i>	239	8,322
60	Spa2		<i>Sparianthis</i>	<i>Sparianthis sp</i>	5	0,174
61	Spa3		<i>Sparianthis</i>	<i>Sparianthis sp2</i>	11	0,383
62	Spa4		<i>Sparassidae 4</i>		2	0,070
63	Sym1	Symphytognathidae	<i>Symphytognathidae 1</i>		124	4,318
64	Tet1	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha</i>	<i>Tetragnatha sp</i>	2	0,070
65	Tet2		<i>Leucague</i>	<i>Leucague sp</i>	2	0,070
66	Tet3		<i>Tetragnatha</i>	<i>Tetragnatha sp2</i>	1	0,035
67	The1	Theridiidae	<i>Theridiidae 1</i>		481	16,748

68	The2		<i>Theridiidae 2</i>		28	0,975
69	The3		<i>Theridiidae 3</i>		53	1,845
70	The4		<i>Theridiidae 4</i>		38	1,323
71	The5		<i>Theridiidae 5</i>		3	0,104
72	The6		<i>Theridiidae 6</i>		1	0,035
73	The7		<i>Theridiidae 7</i>		6	0,209
74	The8		<i>Dipoena</i>	<i>Dipoena sp</i>	1	0,035
75	Thm1	Theridiosomatidae	<i>Theridiosomatidae 1</i>		1	0,035
76	Tho1	Thomisidae	<i>Thomisidae 1</i>		1	0,035
77	Tho2		<i>Thomisidae 2</i>		1	0,035
78	Tph1	Theraphosidae	<i>Holothele</i>	<i>Holothele sp</i>	11	0,383
79	Ulo1	Uloboridae	<i>Uloboridae</i>		1	0,035
80	Zod1	Zodariidae	<i>Tenedos</i>	<i>Tenedos sp</i>	86	2,994
81	SI01				1	0,035
82	SI02				1	0,035
83	SI03	Sin identificar			1	0,035
84	SI04				2	0,070
85	SI05				1	0,035
<b>Abundancia absoluta (ni) de la totalidad del estudio</b>					<b>2870</b>	
<b>Riqueza de morfoespecies en la totalidad del estudio</b>					<b>85</b>	

\* Taxones identificados con claves que no comprenden a los cambios actuales en la taxonomía de arañas.

En negrita las especies identificadas

La familia con la mayor riqueza de morfoespecies fue Theridiidae que contó con ocho (S=8) morfoespecies, seguido de las familias Araneidae (S=6), Pholcidae (S=6), Corinnidae (S=5) y Oonopidae (S=5). Por otra parte, 14 familias registradas solo se encuentran representadas por una morfoespecie de arañas S=1 (singletons) y cinco por dos morfoespecies S=2 (doubletons).

Con respecto a las abundancias, Theridiidae es la familia de arañas que presentó un mayor número de individuos ( $n_i$ ) con un total de 611 ejemplares, que se corresponde con el 21,29% del total de la abundancia del ensamblaje. Las familias más abundantes después de Theridiidae fueron: Linyphiidae ( $n_i= 478$ ; 16,66%), Sparassidae ( $n_i= 257$ ; 8,95%), Oonopidae ( $n_i= 227$ ; 7,91%) y Ochyroceratidae ( $n_i= 223$ ; 7,77%), entre estas cinco familias se concentra el 62,58% de la abundancia del ensamblaje de arañas colectado. Las familias Segestriidae y Thomisidae se encuentran representadas tan solo por  $n_i= 2$  individuos (0,07%), mientras que las familias Cheiracanthiidae, Miturgidae, Theridiosomatidae y Uloboridae solo cuentan con un representante  $n_i=1$  (0,03%) cada una, siendo las familias menos abundantes. El resto de las abundancias (36,93%) se distribuyen entre 20 familias. En la Figura 8 podemos observar cómo se distribuyen las abundancias entre las familias, desde las más abundantes hasta las representadas por un solo individuo.

Se construyó una curva de rango-abundancia para determinar la dominancia de las familias de arañas epigeas en el ensamblaje de la selva nublada de Monte Zerpa (Figura 9). En la curva se aprecia una clara dominancia de las familias Theridiidae (The) y Linyphiidae (Lin), así como una pendiente pronunciada entre las familias de mayor rango y las de menor rango. Una pendiente pronunciada indica poca uniformidad en el ensamblaje y una alta dominancia de las familias de mayor rango. Además, se comparó la curva con los distintos modelos de distribución de abundancia y se calculó el estadístico chi-cuadrado ( $X^2$ ) indicando que las abundancias se ajustan a un modelo Log-Normal ( $X^2=6,5999$ ;  $p<0,05$ ), en el Anexo 7 se puede apreciar estos valores.

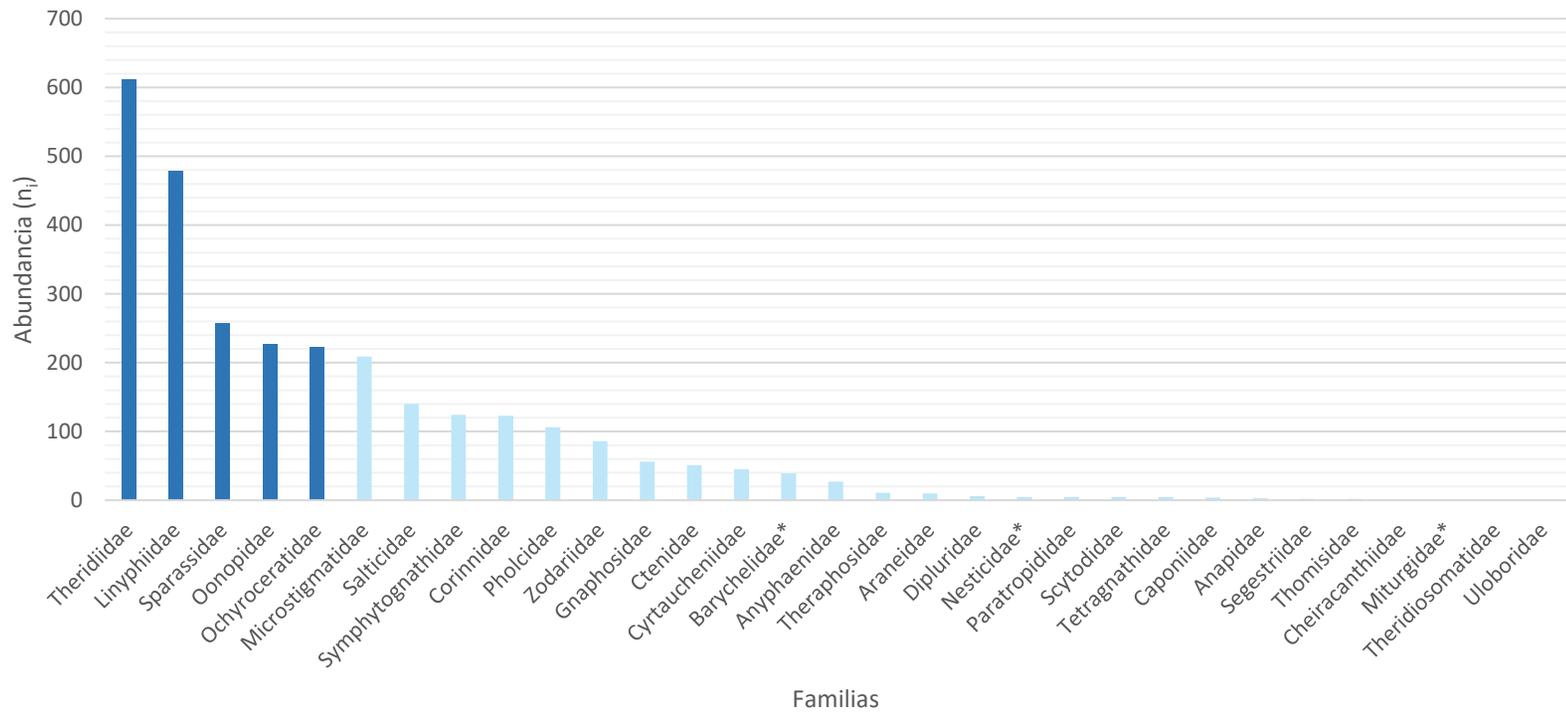


Figura 8. Abundancia absoluta ( $n_i$ ) de las familias de arañas epigeas que componen el ensamblaje en la selva nublada de Monte Zerpa.

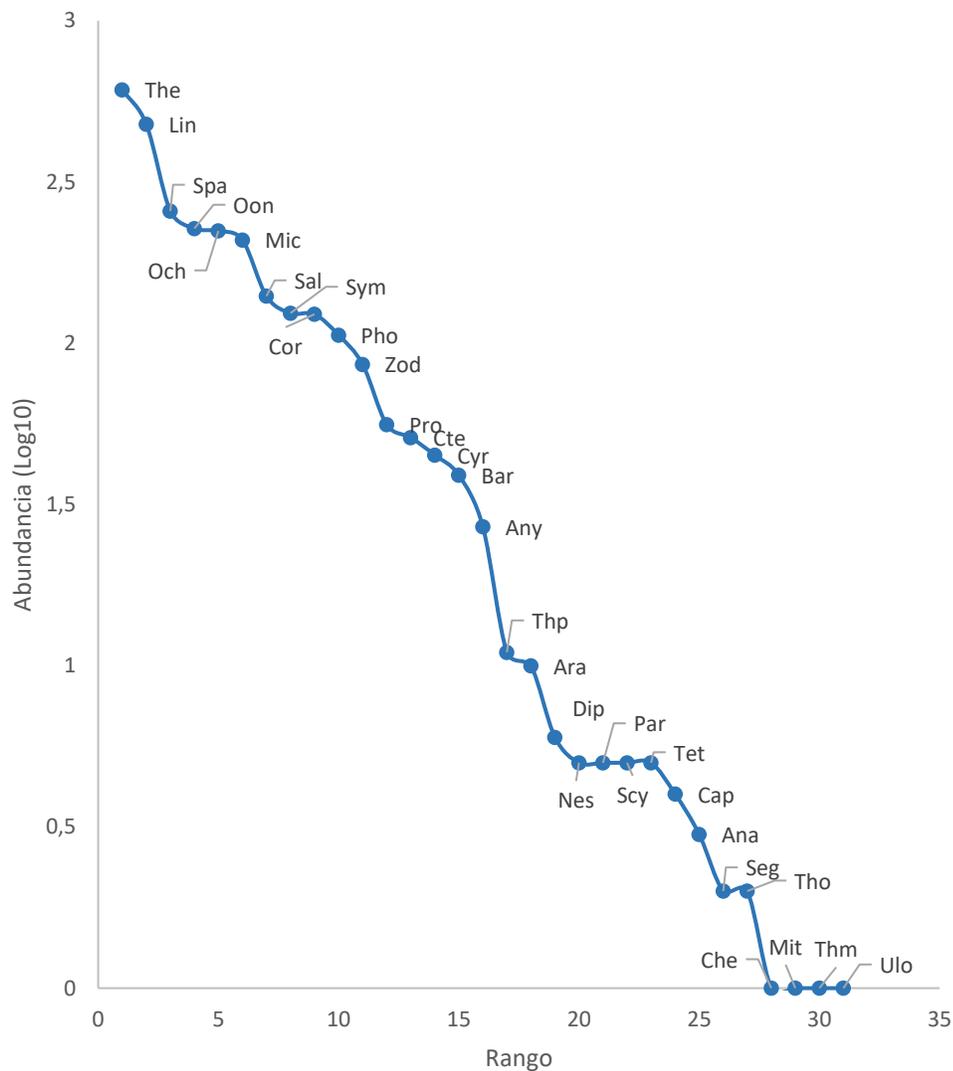


Figura 9. Curva de rango-abundancia de las familias de arañas epigeas encontradas en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela). The: Theridiidae, Lin: Linyphiidae, Spa: Sparassidae, Oon: Oonopidae, Och: Ochyroceratidae, Mic: Microstigmatidae, Sal: Salticidae, Sym: Symphytognathidae, Cor: Corinnidae, Pho: Pholcidae, Cte: Ctenidae, Cyr: Cyrtucheniiidae. Bar: Barychelidae, Any: Anyphaeniidae, Thp: Theraphosidae, Ara: Araneae, Dip: Dipluridae, Nes: Nesticidae, Scy: Scytodidae, Par: Paratropididae, Tet: Tetragnathidae, Cap: Caponiidae, Ana: Anapidae, Seg: Segestriidae, Tho: Thomisidae, Che: Cheiracanthiidae, Mit: Miturgidae, Thm: Theridiosomathidae y Ulo: Uloboridae.

Las cinco morfoespecies más abundantes fueron *Theridiidae 1* (The1) con un total de  $n_i=481$  individuos, aproximadamente el 16,76% de la abundancia colectada; *Linyphiidae 2* (Lin2,  $n_i=466$ ; 16,24%), *Sparianthina sp* (Spa1,  $n_i=239$ ; 8,33%), *Pseudonemesia tabiskey* (Mic1,  $n_i=209$ ; 7,28%) y *Ochyrocera sp2* (Och2,  $n_i=154$ ; 5,37%); entre ellas se concentra el 53,97% de la abundancia total. De las 80 morfoespecies restante, 43 morfoespecies acumula el 44,32% de las abundancias; 12 morfoespecies estuvieron representadas por  $n_i=2$  individuos (0,87%), denominadas doubletons, y 25 morfoespecie por un solo individuo  $n_i=1$  (0,87%), conocidas como singletons, ambos constituirían las especies raras del estudio. En la Figura 10 podemos ver cómo es la distribución de las abundancias entre las morfoespecies con más de 10 individuos, como en el caso de las familias, las abundancias se ajustan a un modelo Log-Normal ( $X^2=6,999$ ;  $p<0,05$ ).

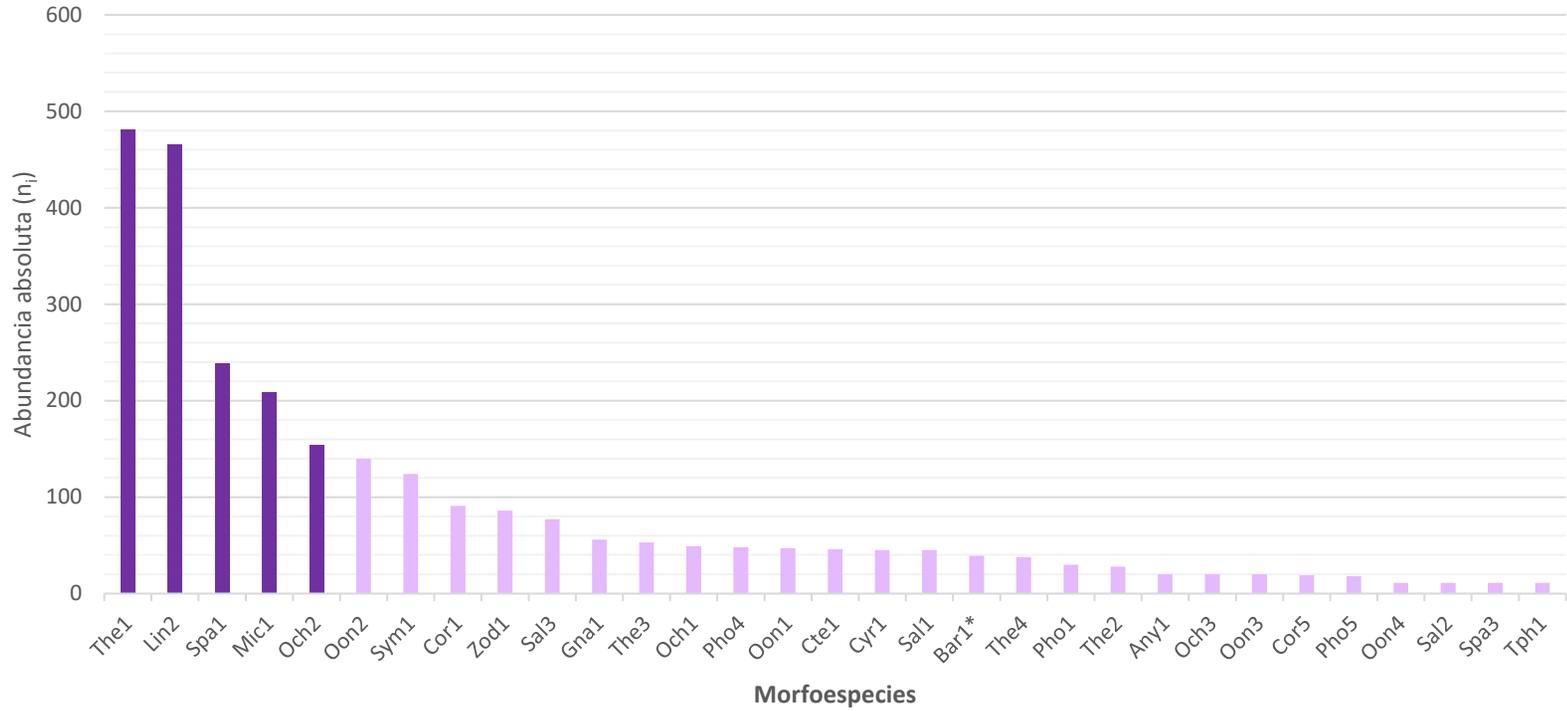


Figura 10. Abundancia absoluta ( $n_i$ ) de las morfoespecies de arañas epigeas que componen el ensamblaje de Monte Zerpa.

En la Figura 11, se observa la curva rango-abundancia para las morfoespecies de arañas. En ella, se aprecia una acentuada diferencia entre las abundancias, donde *Theridiidae 1* (The1) y *Linyphiidae 2* (Lin2) se presentan como las más abundantes, seguidas por *Sparianthina sp* (Spa1), *P. tabiskey* (Mic1) y *Ochyrocera sp2* (Och2), lo que indica una alta dominancia por parte de unas pocas morfoespecies. Destaca la cantidad de especies que ocupan los rangos menores, indicando un alto número de morfoespecies representadas por pocos individuos. La poca uniformidad que se observa en la curva, sugiere un ensamblaje con baja equidad y alta dominancia.

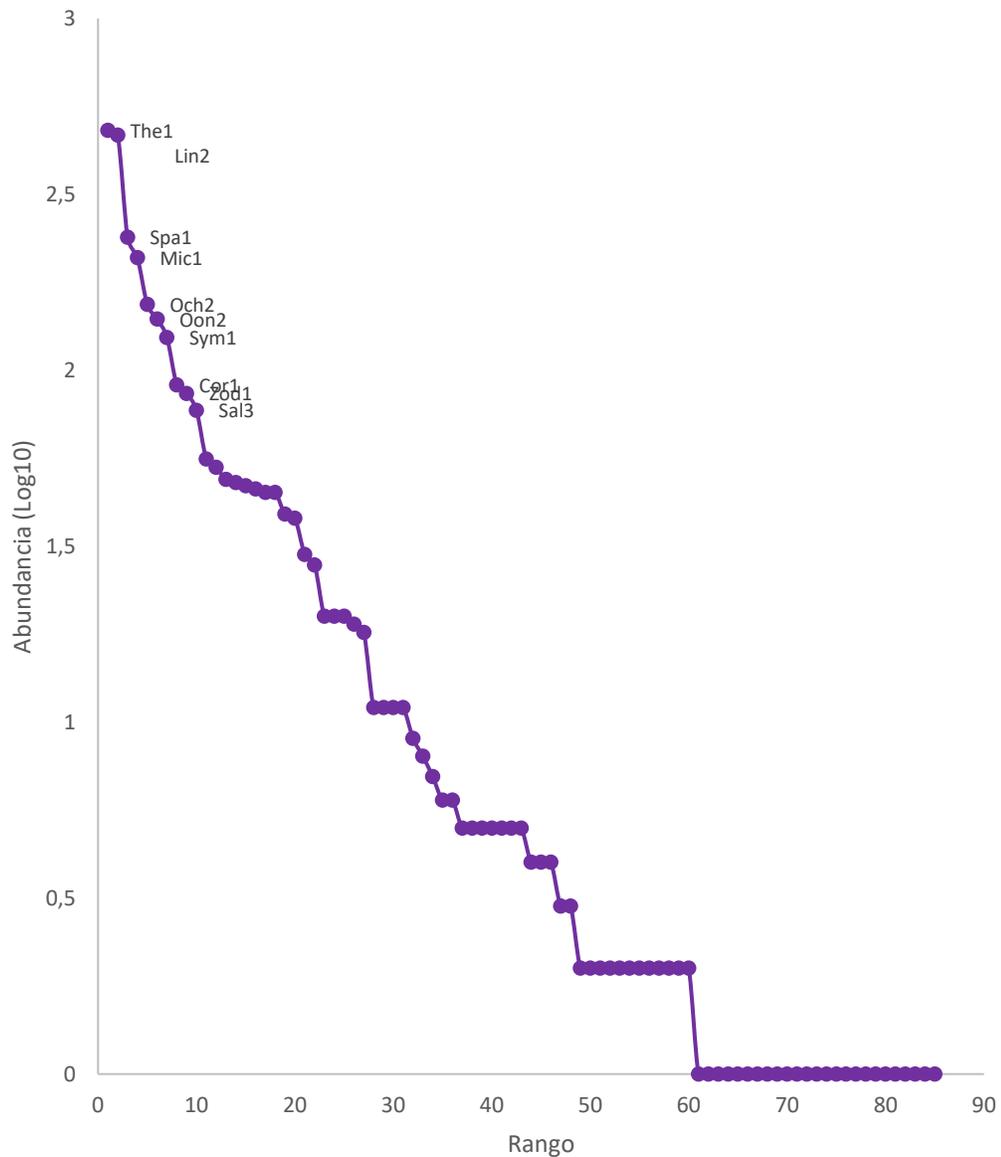


Figura 11. Curva rango-abundancia de las morfoespecies de arañas de un ensamblaje de la selva nublada de Monte Zerpa. Se indican las diez morfoespecies más abundantes: The1: Theridiidae 1, Lin2: Linyphiidae 2, Mic1: Microstigmatidae 1 (*Pseudonemesia tabiskey*), Och2: Ochyroceratidae 2 (*Ochyrocera sp2*), Oon2: Oonopidae 2 (*Aschnaonops jaji*), Sym1: Symphytognathidae 1, Cor1: Corinnidae 1 (*Erendira sp*), Zod1: Zodariidae 1 (*Tenedos sp*), Sal3: Salticidae 3 (*Acragas sp*)

## 1.2. Sexo y estado de desarrollo de las arañas epigeas

Un total de 2.525 arañas colectadas se trataban de adultos plenamente desarrollados, lo cual representaría el 87,98% de la abundancia total del ensamblaje, como podemos apreciar en la Figura 12. A. De igual forma, se contabilizó  $n_i=218$  (7,60%) ejemplares juveniles, mientras que tan solo se colectaron  $n_i=113$  (3,94%) individuos inmaduros. Unas  $n_i=14$  (0,49%) arañas corresponden a ejemplares incompletos que pudieron ser identificados y contabilizados pero que habían perdido los pedipalpos o el abdomen, dificultando la distinción de su estado de desarrollo o sexo. En general, estos valores nos indica una mayor proporción de adultos desarrollados en contraste con adultos inmaduros o juveniles, mostrando diferencias significativas entre las abundancias según la prueba Kruskal Wallis ( $H=14,06$ ;  $P<0,05$ ).

En la Figura 12. B se aprecia la abundancia de los ejemplares adultos, inmaduros, juveniles y “no identificados” por mes de muestreo. La abundancia de adultos se encuentra entre el 75,00% y el 91,53% durante los meses de muestreo, siendo el mes de julio donde se concentró la mayor cantidad de adultos, seguido por el mes de agosto; en comparación, el mes de mayo presentó el mínimo de ejemplares adultos colectados. En el caso de los individuos juveniles, se registró su mayor abundancia durante el mes de mayo (13,10%), mientras que el valor más bajo corresponde al mes de julio (5,08%). Por su parte, los adultos inmaduros mantuvieron abundancias entre 2,87% y 4,90% de la muestra, exceptuando el mes de mayo que contó con una proporción de 11,31%.

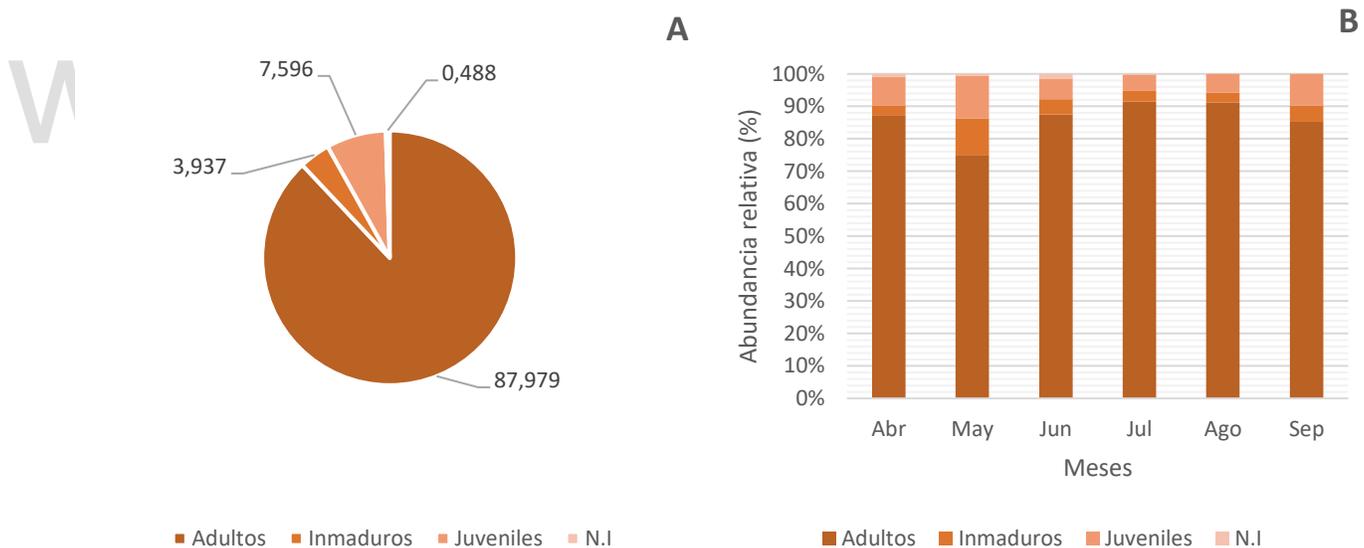


Figura 12. Abundancia relativa en porcentaje (%) de los estados de desarrollos de las arañas epigeas del ensamblaje colectadas en Monte Zerpa, para el total del estudio (A) y cada uno de los meses de muestreo (B)

Como se puede apreciar en la Figura 13. A, del total de arañas colectadas los ejemplares machos representaron el 72,09% de las arañas y las hembras un 19,83%, el 8,08% restante representa a los ejemplares cuyo sexo es desconocido, ya sea por tratarse de juveniles o por carecer de estructuras que permitieran su identificación; mostrando diferencias significativas entre sus medianas según la prueba Kruskal Wallis ( $H= 6,564$ ,  $P<0,05$ ). En la Figura 13. B, se aprecia los patrones de abundancias por meses de muestreo, las abundancias de los ejemplares machos permanecen entre un 66,07% a 76,46% durante

todo el muestreo, mostrando su pico de abundancia durante el mes de agosto y su mínimo en el mes de mayo; la abundancia de las hembras se mantiene entre 17,84% y 21,80%, mostrando su mayor abundancia en el mes de septiembre y la menor en agosto. Los ejemplares no determinados se mantienen entre un rango de 5,30% a 13,69%, concentrando su máxima abundancia durante el mes de mayo y la mínima en julio.

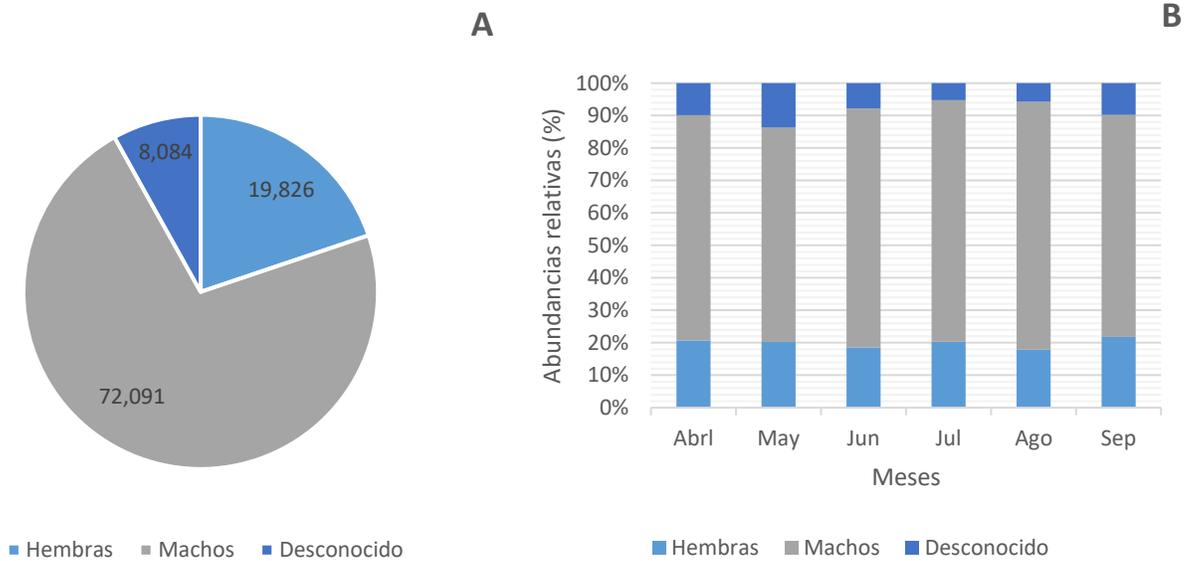


Figura 13. Abundancia relativa en porcentajes (%) de los sexos de arañas epigeas del ensamblaje colectado en Monte Zerpa, para el total del estudio (A) y cada uno de los meses de muestreo (B)

Al agrupar ambas variables (sexo y estado de desarrollo), como se presenta en la Tabla 3, se encontró que la categoría de machos adultos presenta el valor más alto de abundancia absoluta  $n_i=2.007$ , comprendiendo al 69,93% de todo el muestreo, seguido por las hembras adultas ( $n_i=518$ ; 18,05%); mientras que los machos y hembras inmaduros presentaron los valores de abundancias más bajos (2,16% y 1,78% respectivamente). Las arañas juveniles concentraron el 7,60% ( $n_i=218$ ) de todo el muestreo.

Tabla 3. Abundancia absoluta ( $n_i$ ) y relativa en porcentaje (%) de las arañas epigeas de un ensamblaje de Monte Zerpa, considerando su estado de desarrollo y sexo.

Sexo	Adultos	Inmaduros	Total
	$n_i$ (%)	$n_i$ (%)	$n_i$ (%)
Macho	2007 (69,93)	62 (2,16)	2069 (72,09)
Hembra	518 (18,05)	51 (1,78)	569 (19,83)
Desconocido	Juveniles		218 (7,60)
	No identificados		14 (0,49)

### 1.3. Riqueza estimada y diversidad del ensamblaje de arañas epigeas

#### 1.3.1. Estimadores no paramétricos

Tabla 4. Riqueza observada ( $S_{(obs)}$ ), riqueza estimada e integridad del muestreo para un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

	Total
<b>S(obs)</b>	85,00
<b>ICE</b>	109,17 (77,86)
<b>Chao 1</b>	108,07 (78,65)
<b>Bootstrap</b>	95,63 (88,88)
<b>Singletons</b>	25,00
<b>% Singletons</b>	29,41
<b>Doubletons</b>	12,00
<b>% Doubletons</b>	14,12

Al comparar la riqueza observada ( $S(obs)=85$ ) con los valores de riqueza calculados por los estimadores Chao1, ICE y Bootstrap (Tabla 4), se aprecia que no se alcanzó a coleccionar el total de las morfoespecies estimadas por ninguno de los tres métodos, como lo confirma la integridad del muestreo. La diferencia la riqueza observada y estimada nos indica una integridad de muestreo entre el 77, 86% y el 88,88% (según el estimador), indicando un inventario comprensible, pero sin ser exhaustivo. Se presentan también, los valores de *singletons* y *doubletons* para todo el estudio, representando aproximadamente un 29,41% del muestreo en caso de los *singletons* y 14,12% en el caso de los *doubletons*, en total las morfoespecies raras (con uno o dos individuos) representaron el 43,52% del total del inventario.

#### 1.3.2. Curvas de acumulación

En la Figura 14, se puede observar la curva de acumulación para todas las morfoespecies registradas en el ensamblaje ( $S(obs)$ ) así como las curvas para los estimadores de riqueza Chao 1, ICE y Bootstrap y los límites superiores e inferiores con el 95% de confianza para el estimador Chao 1; también se graficó las curvas para los *singletons* y *doubletons*. Ni la curva de acumulación correspondiente a la riqueza observada  $S(obs)$  ni las curvas de los estimadores utilizados llegaron a alcanzar la asíntota, aunque la curva generada para el estimador Chao 1 aparentemente comienza a estabilizarse (la curva correspondiente a su límite superior, se estabiliza); la tendencia general de las curvas indica que aún faltan especies por ser agregadas. La curva generada por la riqueza observada se encuentra bajo los límites de confianza del estimador Chao 1, así como por debajo de las curvas de riqueza estimada. En el caso de las curvas correspondientes a los *singletons* y *doubletons* muestra una tendencia a seguir creciendo, lo que sugiere que aún faltan especies raras por ser colectadas.

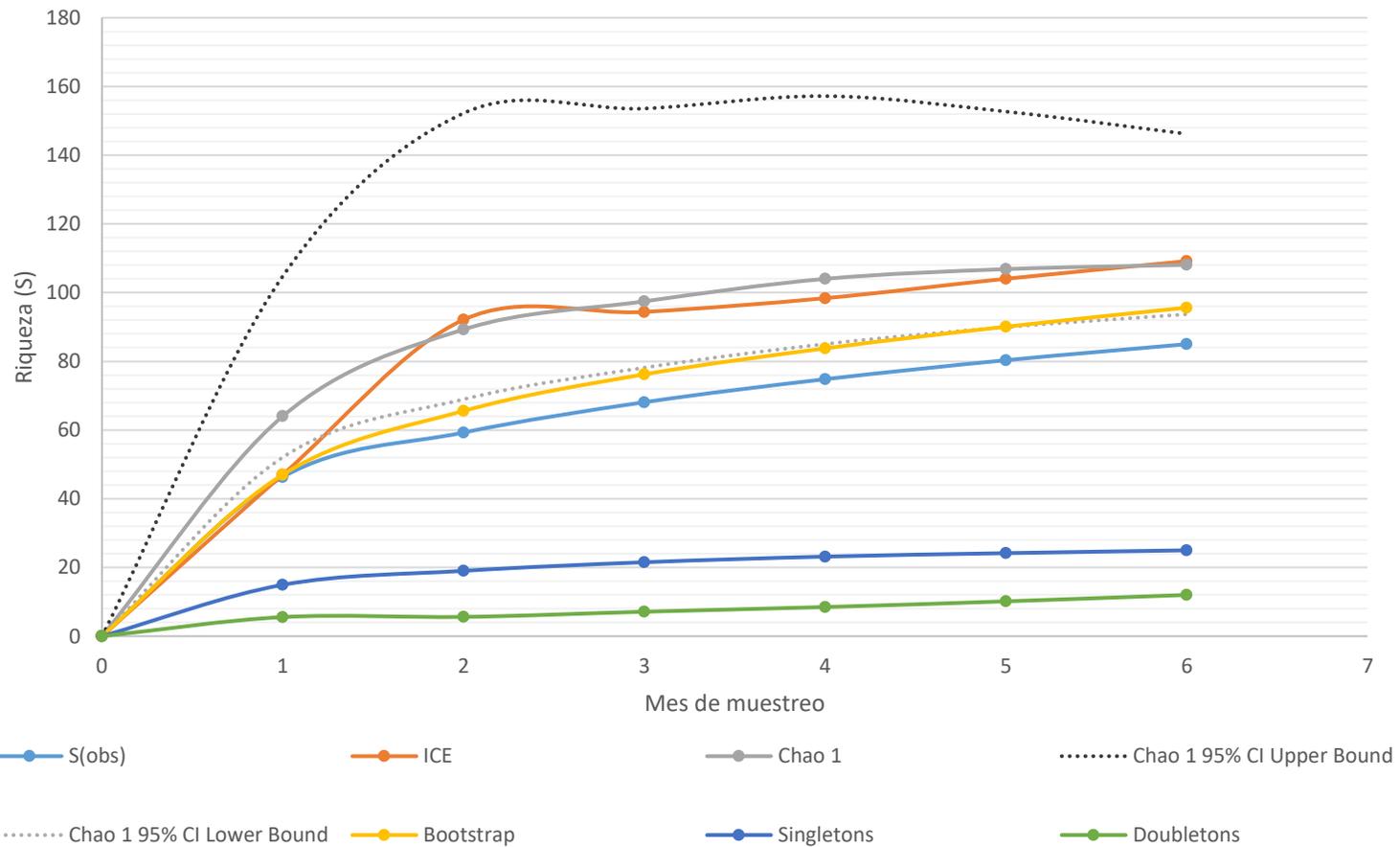


Figura 14. Curva de acumulación para la riqueza observada  $S(obs)$ , los estimadores Chao 1 y sus intervalos de confianza, los estimador no paramétrico ICE y Bootstrap, singletons y doubletons.

### 1.3.3. Diversidad efectiva

Se presenta en la Tabla 5 los valores de diversidad efectiva; el orden  $q=0$  representa la riqueza de especies, dándole un mismo valor a cada una de las especies que compone el ensamblaje; un valor de  $qD_0 = 85$  indica que se han identificado 85 morfoespecies en el área de estudio. El valor de  $q=1$ , corresponde al índice exponencial de Shannon e indica el número de especies comunes a lo largo del muestreo, cada especie cuenta con un peso proporcional a su abundancia; para el ensamblaje este valor correspondería a  $qD_1=21,83$  morfoespecies, el cual sugiere un ensamblaje con muchas especies y cuya distribución es proporcional entre 21,83 morfoespecies, siendo las más comunes. Mientras que el valor de  $q=2$ , el índice inverso de Simpson, señala las especies dominantes con las mayores abundancias en el estudio, el valor para este estudio es de  $qD_2 =12,55$ , indicando el número de especies abundantes colectados. Estos valores sugieren un ensamblaje poco equitativo.

Tabla 5. Índices de diversidad efectiva de orden  $q$  para un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

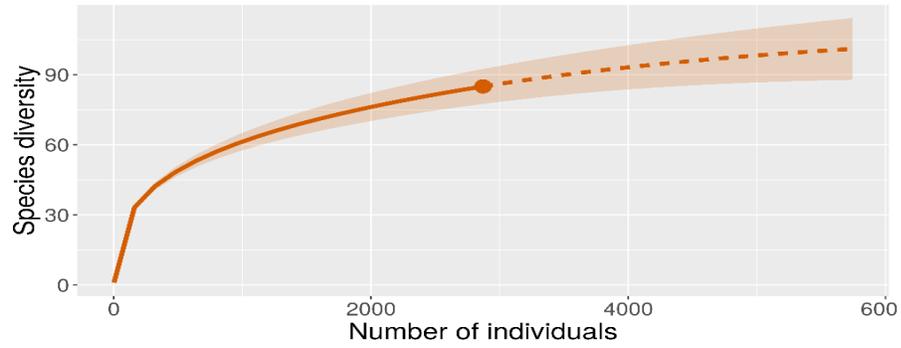
Diversidad efectiva		
Orden	qD	LC qD (95%)
0	85	77,08 ± 92,92
1	21,83	20,77 ± 22,89
2	12,55	11,72 ± 13,38

qD = la diversidad estimada de orden  $q$

LC qD = los límites de confianza inferior y superior de bootstrap para la diversidad de orden  $q$  con el 95% de confianza.

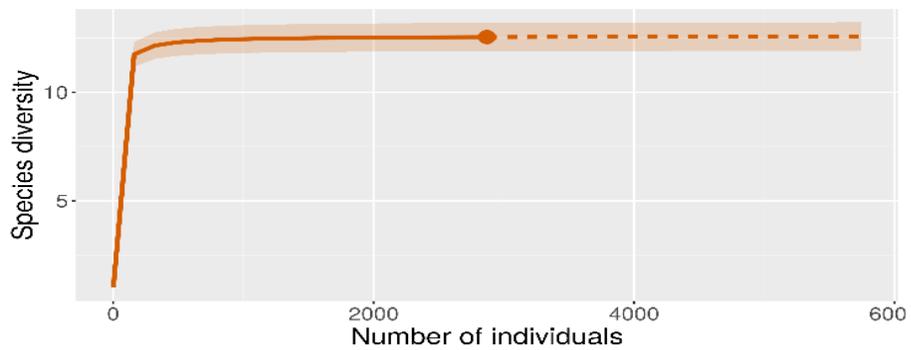
### 1.3.4. Curva de rarefacción y extrapolación

La curva de rarefacción y extrapolación, basada en la riqueza efectiva de especies  $q=0$ , que se presenta en la Figura 15. A, no llega a estabilizarse a pesar de que se agregan más individuos a la muestra en la extrapolación, sin llegar a alcanzar la asíntota; lo cual sugiere que probablemente aún faltan morfoespecies de arañas por registrar en la selva nublada de Monte Zerpa. Las curvas que representan el índice de diversidad efectiva  $q=1$  y  $q=2$  sí llegaron a alcanzar la asíntota, y su representación gráfica no aumenta a pesar de que se les siga agregando individuos a la muestra (Figura 15. B y 15.C, respectivamente) indicando que el número de especies abundantes y dominantes se registró adecuadamente.



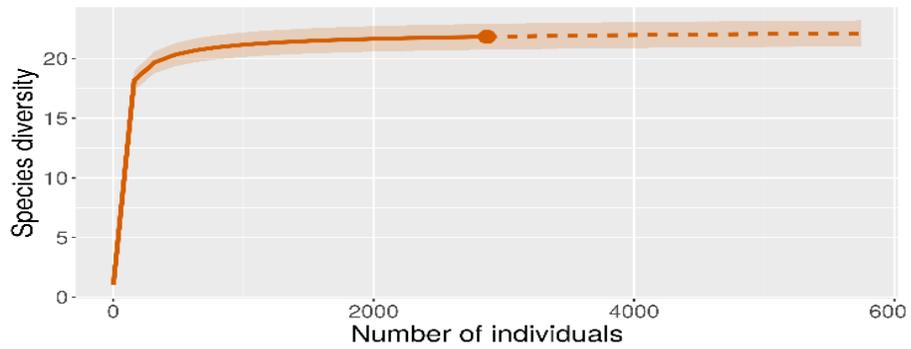
**A**

— interpolated - - - extrapolated



**B**

— interpolated - - - extrapolated



**C**

— interpolated - - - extrapolated



Figura 15. Curva de rarefacción y extrapolación basada en el tamaño de la muestra, para los ordenes  $q=0$  (A),  $q=1$  (B) y  $q=2$  (C) de un ensamblaje de arañas epigeas de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

## 1.4. Composición del ensamblaje de arañas epigeas basada en grupos funcionales y gremios en la selva nublada de Monte Zerpa

### 1.4.1. Grupos funcionales y gremios de arañas

Se colectaron  $n_i=1.194$  ( $p_i=41,60\%$ ) arañas pertenecientes al grupo funcional de las cursoriales y  $n_i=1.192$  ( $p_i=41,53\%$ ) arañas constructoras de telas o tejedoras para el total del muestreo. Se identificaron 8 gremios de arañas en el presente estudio, según la clasificación de Cardoso *et al.* (2011). No se pudo asignar un gremio a  $n_i=484$  (16,86%) arañas, incluyendo a los ejemplares de la familia Linyphiidae y aquellas morfoespecies que no se pudieron asignar a ninguna familia. Los ejemplares pertenecientes a la familia Linyphiidae no se les pudo asignar un gremio, debido a que Cardoso *et al.* (2011) agrupan algunas especies de Linyphiidae como tejedoras de redes de hoja mientras que otras como cazadoras; por lo cual, es necesario identificar las especies de esta familia para poder asignarles un gremio o contar con observaciones de campo sobre sus estilos de vida y patrones de caza. En este estudio, ninguna de las 4 morfoespecies contabilizadas para Linyphiidae se pudo indentificar a nivel de género o especie.

En la Tabla 6 se puede observar la composición gremial del ensamblaje de arañas epigeas colectado en Monte Zerpa, donde el gremio de las Cazadoras (CI) está conformado por el mayor número de familias de arañas, compuesto por un total de seis familias: Anyphaeniidae, Cheiracanthiidae, Ctenidae, Salticidae, Scytodidae y Sparassidae, y cuenta con una riqueza de  $S=18$  morfoespecies. Tanto el gremio de las Cazadoras Terrestres (CT) como el de las constructoras de Redes Orbitales (RO) están compuestos por 5 familias cada uno; no obstante, el gremio RO presenta una riqueza de  $S=14$  morfoespecies mientras que el gremio de las CT cuenta con una riqueza de  $S=13$  morfoespecies de arañas. Aunque el gremio de las Cazadoras por Emboscada (CE) y las tejedoras de Redes de Hojas están representadas cada una por dos familias, el gremio CE es el que presenta la menor riqueza de morfoespecies ( $S=3$ ).

Tabla 6. Composición en función de los gremios de un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa, indicando familias, morfoespecies, abundancias absolutas ( $n_i$ ) y relativas en porcentaje ( $p_i\%$ )

Gremios	Familia	Riqueza de morfoespecies (S)	Abundancia	
			absoluta ( $n_i$ )	Porcentaje (%)
<b>Cazadoras de emboscada (CE)</b>		<b>3</b>	<b>211</b>	<b>7,352</b>
	Microstigmatidae	1	209	7,282
	Thomisidae	2	2	0,070
<b>Cazadoras (CI)</b>		<b>18</b>	<b>481</b>	<b>16,760</b>
	Anyphaeniidae	4	27	0,941
	Cheiracanthiidae	1	1	0,035
	Ctenidae	2	51	1,777
	Salticidae	5	140	4,878
	Scytodidae	2	5	0,174
	Sparassidae	4	257	8,955
<b>Cazadoras especializadas (CS)</b>		<b>4</b>	<b>90</b>	<b>3,136</b>
	Caponiidae	3	4	0,139
	Zodariidae	1	86	2,997
<b>Cazadoras terrestres (CT)</b>		<b>13</b>	<b>412</b>	<b>14,355</b>

Corinnidae	5	123	4,286
Prodidomidae	1	56	1,951
Miturgidae*	1	1	0,035
Oonopidae	5	227	7,909
Paratropididae	1	5	0,174
<b>Redes de detección (RD)</b>	<b>4</b>	<b>97</b>	<b>3,380</b>
Barychelidae*	1	39	1,359
Cyrtoucheniidae	1	45	1,568
Segestriidae	1	2	0,070
Theraphosidae	1	11	0,383
<b>Redes de espacio (RE)</b>	<b>15</b>	<b>722</b>	<b>25,157</b>
Nesticidae*	1	5	0,174
Pholcidae	6	106	3,693
Theridiidae	8	611	21,289
<b>Redes de hoja (RH)</b>	<b>5</b>	<b>229</b>	<b>7,979</b>
Dipluridae	2	6	0,209
Ochyroceratidae	3	223	7,770
<b>Redes orbiculares (RO)</b>	<b>15</b>	<b>144</b>	<b>5,017</b>
Anapidae	2	3	0,105
Araneidae	6	10	0,348
Symphytognathidae	1	124	4,321
Tetragnathidae	4	5	0,174
Theridiosomatidae	1	1	0,035
Uloboridae	1	1	0,035
<b>No asignables a un gremio</b>	<b>4</b>	<b>478</b>	<b>16,655</b>
Linyphiidae	4	128	4,460
Sin Identificar	5	6	0,209

\* Taxones identificados con claves que no comprenden a los cambios actuales en la taxonomía de arañas

En la Figura 16 se visualiza la abundancia de cada uno de los gremios para la totalidad del estudio. El 25,16% de los individuos corresponde al gremio de las constructoras de RE, siendo el gremio más abundante con  $n_i=722$  individuos, seguido por el gremio de CI con  $n_i=481$  ejemplares (16,76%) y CT con un  $n_i=412$  (14,36%). Los gremios que presentan las menores abundancias fue el de CS con  $n_i=90$  (3,14%) y RD con  $n_i=97$  (3,38%). Cabe destacar que estos porcentajes podrían variar si se determina el gremio de las morfoespecies que comprenden a la familia Linyphiidae (Lin), que representa el 16,66% de las arañas colectadas.

La curva de rango-abundancia de los gremios (Figura 17) presenta una repartición uniforme de las abundancias, sin pendientes abruptas; donde el gremio de constructoras de redes de espacio (RE) se posiciona como el dominante, seguido por los gremios de las cazadoras (CI) y cazadoras terrestres (CT). El gremio que presentó una menor dominancia es el gremio de las cazadoras especialistas (CS). Las abundancias se ajustan a un modelo Log-Normal ( $X^2=0$ ,  $p<0,05$ ), puede ver los valores de los demás modelos en el Anexo 7.

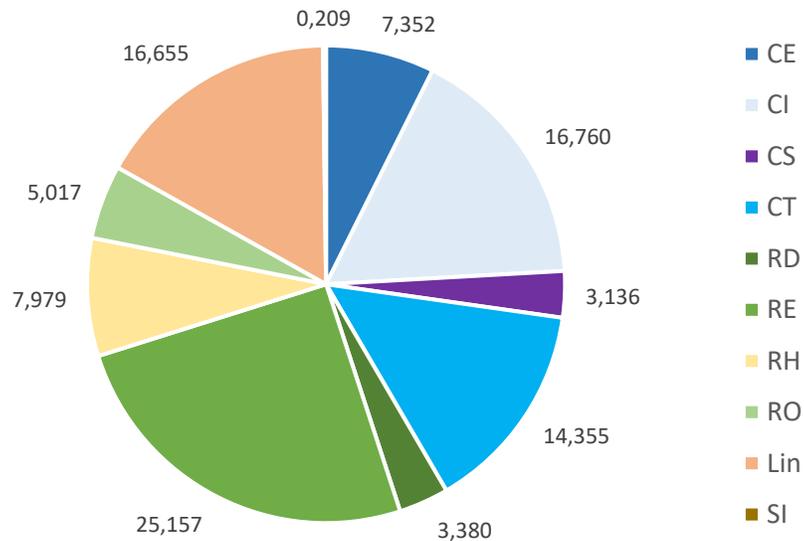


Figura 16. Abundancia relativa en porcentaje (%) para cada uno de los gremios que componen el ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa. CE=Cazadoras de emboscada, CI= Cazadoras, CS= Cazadoras especialistas, CT= Cazadoras de tierra, RD= Constructoras de redes de detección, RE= Constructoras de redes de espacio, RH= Constructoras de redes de hojas, CO= Constructoras de redes orbiculares, Lin= Linyphiidae, SI= Sin identificar.

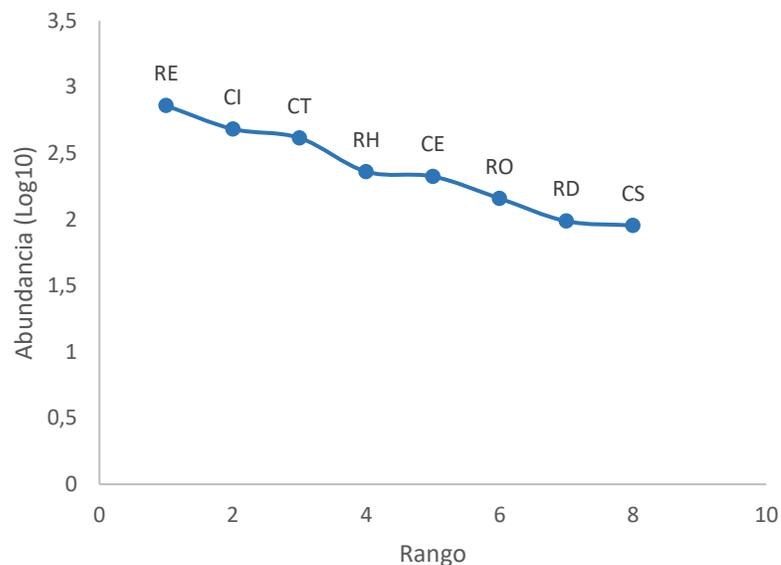


Figura 17. Curva rango-abundancia de los gremios de arañas epigeas presentes en un ensamblaje de la selva nublada de Monte Zerpa. RE= Redes de espacio, CI= Cazadoras, CT= Cazadoras terrestres, RH= Redes de hoja, CE= Cazadoras de emboscada, RO= Redes orbiculares, RD= Redes de detección, CS= Cazadoras especialistas.

#### 1.4.2. Arañas cursoriales o cazadoras

En el presente estudio, se enfocó el muestreo en arañas cursoriales, resultando en la captura de representantes de 4 gremios (Cardoso *et al.*, 2011). El grupo de las arañas cursoriales está representado por 15 familias y una riqueza de  $S=38$  morfoespecies (ver Tabla 6), que comprenden los gremios de: cazadoras de emboscada (CE), cazadoras (CI), cazadoras especialistas (CS) y cazadoras terrestres (CT). En la Figura 18, se presenta las abundancias relativas en porcentaje (%) de cada uno de los gremios que conforman el grupo funcional de las arañas cursoriales, siendo el gremio más abundante entre las arañas cursoriales el gremio de las cazadoras (CI), cuya abundancia representaría el 40,28% ( $n_i=481$ ) de este grupo; seguido por el gremio de las cazadoras terrestres (CT) con 34,51% ( $n_i=412$ ), las cazadoras por emboscadas (CE) que representarían el 17,67% ( $n_i=211$ ) y el menos abundante serían las cazadoras especialistas (CS) con el 7,54% ( $n_i=90$ ).

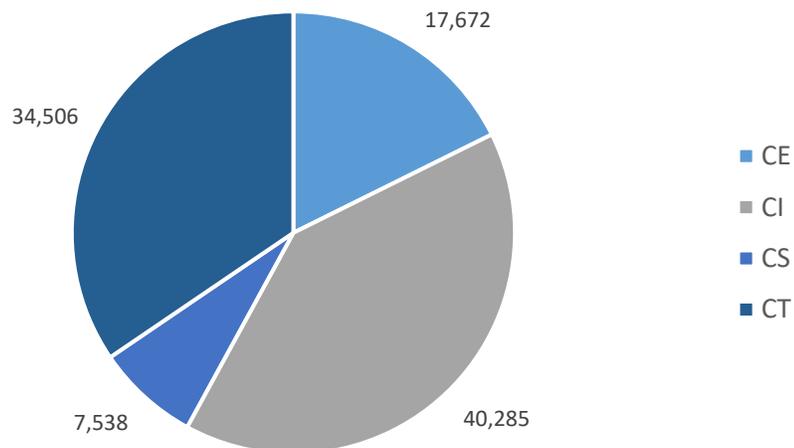


Figura 18. Abundancia relativa en porcentaje (%) de los gremios de arañas cursoriales en un ensamblaje de Monte Zerpa. CE= Cazadoras de emboscadas, CI= Cazadoras, CS= Cazadoras especialistas, CT= Cazadoras de tierra.

El gremio de las CI no solo concentra el mayor número de familias sino la mayor riqueza de morfoespecies ( $S=18$ ), seguido por los gremios CT ( $S=13$ ), CS ( $S=4$ ) y CE ( $S=3$ ). Es importante señalar que dos de las cinco familias más abundantes de todo el estudio, Sparassidae ( $n_i=257$ ) y Oonopidae ( $n_i=209$ ), forman parte del grupo de las cursoriales, específicamente a los gremios CI y CT; también, que la familia Microstigmatidae ( $n_i=209$ ) pertenece al gremio de las CE. En la Figura 19, podemos ver como se distribuyen las abundancias de las morfoespecies por gremios.

Dos de las morfoespecies más abundantes entre los gremios de arañas cursoriales también se encontraron entre las cinco morfoespecies más abundantes de la totalidad del estudio, siendo estas: *Sparianthina sp* (Sp1,  $n_i=239$ ) y *Pseudonemesia tabiskey* (Mic1,  $n_i=209$ ). Si consideramos solo las arañas cursoriales, las morfoespecies más abundantes, aparte de las ya mencionadas, serían *Aschnaonops jaji* (Oon2,  $n_i=140$ ) y *Erendira sp* (Cor1,  $n_i=91$ ) perteneciente al gremio CI y *Acragas sp* (Sal3,  $n_i=77$ ) del gremio CT. Cabe destacar, que un total de 10 morfoespecies que conforman los gremios de arañas cursoriales contaban con una abundancia de  $n_i=1$  individuos y tres morfoespecies con una abundancia de  $n_i=2$ .

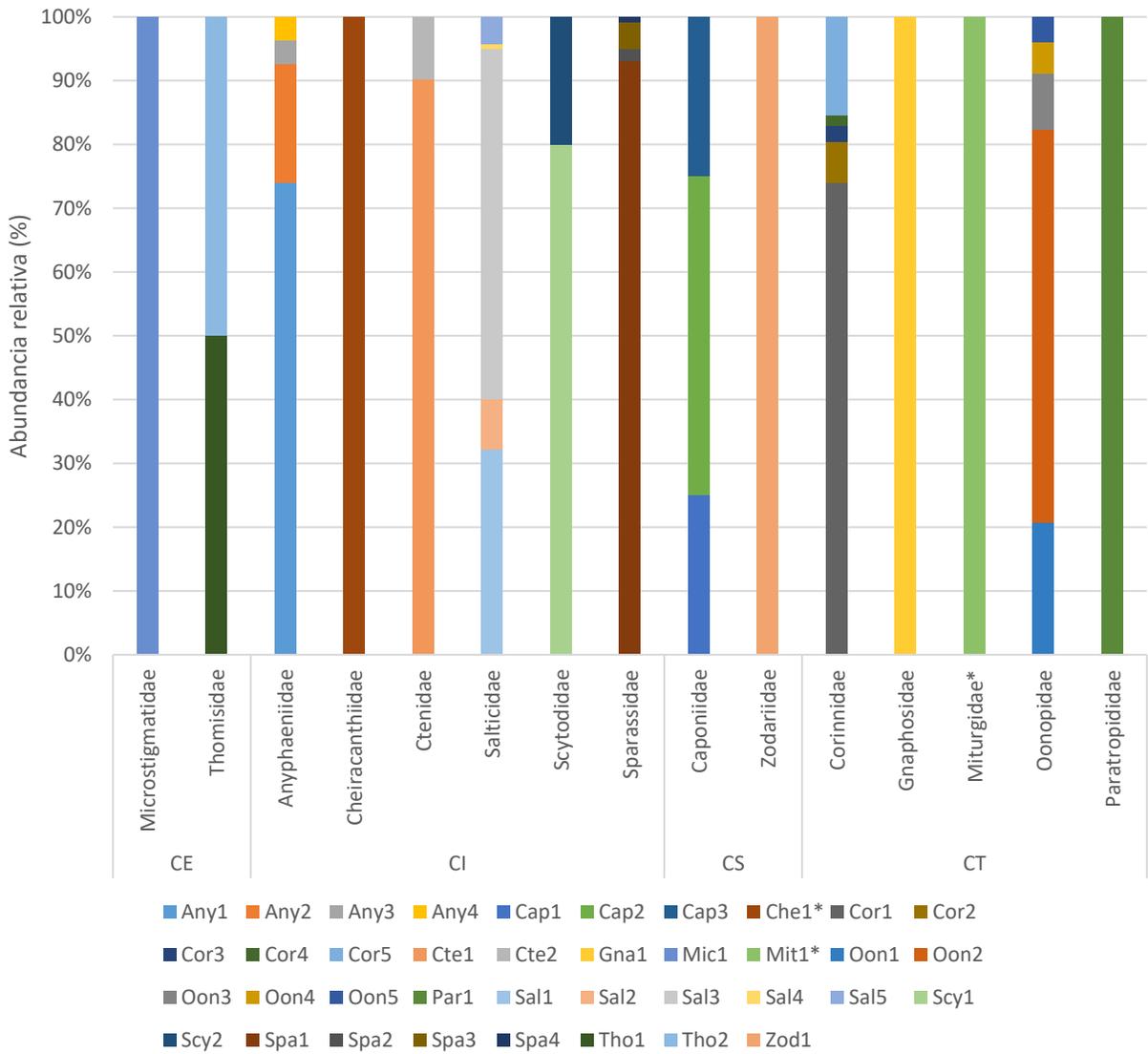


Figura 19. Abundancia relativa en porcentaje (%) y composición taxonómica de los gremios de arañas cursoriales de un ensamblaje de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

## 2. Caracterización del ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa por mes de muestreo

### 2.1. Riqueza observada y abundancias por mes de muestreo

La Tabla 7 presenta un resumen de los atributos del ensamblaje de arañas epigeas de la para cada uno de los meses muestreados. De los seis meses de muestreo, el mes donde se colectó la mayor riqueza de familias y morfoespecies fue agosto con 26 familias y 55 morfoespecies, seguido por septiembre con 24 familias y 52 morfoespecies de arañas; siendo el mes de mayo en el que se registró la riqueza de morfoespecies más baja ( $S=36$ ), pero durante junio y julio se colectaron el menor número de familias. Todos los meses presentaron valores elevados de sigletons y doubletons, entre el 40 al 52% de las morfoespecies colectadas correspondían a ejemplares raros con uno o dos individuos.

Con respecto a la abundancia, abril fue el mes en donde se registró la mayor abundancia de arañas en el cual se colectaron un total de  $n_i=835$  individuos, un 29,09% del total del estudio, agosto ocupó el segundo mes con la abundancia más alta con  $n_i=684$  individuos (23,83%); por el contrario, mayo y junio presentaron las menores abundancias con  $n_i=168$  (5,85%) y  $n_i=344$  (11,99%) respectivamente. De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de Santa Rosa, los meses de junio, julio y agosto corresponden a los meses de bajas precipitaciones y abril, mayo y septiembre presentan mayores precipitaciones.

Tabla 7. Riqueza, abundancia absoluta ( $n_i$ ) y relativa en porcentaje (%) de las morfoespecies de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela), indicando meses de altas (AP) y bajas (BP) precipitaciones.

Atributos	Abril <sup>AP</sup>	Mayo <sup>AP</sup>	Junio <sup>BP</sup>	Julio <sup>BP</sup>	Agosto <sup>BP</sup>	Septiembre <sup>AP</sup>
Familias	22	21	20	20	26	24
Riqueza morfoespecies (S)	47	36	42	46	55	52
Singletons	15	13	15	11	17	20
Doubletons	4	4	4	7	7	7
Morfoespecies raras (%)	40,43	47,22	45,24	39,13	43,64	51,92
Abundancia absoluta ( $n_i$ )	835	168	344	472	684	369
Abundancia relativa (%)	29,09	5,85	11,99	16,45	23,83	12,79

### 2.2. Composición por mes de muestreo

La composición taxonómica de arañas epigeas difirió en cada uno de los meses de muestreo, en la Tabla 8 se puede apreciar los datos de presencia y ausencia para las familias y morfoespecies de arañas; destacan aquellas morfoespecies que se colectaron de forma continua en cada mes de muestreo. En el Apéndice X, se aprecian la abundancia de las familias y morfoespecies por cada mes de muestreo.

Tabla 8. Presencia y ausencia de las familias y morfoespecies de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela), para cada uno de los meses de muestreos, indicando meses de altas (AP) y bajas (BP) precipitaciones

Familias	Morfoespecies	AP		BP			AP
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Anapidae	Ana1	1	0	0	0	0	0
	Ana2	0	0	0	0	1	0
Anyphaeniidae	<b>Any1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Any2	1	0	0	0	1	1
	Any3	0	1	0	0	0	0
	Any4	1	0	0	0	0	0
Araneidae	Ara1	0	0	1	0	1	0
	Ara2	0	0	1	0	0	1
	Ara3	0	1	0	0	0	1
	Ara4	0	1	1	0	0	0
	Ara5	0	0	0	0	0	1
	Ara6	0	0	0	0	1	0
Barychelidae*	<b>Bar1*</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Caponiidae	Cap1	1	0	0	0	0	0
	Cap2	1	0	0	0	1	0
	Cap3	0	0	1	0	0	0
Cheiracanthiidae	Che1*	0	0	0	0	1	0
Corinnidae	<b>Cor1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Cor2	1	0	0	1	1	1
	Cor3	1	0	0	0	1	1
	Cor4	0	0	0	1	0	0
	Cor5	1	0	1	1	1	1
Ctenidae	<b>Cte1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Cte2	0	0	0	1	1	0
Cyrtacheniidae	<b>Cyr1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Dipluridae	Dip1	1	0	0	0	0	0
	Dip2	1	0	0	0	0	0
Prodidomidae	<b>Pro1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Linyphiidae	Lin1	0	1	0	1	1	1
	<b>Lin2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Lin3	0	0	1	1	1	0
	Lin4	0	0	1	0	0	0
Microstigmatidae	<b>Mic1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Miturgidae*	Mit2*	0	1	0	0	0	0
	Nest1*	0	0	0	1	1	0
Ochyroceratidae	<b>Och1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Och2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Och3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Oonopidae	<b>Oon1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Oon2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Oon3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Oon4	1	0	1	1	1	0
	Oon5	1	0	1	0	1	1
Paratropididae	Par1	0	1	0	1	1	1
Pholcidae	Pho1	1	0	1	1	1	1

	Pho2	1	0	1	1	1	0
	Pho3	0	0	0	1	1	1
	<b>Pho4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Pho5	1	1	0	1	1	0
	Pho6	0	0	1	0	0	0
Salticidae	<b>Sal1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Sal2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>Sal3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Sal4	0	0	0	1	0	0
	Sal5	1	0	0	1	1	1
Scytodidae	Scy1	0	1	0	1	0	1
	Scy2	0	0	0	1	0	0
Segestriidae	Seg1	1	0	1	0	0	0
	<b>Spa1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Spa2	0	0	0	0	1	1
	<b>Spa3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Spa4	0	0	1	1	0	0
Symphytognathidae	<b>Sym1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Tetragnathidae	Tet1	1	1	0	0	0	0
	Tet2	0	0	0	0	1	1
	Tet3	0	0	0	0	0	1
Theridiidae	<b>The1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>The2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>The3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>The4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	The5	1	1	0	0	1	0
	The6	0	0	0	0	1	0
	The7	0	0	1	1	1	1
	The8	0	0	0	0	0	1
Theridiosomatidae	Thm1	0	0	0	0	1	0
Thomisidae	Tho1	0	0	0	0	0	1
	Tho2	0	0	0	0	1	0
Theraphosidae	Tph1	0	0	1	1	1	1
Uloboridae	Ulo1	0	0	0	0	0	1
Zodariidae	<b>Zod1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Sin Identificar	SI01	1	0	0	0	0	0
	SI02	0	0	0	0	0	1
	SI03	0	0	0	0	0	1
	SI04	1	0	0	0	0	1
	SI05	0	0	0	0	0	1

En negrita las morfoespecies que se colectaron de forma continua los seis meses de muestreo

Del total de familias capturadas en el estudio, 16 familias se han colectado de manera continua durante los seis meses de muestreos, entre las que destacan: Theridiidae, Linyphiidae, Sparassidae, Oonopidae y Ochyroceratidae, por ser las familias más abundantes de todo el estudio (Tabla 9). Diez familias fueron colectadas entre un mínimo de dos meses de muestreo y un máximo de cinco meses de muestreo, entre las que se encuentran: Anapidae colectada en los meses de abril y agosto, Araneidae en mayo, junio, agosto y septiembre, Caponiidae en abril, junio y agosto, Nesticidae en julio y agosto, Paratropididae en mayo, julio, agosto y septiembre, Scytodidae en mayo, julio y septiembre, Segestriidae

en abril y junio, Tetragnathidae en abril, mayo, agosto y septiembre, Theraphosidae en junio, julio, agosto y septiembre y Thomisidae en agosto y septiembre. Por su parte, cinco familias fueron colectadas de manera exclusiva para un mes de muestreo como se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Familias compartidas para la totalidad del muestreo y exclusivas por meses de muestreo de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

Familias compartidas*		Familias exclusivas			
		Abr	May	Ago	Sep
Anyphaeniidae	<b>Ochyroceratidae</b>	Dipluridae	Miturgidae	Cheiracanthiidae	Uloboridae
Barychelidae	<b>Oonopidae</b>			Theridiosomatidae	
Corinnidae	Pholcidae				
Ctenidae	Salticidae				
Cyrtacheniidae	<b>Sparassidae</b>				
Prodidomidae	Symphytognathidae				
<b>Linyphiidae</b>	<b>Theridiidae</b>				
Microstigmatidae	Zodariidae				

\* Familias colectadas durante los seis meses de muestreo; en negrilla, las cinco familias más abundantes.

Se colectaron 25 morfoespecies de forma continua durante los seis meses de muestreo, donde destacan las morfoespecies dominantes del estudio: *Theridiidae 1* (The1), *Linyphiidae 2* (Lin2), *Sparianthina sp* (Spa 1), *Pseudonemesia tabiskey* (Mic1) y *Ochyrocera sp 2* (Ochy2). Treinta y seis (36) morfoespecies se colectaron al menos en dos meses de muestreo, pero no durante los seis meses que duró el estudio; cabe destacar, que todos los meses presentaron morfoespecies exclusiva, es decir, que solo se colectaron durante ese mes. Se puede observar el listado de las morfoespecies compartidas y exclusivas en la Tabla 10.

Tabla 10. Morfoespecies compartidas para la totalidad del estudio y exclusivas por mes de muestreo de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

Morfoespecies compartidas*	Morfoespecies exclusivas					
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
<i>A. jaji</i>	<i>Cf. Anapis sp</i>	<i>cf. Anyphaenoides sp</i>	<i>Nops sp2</i>	<i>cf. Corythalia sp2</i>	<i>cf. Anapisona sp</i>	<i>Araneidae 5</i>
<i>Barychelidae 1</i>	<i>cf. Lepajan sp2</i>	<i>Miturgidae 1</i>		<i>S. rupestri</i>	<i>Araneidae 6</i>	<i>Dipoena sp</i>
<i>Bolostromus sp</i>	<i>Linotheles sp</i>			<i>Sterthorrhagus sp</i>	<i>C. sublaevis</i>	<i>SI02</i>
<i>C. carbonera</i>	<i>Masteria sp</i>				<i>Cf. Euthicurus sp</i>	<i>SI03</i>
<i>cf. Acragas sp</i>	<i>SI01</i>				<i>Theridiidae 6</i>	<i>Tetragnatha sp2</i>
<i>cf. Corythalia sp</i>					<i>Theridiosomatidae</i>	<i>Thomisidae 1</i>
<i>cf. Lepajan sp</i>					<i>Thomisidae 2</i>	
<i>Erendira sp</i>						
<i>Linyphiidae 2</i>						
<i>Lygromma sp</i>						
<i>N. gregoblin</i>						
<i>O. subparamera</i>						
<i>Ochyrocera sp</i>						
<i>Ochyrocera sp2</i>						
<i>Oonopidae 1</i>						
<i>P. tabiskey</i>						
<i>Salticidae 1</i>						
<i>Sparianthina sp</i>						

*Sparianthis sp2*  
*Symphytognathidae 1*  
*Tenedos sp*  
*Theridiidae 1*  
*Theridiidae 2*  
*Theridiidae 3*  
*Theridiidae 4*

\*Morfoespecies colectadas durante los seis meses de muestreo

### 2.3 Abundancia y dominancia

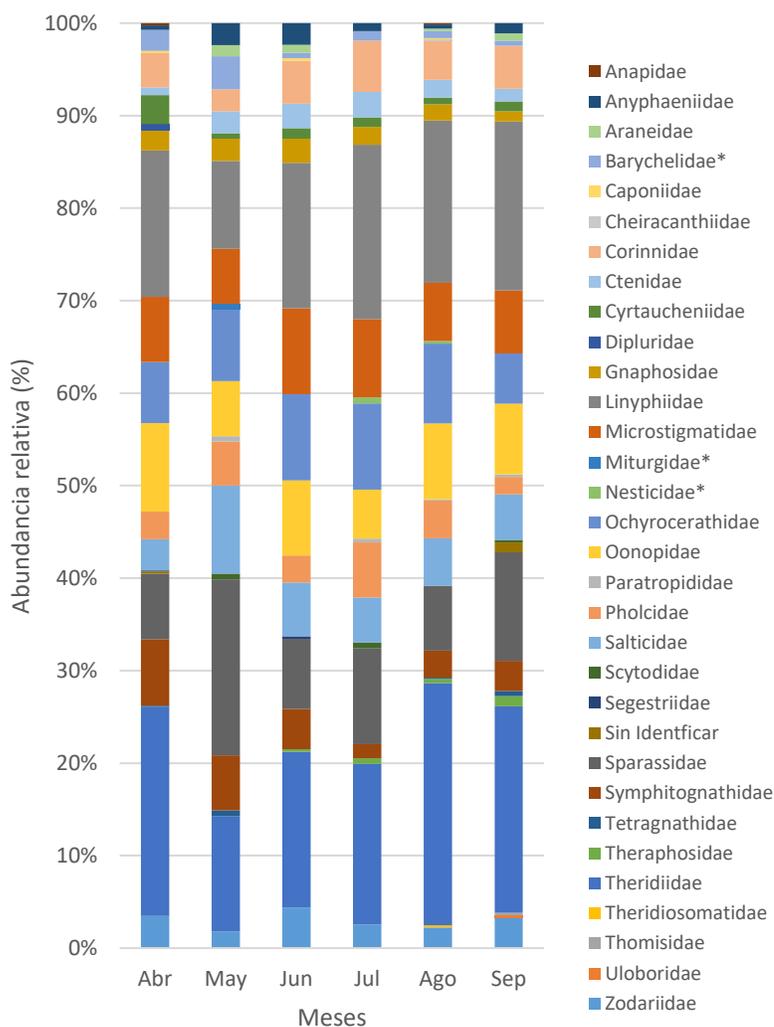


Figura 20. Abundancia relativa (%) por mes de muestreo de las familias de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela).

En la Figura 20, se presentan las abundancias relativas para cada una de las familias registradas en este estudio, donde la familia Theridiidae fue la familia más abundante en cuatro de los seis meses de muestreos: abril ( $n_i=189$ ; 23,63%), junio ( $n_i=58$ ; 16,86%), agosto ( $n_i=179$ ; 26,17%) y septiembre ( $n_i=82$ ;

22,34%); en el mes de mayo, la familia Sparassidae fue la más abundante ( $n_i=32$ ; 19,95%) y en julio la familia Linyphiidae fue la dominante ( $n_i=89$ ; 18,86).

Se construyeron curvas de rango-abundancia para cada uno de los meses de muestreo, para determinar las morfoespecies dominantes para cada mes (Figura 21). Se observa que las seis curvas presentan una pendiente pronunciada que indica poca equidad en cada muestreo y una alta dominancia por las morfoespecies de más alto rango. La morfoespecie *Linyphiidae sp2* (Lin2) fue la más abundante durante el mes de junio, julio y septiembre, por su parte *Theridiidae sp1* (The1) fue la más abundante durante el mes de abril y agosto, mientras la morfoespecie que predominó en el mes de mayo fue *Sparianthina sp* (Spa1). Aunque sus abundancias difirieron entre los seis meses de muestreo, las morfoespecies que dominaron fueron *Theridiidae sp1* (The1), *Linyphiidae sp2* (Lin2), *P. tabiskey* (Mic1), *Ochyrocera sp2* (Och2), *Symphytognathidae sp1* (Sym1) y *A. jaji* (Oon2). Los valores de abundancia para cada uno de las morfoespecies por mes de muestreo, se pueden observar en el Anexo 2.

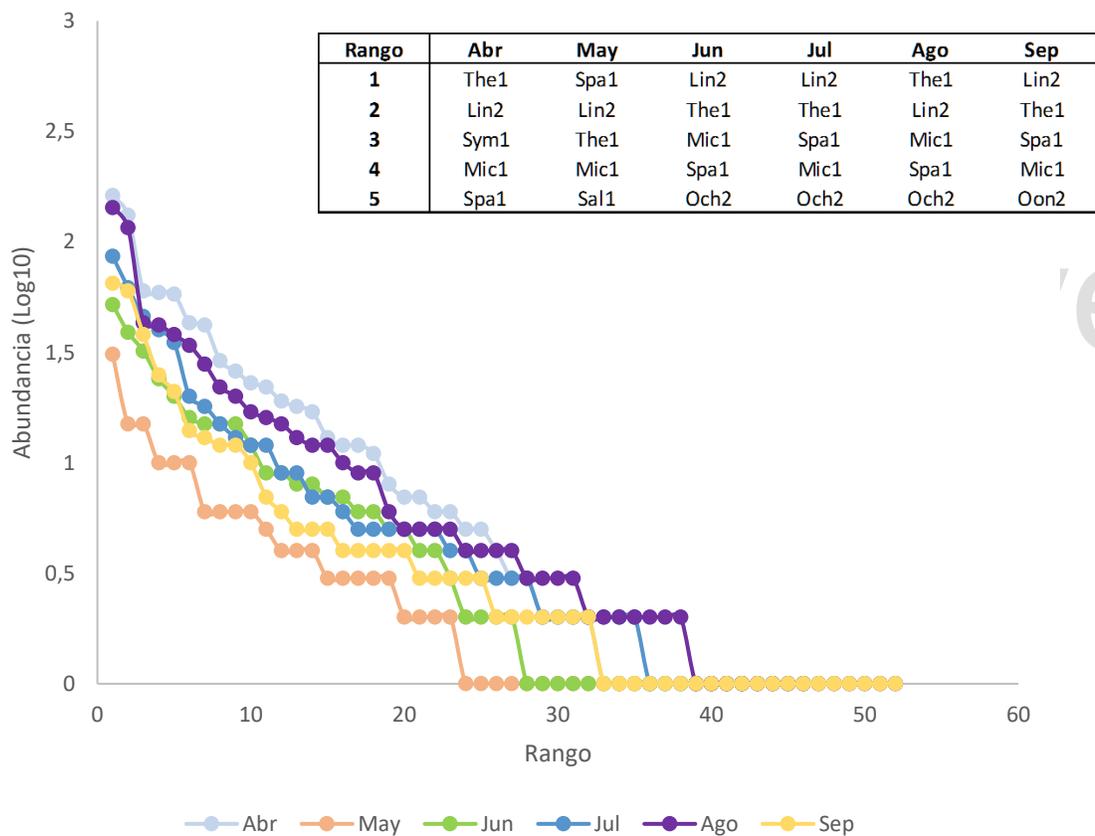


Figura 21. Curvas de rango-abundancia de las morfoespecies de arañas epigeas de un ensamblaje en la selva nublada de Monte Zerpa para cada uno de los meses de muestreo.

Por medio de la prueba Kruskal-Wallis se determinó que existen diferencias significativas entre las abundancias de las familias y morfoespecies de arañas epigeas para cada uno de los meses de muestreos, con un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ . Se encontraron diferencias significativas entre los valores de abundancia absoluta de las morfoespecies de arañas de muestreo ( $H= 11,31$ ;  $P<0,05$ ), en Figura 22 se puede apreciar las diferencias entre las medias.

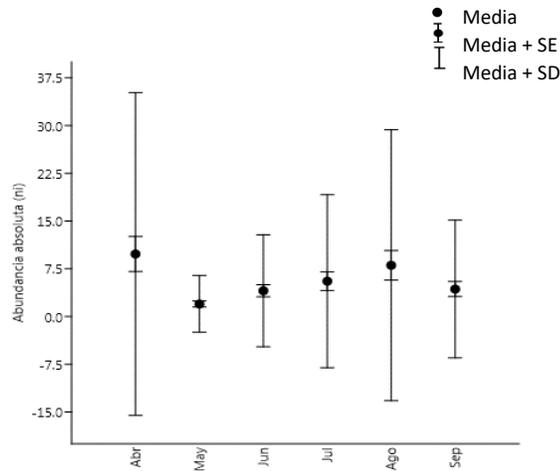


Figura 22. Diferencias entre las medias mensuales de las abundancias para cada mes de muestreo de un ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela). SE= Error estándar, SD= Desviación estándar.

#### 2.4. Grupos funcionales y gremios de arañas por meses de muestreo

La presencia de los grupos funcionales durante los meses de muestreo se mantiene constante. Las arañas cursoriales se presentan como el grupo más abundante durante el mes de mayo ( $n_i=90$ ; 53,57%), julio ( $n_i=159$ ; 43,32%) y agosto ( $n_i=206$ ; 43,64%), mientras que las arañas constructoras de telas registraron sus mayores abundancias durante los meses de abril ( $n_i=384$ ; 45,99%), junio ( $n_i=126$ ; 36,63%) y septiembre ( $n_i=306$ ; 44,74%). En la Figura 23. A, podemos ver cómo varían las abundancias de las arañas tejedoras, cursoriales y aquellas a las que no se les pudo clasificar en un gremio.

De igual forma, la Figura 23. B se observa la variación de las abundancias para cada uno de los gremios de arañas por meses de muestreo. Las arañas constructoras de redes de espacio (RE) fueron el gremio dominante los meses de abril ( $n_i=214$ ), junio ( $n_i=89$ ), julio ( $n_i=68$ ), agosto ( $n_i=113$ ) y septiembre ( $n_i=89$ ), solo en el mes de mayo el gremio de las cazadoras (CI) presentó una mayor abundancia ( $n_i=57$ ) que el gremio RE. Las menores abundancias difirieron entre meses, en abril, mayo y septiembre, las menores abundancias correspondieron para el gremio de las cazadoras especialistas (CS) con valores  $n_i=31$ ,  $n_i=3$  y  $n_i=12$  respectivamente, en junio y julio las constructoras de redes de detección (RD) presentaron una menor abundancia ( $n_i=10$  y  $n_i=8$ ), mientras que para agosto el gremio de arañas constructoras de redes orbiculares (RO) presentó las menores abundancias ( $n_i=7$ ). También se elaboró curvas de rango-abundancia para cada uno de los meses de muestreos en función del gremio, en donde se puede apreciar una distribución uniforme de las abundancias entre los distintos gremios (Figura 24); esto sugiere una comunidad equitativa.

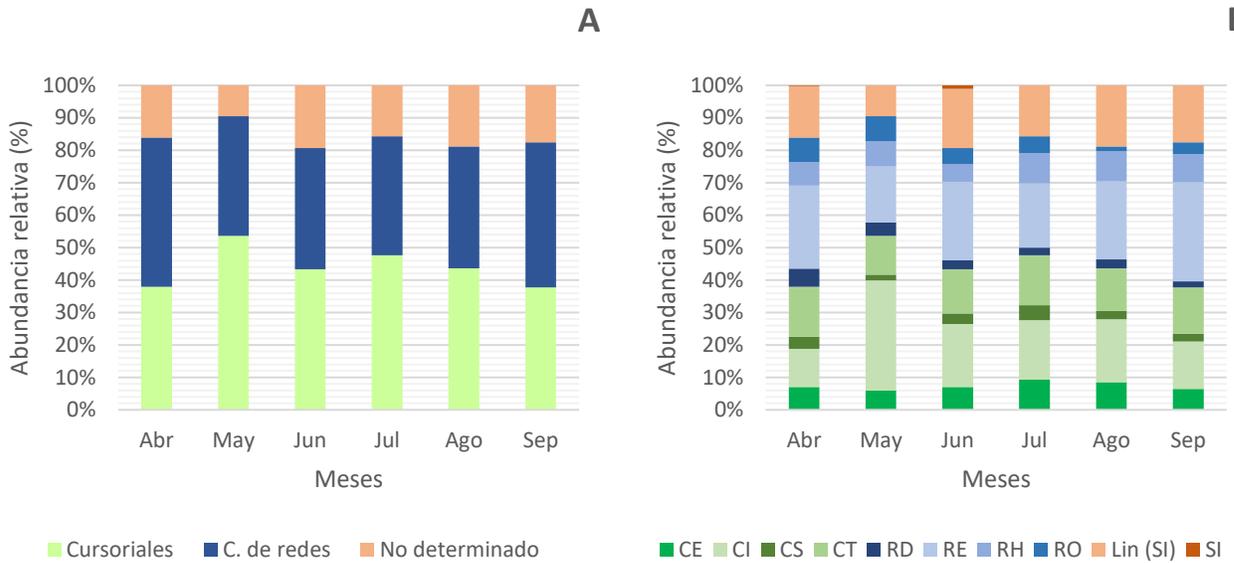


Figura 23. Abundancia relativa en porcentaje (%) por mes de muestreo de los grupos funcionales (A) y los gremios (B) de un ensamblaje de arañas epigeas de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

Se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar si existía diferencias significativas entre las medias de las abundancias de los gremios de arañas, durante los meses de muestreo. El resultado confirma que existe diferencia entre los meses ( $H=12,92$ ;  $P<0,05$ ). Se puede apreciar la distribución de las medias en la Figura 25, cabe mencionar, que para esta prueba solo se utilizaron las abundancias de los gremios plenamente identificados.

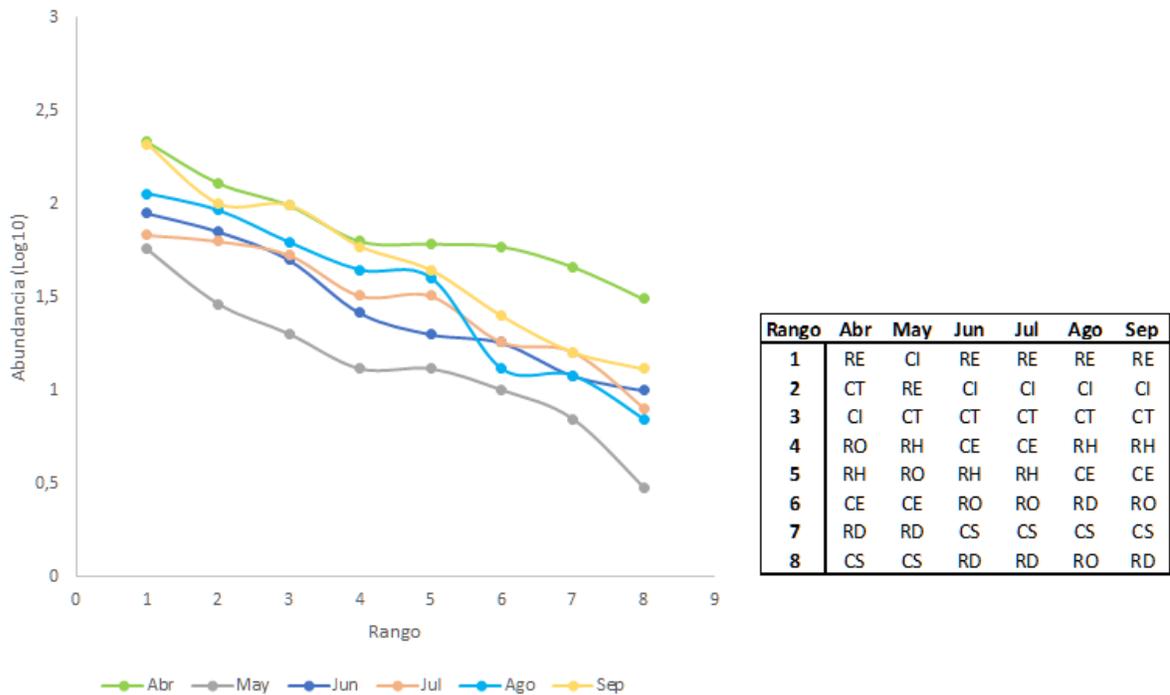


Figura 24. Curvas rango-abundancia de los gremios de arañas epigeas para cada uno de los meses de muestreos en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

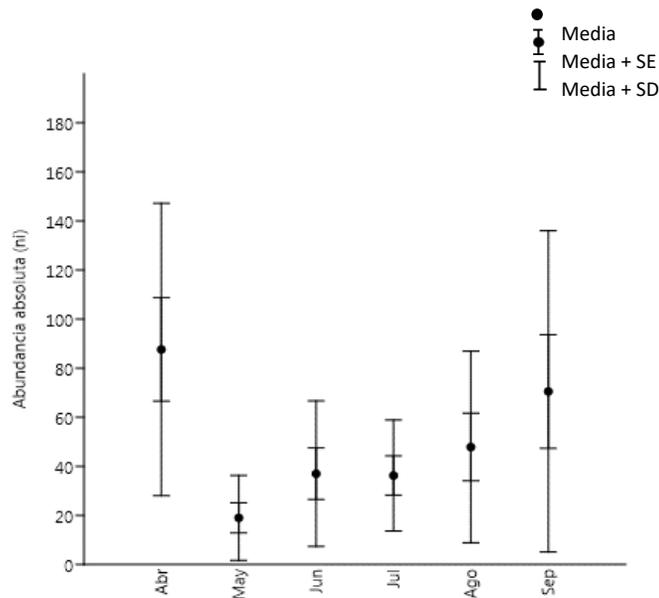


Figura 25. Diferencias de las medias de la abundancia absoluta ( $n_i$ ) de los gremios de arañas por mes de muestreo. ES= Error estándar. DS= Desviación estándar.

#### 2.4.1. Arañas cursoriales por meses de muestreo

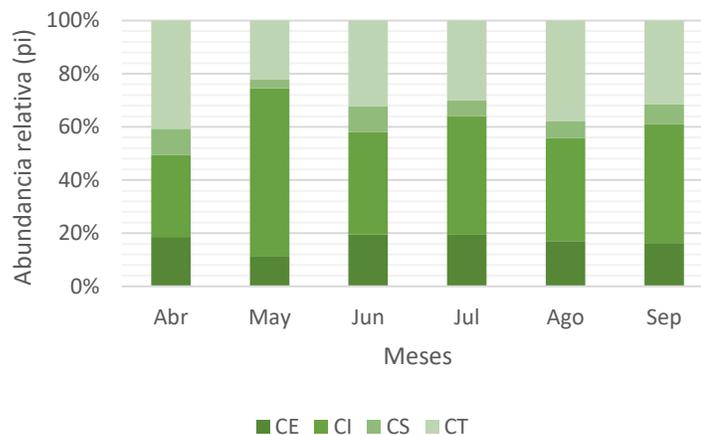


Figura 26. Abundancia relativa de los gremios de arañas cursoriales de un ensamblaje de arañas epigeas por mes de muestreo en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela).

La Figura 26, muestra cómo se distribuyen las abundancias de los gremios de arañas cursoriales durante los meses de muestreo. En el mes de abril, la mayor abundancia corresponde con el gremio de cazadoras terrestres (CT,  $n_i=129$ ), sin embargo, el gremio de las cazadoras (CI) presentó las mayores

abundancias durante los meses de mayo ( $n_i=57$ ), junio ( $n_i=63$ ), julio ( $n_i=92$ ), agosto ( $n_i=100$ ) y septiembre ( $n_i=71$ ), con abundancias relativas superiores al 38%; seguido por el gremio de cazadoras terrestres (CT). Las menores abundancias corresponden al gremio de las cazadoras especialista (CS), su abundancia relativa no supero el 10% en ninguno de los meses de muestreo.

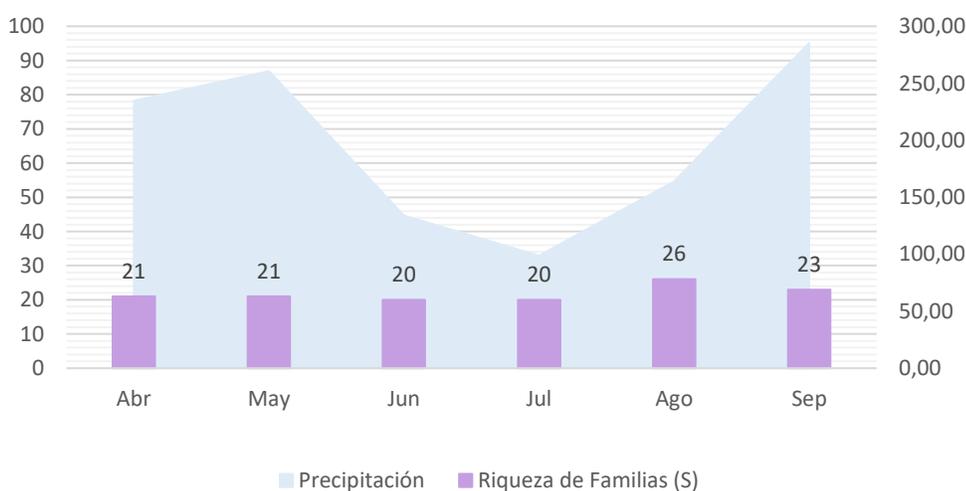
[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

### 3. Variación estacional

En la Figura 27. A se puede apreciar los valores de riqueza de las familias con respecto a la precipitación; en donde se vislumbra un mayor número de familias de arañas colectadas en los meses de agosto y septiembre, correspondiente al periodo de transición de los meses de bajas precipitaciones a altas precipitaciones. Mientras que el menor número de familias fue colectado durante los meses de junio y julio (bajas precipitaciones). Al calcular el coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s=0,6179$ ;  $P > 0,05$ ) indica que hay una correlación positiva, sin embargo, el valor de  $P > 0,05$ , no hay evidencia estadística suficiente para asumir una correlación entre la precipitación y la riqueza de familias de arañas.

Spearman's  $r_s= 0,61791$ ;  $p=0,22222$

A



Spearman's  $r_s= 0,14286$ ;  $p=0,75833$

B

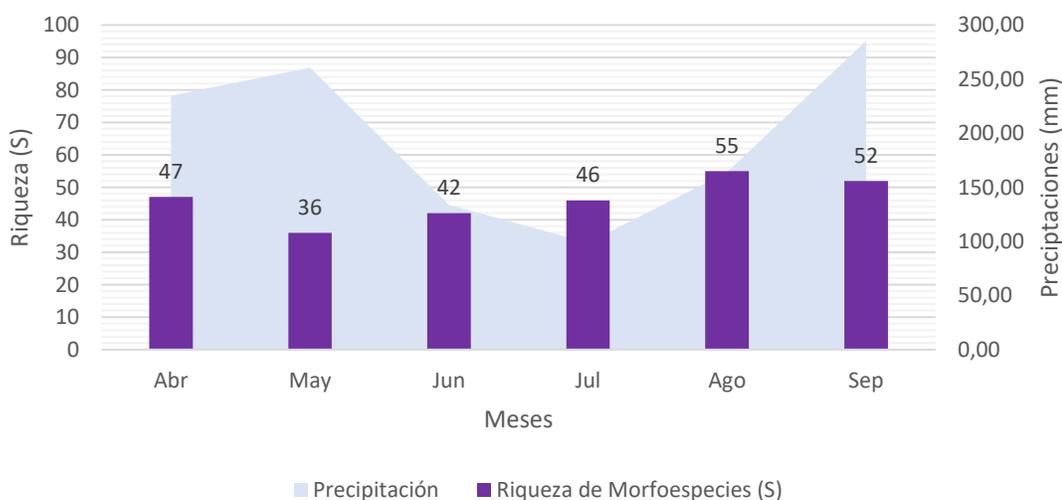


Figura 27. Riqueza de familias (A) y morfoespecies (B) de un ensamblaje de arañas epigeas por mes de muestreo, en relación con la precipitación

En el caso de la riqueza de morfoespecies de arañas (Figura 27. B) se observó una mayor riqueza durante los meses de agosto, septiembre y abril, donde abril corresponde a un periodo de alta precipitaciones, agosto corresponde a un mes de transición de menores precipitaciones a un periodo de mayor precipitación que inicia con el mes de septiembre. Por el contrario, presenta los menores valores de riqueza durante los meses de bajas precipitaciones (junio y julio), con la excepción de mayo, donde fue registrada la menor riqueza ( $S=36$ ), probablemente asociado a los errores en el muestreo. El coeficiente de correlación de Spearman no indica una correlación significativa ( $r_s=0,14286$ ;  $P > 0,05$ ) entre la riqueza de morfoespecies y la precipitación.

Por su parte, en la Figura 28, podemos apreciar las abundancias relativas ( $p_i$ ) para cada uno de los meses de muestreo para la totalidad del ensamblaje. El mes de abril presenta la mayor abundancia de arañas colectadas, mientras que el mes de mayo la menor cantidad de individuos, ambos meses corresponden a la estación de altas precipitaciones; como ya se ha mencionado, la abundancia registrada para el mes mayo puede ser consecuencia en la toma de muestras. La abundancia del ensamblaje tiende a aumentar durante los meses de menores precipitaciones, presentando un segundo pico de abundancia durante el mes de agosto, disminuyendo para el mes de septiembre. Los valores del coeficiente de correlación de Spearman revelan una relación negativa entre la abundancia relativa y las precipitaciones; no obstante, los valores indican que el resultado no es estadísticamente significativo.

Spearman's  $r_s = -0,2$ ;  $p = 0,65833$

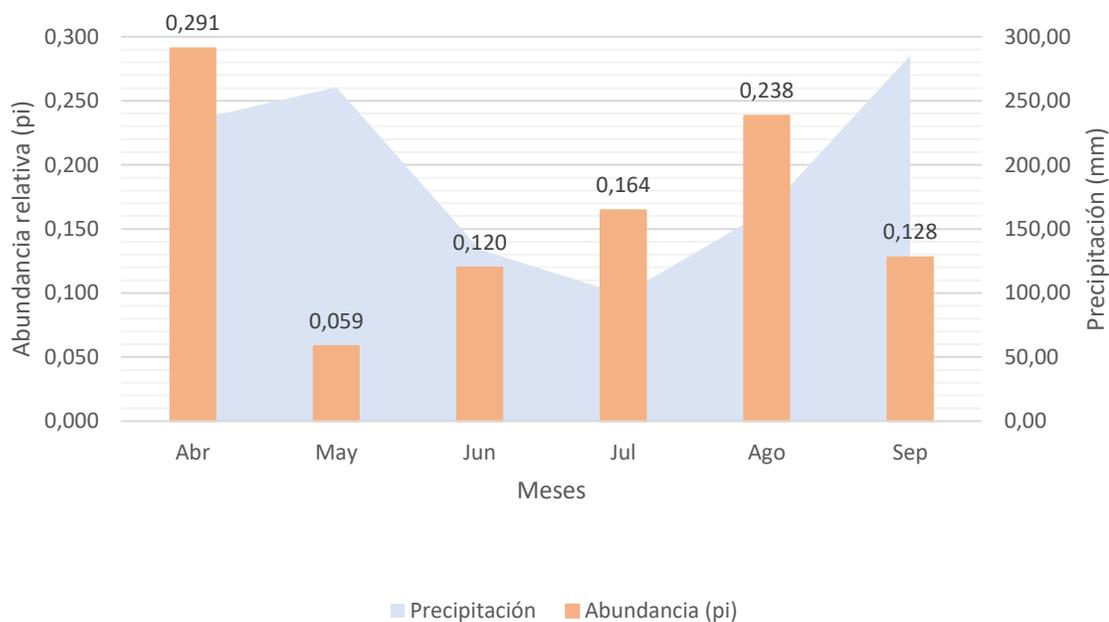


Figura 28. Abundancia relativa ( $p_i$ ) del ensamblaje de arañas epigeas por cada mes de muestreo, en relación con la precipitación.

Al concentrarnos en las abundancias relativas de las cinco familias dominantes de todo el estudio (Theridiidae, Linyphiidae, Sparassidae, Oonopidae y Ochyroceratidae), resalta una tendencia diferente para cada una de las familias en comparación al patrón de abundancias total del ensamblaje, como

podemos observar en la Figura 29.A. La familia Theridiidae presenta las mayores abundancias durante los meses de abril y agosto, meses correspondientes a periodos estacionales diferentes; sin embargo, presentan sus menores abundancias (con excepción de mayo) durante los meses de junio y julio (meses de bajas precipitaciones). No obstante, el coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s=0,028571$ ;  $P>0,05$ ) no indica una correlación entre la precipitación y la riqueza. La familia Linyphiidae presentan las mayores abundancias relativas durante los meses de julio y septiembre (meses correspondientes a dos periodos estacionales distintos) y las menores abundancias durante los meses de mayo y junio (correspondiente a la transición un periodo de altas precipitaciones a uno de bajas precipitaciones). Aunque el coeficiente de correlación de Spearman indica una correlación negativa ( $r_s=-0,25714$ ;  $P>0,05$ ), la misma no es significativa. La familia Sparassidae presenta una mayor abundancia durante los meses de mayo (siendo la familia dominante), septiembre y julio, meses que corresponden a distintos periodos estacionales, y su menor abundancia para el mes de agosto (bajas precipitaciones); el coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s=0,42857$ ;  $P>0,05$ ) no indica una correlación significativa entre las variables. La familia Oonopidae tiende a presentar su mayor abundancia relativa durante los meses de abril y agosto (pertenecientes a dos periodos estacionales distintos), y el menor valor durante julio; el coeficiente de Spearman no indica una correlación positiva ( $r_s=0,14286$ ;  $P>0,05$ ). En el caso de la familia Ochyroceratidae presentan las mayores abundancias relativas durante los meses de junio, julio y agosto (meses de baja precipitaciones) y menor abundancia en el mes de septiembre, el valor de coeficiente de Spearman ( $r_s=-0,92763$ ;  $P<0,05$ ) señala una correlación significativa entre la abundancia de la familia y las precipitaciones. Esto sugiere que a medida que aumenta las precipitaciones, disminuye la abundancia relativa de la familia Ochyroceratidae.

Para las cinco morfoespecies más abundante de todo el estudio (Figura 29. B), la tendencia es similar a la que presentan las familias correspondientes, probablemente por su dominancia dentro de la misma. *Theridiidae 1* (The1) presenta sus menores abundancias relativas durante los meses de agosto y abril (periodos estacionales distintos), el coeficiente de Spearman indica una relación positiva entre ambas variables pero no significativa ( $r_s=0,028571$ ,  $P>0,05$ ). En cambio, *Linyphiidae 2* (Lin2) pareciera mantener un comportamiento similar al de su familia, con mayores abundancias durante los meses de julio y septiembre, con abundancias mayores en los meses de bajas precipitaciones; sin embargo, el coeficiente de Spearman indica una correlación negativa no significativa ( $r_s=-0,25714$ ;  $P>0,05$ ). *Sparianthina sp* (Spa1) presenta valores de abundancias similares durante los meses de muestreo, con picos de abundancia relativa durante mayo y septiembre, y con la menor abundancia registrada en agosto (mes de baja precipitación); el coeficiente de Spearman ( $r_s=0,42857$ ;  $P>0,05$ ) indica que no hay correlación entre las abundancias y la precipitación. *Pseudonemesia tabiskey* (Mic1) presenta su mayor abundancia durante el mes de junio y julio (bajas precipitaciones), con su menor abundancia relativa durante el mes de mayo; el coeficiente de correlación no indica una relación entre las variables ( $r_s=-0,657145$ ;  $P>0,05$ ). En cambio, *Ochyrocera sp* (Ochy2) presenta sus mayores abundancias durante los meses de menores precipitaciones (junio, julio y agosto), demostrando tener una correlación negativa significativa con las precipitaciones ( $r_s=-0,95682$ ;  $P<0,05$ ), indicando que a medida que aumenta las precipitaciones, disminuye la abundancia.

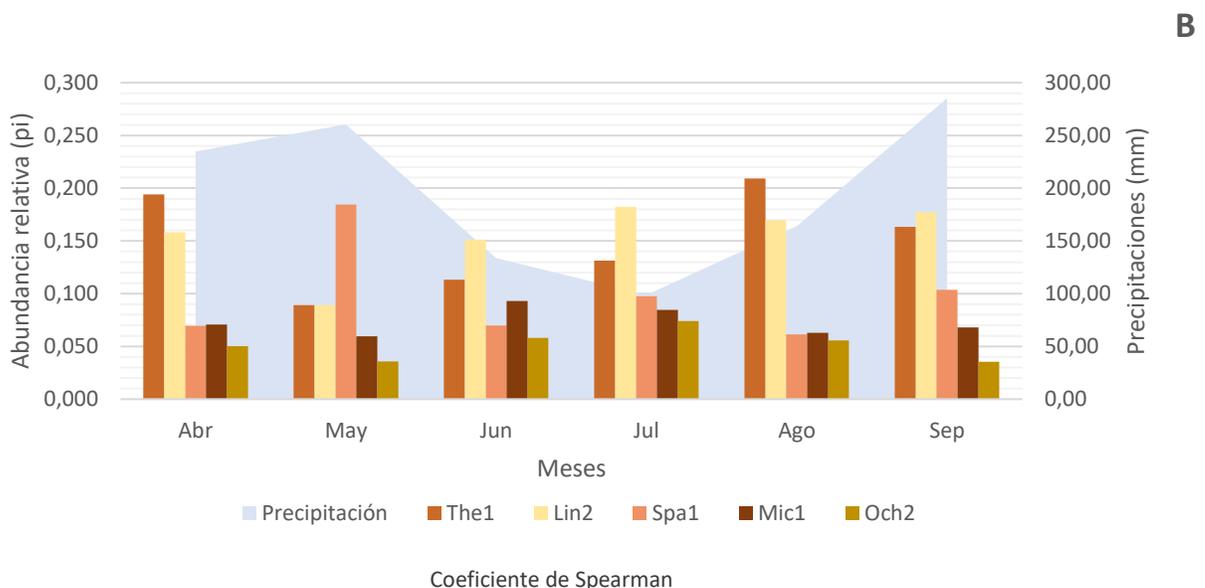
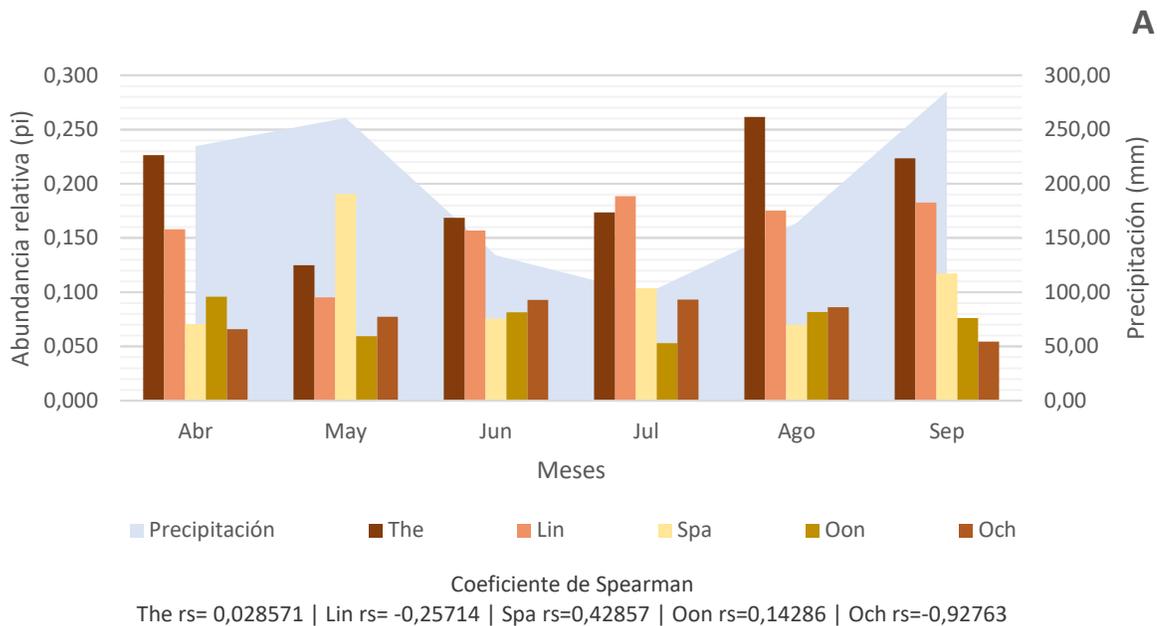


Figura 29. Abundancia relativa ( $p_i$ ) de las cinco familias (A) y las cinco morfoespecies (B) más abundantes de un ensamblaje de arañas epigeas por mes de muestreo en relación con la precipitación en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

En la Figura 30. A, podemos ver la distribución de las abundancias de los grupos funcionales y aquellos ejemplares que no se les pudo determinar un grupo con respecto a las precipitaciones. A excepción del mes de mayo, se aprecia que las arañas cursoriales presentan mayores abundancias durante los meses de menores precipitaciones, esta tendencia es respaldada por el valor de coeficiente de correlación de Spearman, sin embargo, no es estadísticamente significativo ( $r_s = -0,37143$ ;  $P > 0,05$ ). Por el contrario, las arañas constructoras de tela presentan sus mayores abundancias durante los meses de mayor precipitación, el coeficiente de correlación sugiere una relación positiva pero estadísticamente no

significativa ( $r_s=0,54286$ ;  $P>0,05$ ). Las arañas que no pudieron ser asignadas a ningún grupo funcional presentan una correlación negativa no significativa con la precipitación ( $r_s= -0,2$ ;  $P>0,05$ ), probablemente por la influencia de la familia Linyphiidae.

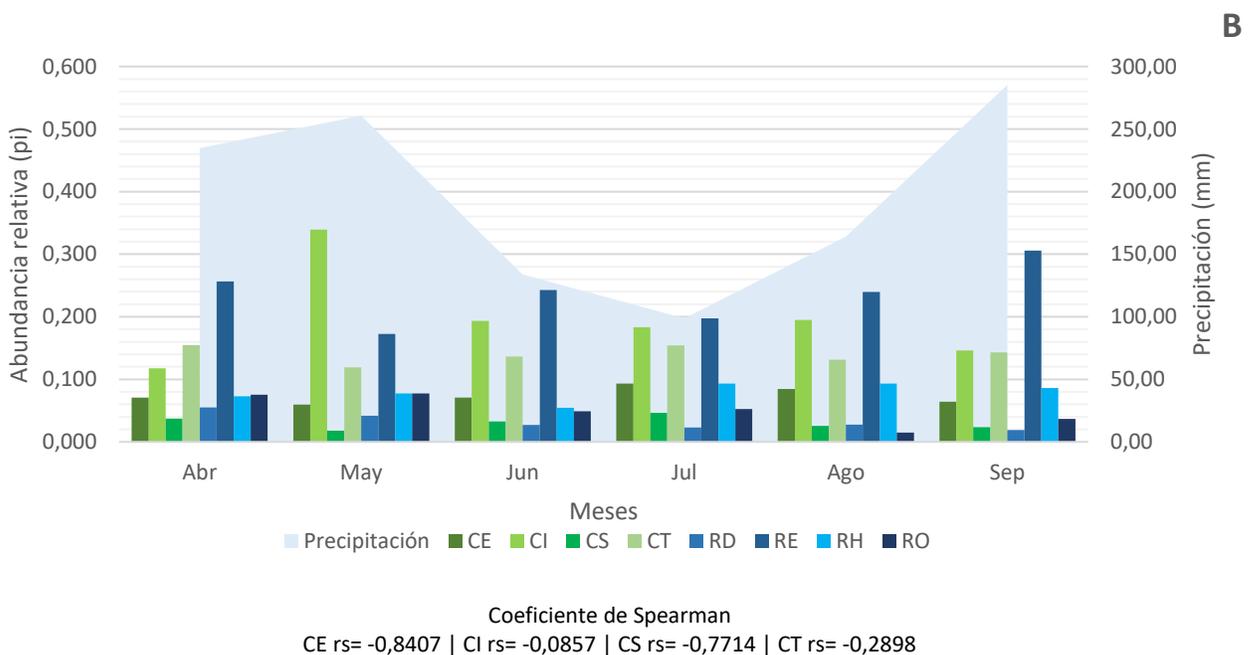
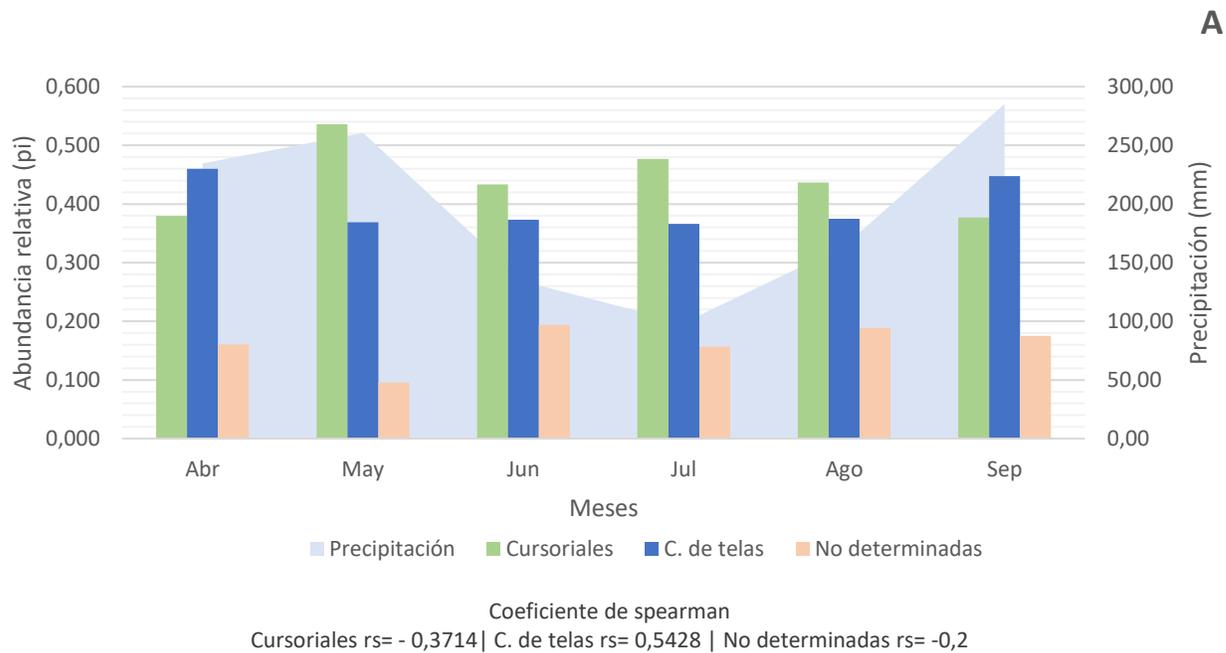


Figura 30. Abundancia relativa (pi) de los grupos funcionales (A) y los gremios (B) de arañas epigeas por meses de muestreo con relación a la precipitación en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

Los gremios de cazadoras (CI), cazadoras por emboscadas (CE), cazadoras especialistas (CS) y cazadoras terrestres (CT) presentaron valores negativos al calcular el coeficiente de correlación de Spearman (CI  $r_s= -0,085714$ , CE  $r_s= -0,84067$ , CS  $r_s= -0,77143$  y CT  $r_s= -0,28989$ ) pero solo las

constructoras de redes espaciales presentan una correlación significativa con  $P < 0,05$ . En cambio, las arañas pertenecientes a los gremios de constructoras de redes detectoras (RD  $r_s = 0,085714$ ), redes de espacio (RE  $r_s = 0,37143$ ) y redes orbiculares (RO  $r_s = 0,085714$ ) presentan una relación positiva con la precipitación, siendo solo el gremio de constructoras de redes de hojas (RH  $r_s = -0,14494$ ,  $P > 0,05$ ) el que muestra una tendencia diferente; no obstante, las correlaciones no se muestran significativas. En la Figura 30. B se puede detallar cómo varían las abundancias relativas de cada uno de los gremios con respecto a la precipitación.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

#### 4. Análisis de similitud

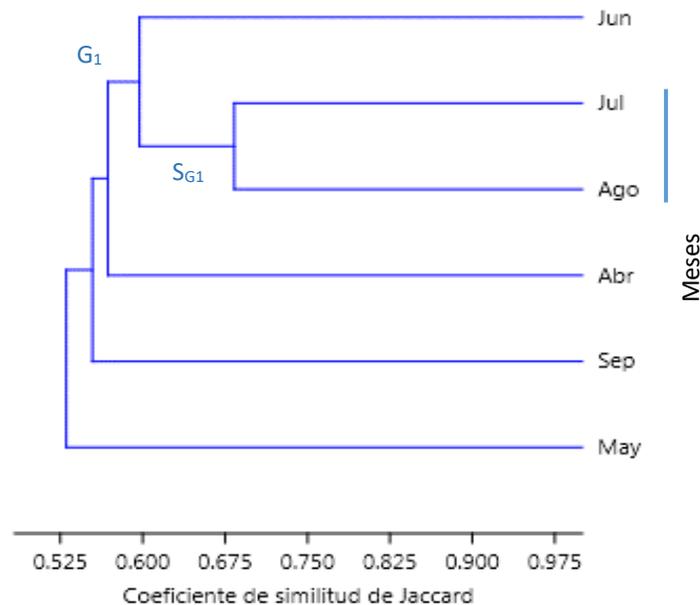


Figura 31. Análisis de agrupamiento cualitativo (Coeficiente de similitud de Jaccard) de los meses de muestreo, basado en la presencia-ausencia de morfoespecies de arañas.

De acuerdo al análisis de agrupamiento cualitativo basado en el coeficiente de similitud de Jaccard (Figura 31), el cual, considera agrupamientos por la composición de las morfoespecies de arañas, se obtuvieron varios grupos externos y un grupo bien definido ( $G_1$ ). Este grupo está conformado por los meses junio, julio y agosto, que correspondería a la estación de bajas precipitaciones; a su vez, los meses de agosto y julio conforman un subgrupo ( $S_{G1}$ ) indicando una mayor similitud ( $I_J = 0,68$ ). El resto de los meses presentan una menor semejanza en su composición taxonómica, presentándose nodos más distantes, lo que indicaría un mayor recambio de especies. En la Tabla 10 se puede observar los valores de similitud para cada uno de los meses de muestreo.

En el análisis de agrupamiento basado en el valor de disimilitud entre los meses de muestreos (Figura 32), los agrupamientos se obtuvieron de acuerdo al índice de disimilitud de Bray-Curtis, considerando las abundancias de las morfoespecies de arañas. En este análisis se identifica una primera división del mes de mayo con respecto al resto de los meses, indicando que la composición taxonómica de arañas y sus abundancias son diferentes. Se identifica un grupo 1 ( $G_1$ ) que abarcaría el resto de los meses de muestreo, y que a su vez se diferenciaría en dos subgrupos: el primero ( $S_{G1}$ ) conformado por los meses de junio, julio y septiembre, y el segundo ( $S_{G2}$ ) por agosto y abril, demostrando una menor diferencia entre la composición y las abundancias. Como en el caso anterior, en la Tabla 10 se pueden observar los valores de disimilitud para cada uno de los meses de muestreo.

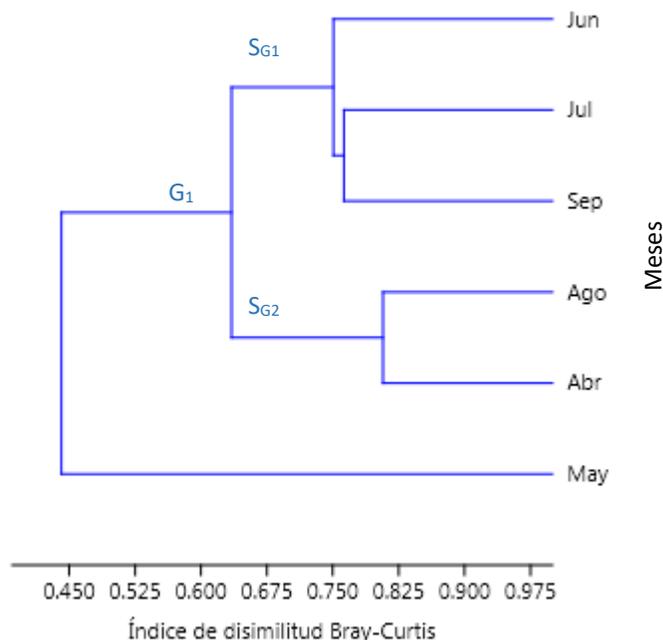


Figura 32. Análisis de agrupamiento (Índice de disimilitud de Bray-Curtis) de los meses de muestreo, basado en la abundancia de morfoespecies de arañas.

Tabla 11. Valores de similitud obtenidos con el Coeficiente de Jaccard y de distancia con el Índice de Bray-Curtis por mes de muestreo, para un ensamblaje de arañas epigeas en la selva nublada de Monte Zerpa, Mérida (Venezuela)

		Coeficiente de similitud de Jaccard					
Índice de Bray-Curtis	Meses	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
	Abril	1	0,54	0,561	0,55	0,59	0,52
	Mayo	0,31	1	0,529	0,58	0,49	0,52
	Junio	0,54	0,53	1	0,63	0,56	0,52
	Julio	0,65	0,47	0,75	1	0,68	0,58
	Agosto	0,81	0,35	0,63	0,77	1	0,60
	Septiembre	0,55	0,55	0,75	0,76	0,65	1

Se realizó el análisis de agrupamiento considerando la abundancia de los gremios de arañas identificados (Figura 33), por medio del índice de disimilitud de Bray-Curtis. El primer nodo indica la división del mes de mayo del resto de meses, este primer grupo ( $G_1$ ) se divide a su vez en dos subgrupos ( $S_{G1}$ ) que agrupa a junio, julio y agosto, y coincide con la estación de menores precipitaciones; donde junio y julio presentan un mayor grado de similitud. Un segundo subgrupo ( $S_{G2}$ ) que reúne a abril y septiembre el cual correspondería a los meses de altas precipitaciones. Todos los gremios se encuentran presentes en mayor o menor abundancia durante todos los meses de muestreo, por eso se descartó el uso del Índice de similitud de Jaccard que está basado en la presencia y ausencia.

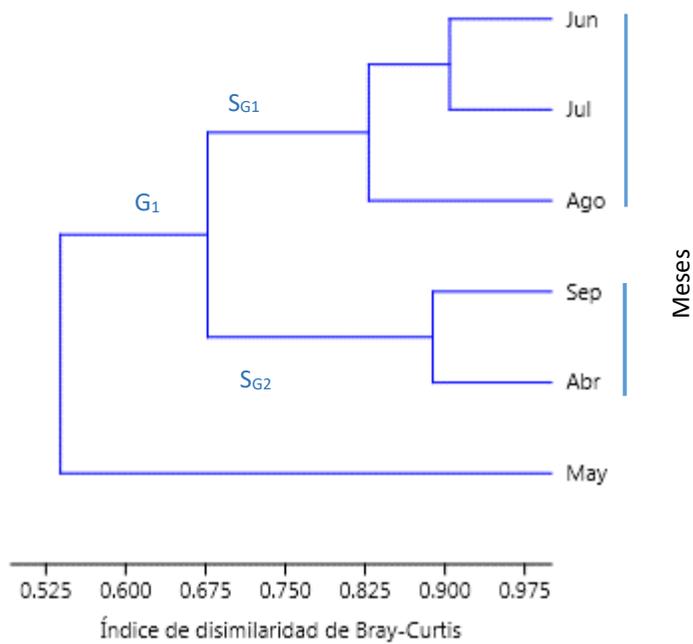


Figura 33. Análisis de agrupamiento (Índice de disimilitud de Bray-Curtis) de los meses de muestreos, basado en la abundancia de los gremios de arañas.

www.bdigital.ula.ve

## DISCUSIÓN

### 1. Caracterización del ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa

#### 1.1. Riqueza y diversidad

Son numerosas las iniciativas por parte de grupos de investigación, taxónomos y aracnólogos para incrementar el conocimiento sobre la araneofauna en la región neotropical (Brescovit *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017). Sin embargo, son pocos los trabajos accesibles que no solo abarquen la identidad taxonómica, sino que brinden información sobre los patrones estructurales y la diversidad funcional de las comunidades de arañas. Es por ello que ésta discusión está dirigida a aproximar los resultados con estudios de características similares de la región neotropical, siendo éste un primer aporte al conocimiento de la araneofauna en Venezuela.

En el presente estudio se colectaron 31 familias de arañas, de las cuales, se contaba con el registro sobre la presencia previa de 30 familias para Venezuela, mientras que el ejemplar colectado en este estudio, perteneciente a la familia Cheiracanthiidae, representaría el primer registro oficial para el país desde que se elevó este grupo de arañas al nivel de familia (Ramírez, 2014; Ono y Ogata, 2018; World Spider Catalog, 2022). El 92,94% de las familias registradas pertenecen al infraorden Araneomorphae, mientras que tan solo el 7,06% pertenecen al infraorden Mygalomorphae; resultado que refleja la alta tasa de diversificación y distribución de las araneomorfas en comparación con las migalomorfas (Pérez-Miles y Perafán, 2017).

Se colectaron 85 morfoespecies, de las cuales, 15 morfoespecies fueron plenamente identificadas hasta el nivel de especie o como afines a una especie, 38 morfoespecies (pertenecientes a 19 familias) se les identificó solo a nivel de género y 27 morfoespecies solo pudieron ser determinadas hasta el nivel de familia. Las morfoespecies que solo pudieron ser identificadas hasta género o familia podrían representar registros y nuevas especies para el estado Mérida y Venezuela.

Al comparar la riqueza ( $S=85$ ) de este estudio con los valores de riqueza de otros inventarios en selvas nubladas (bosque nublado, bosque mesófilo, bosque húmedo montano tropical o subtropical) y selvas tropicales (bosques tropicales húmedos o bosques lluviosos tropicales) se evidencia diferencias en el número de especies/morfoespecies colectadas, siendo mayor en éstos otros estudios de la región con características semejantes. Estos trabajos no estuvieron enfocados en la colecta de arañas epigeas o de suelo, lo que podría explicar los elevados valores de riqueza de algunos inventarios.

Flórez (1998) en Colombia, donde colectó 159 especies de arañas en el Parque Nacional Farallones de Cali, un bosque húmedo subtropical, entre un rango altitudinal de 2.000 a 4.000 m.s.n.m y 234 especies de arañas en el Cañón del Rio Nima, un bosque húmedo montano bajo, entre los 2.200 a 2.800 m.s.n.m. En comparación con nuestro estudio, ambos inventarios contabilizaron un mayor número de especies de arañas; no obstante, el protocolo de muestreo de Flórez (1998) consideraba la colecta de arañas de diferentes microhábitats, donde se incluían arañas de suelo, sotobosque y arbóreas, registrando de esta manera un mayor número de especies y grupos funcionales. De igual forma, Robison (2018) colectó en un bosque nublado de Ecuador un total de 188 morfoespecies, pero sus esfuerzos estaban dirigidos a colectar sin discriminación la comunidad de arañas, en un gradiente altitudinal entre los 1.100 y los 2.048 m.s.n.m.

Por su parte, los inventarios de Yanoviak *et al.* (2003) en Costa Rica y Cabra-García *et al.* (2010) en Colombia, en localidades caracterizadas como bosques húmedos tropicales, registraron riquezas similares a las de este estudio, un total de 86 y 82 especies/morfoespecies de arañas respectivamente. Sin embargo, los muestreos de Yanoviak *et al.* (2003) iban dirigidos a la captura de arañas de sotobosque y dosel, mientras que en la evaluación de Cabra-García *et al.* (2010) utilizaron diferentes métodos de muestreos, incluyendo agitación de follaje y barrido de vegetación, por lo cual, su inventario contabiliza arañas de diferentes estratos del sotobosque.

En México, Ibarra-Núñez *et al.* (2011) y Maya-Morales *et al.* (2012) inventariaron los bosques nublados de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná (entre los 2.021 y 2.048 m.s.n.m de altitud), mientras que Campuzano *et al.* (2016, 2019) muestrearon en la Reserva de la Biosfera El Triunfo (1.998 a 2.115 m.s.n.m); en total registraron 151, 112, 100 y 111 especies/morfoespecies de arañas respectivamente. Los muestreos de Maya-Morales *et al.* (2012) y Campuzano *et al.* (2016) no discriminaron por estrato, de modo que contabilizaron tanto arañas epigeas como arbustivas. En cambio, Ibarra-Núñez *et al.* (2011) diferenciaron entre arañas de suelo y sotobosque, registrando 75 especies de arañas en suelo, correspondiente a 26 familias, donde 39 especies se colectaron exclusivamente en suelo. Igualmente, Campuzano *et al.* (2019) también contabilizó las arañas de suelo con un total 43 especies, donde 21 especie eran exclusivamente de este estrato y 22 especies eran compartidas con el sotobosque. Se hace necesario resaltar que el número de especies de arañas de suelo registrados por estos estudios (Ibarra-Núñez *et al.*, 2011; Campuzano *et al.*, 2019) es menor a lo registrado en el ensamblaje de Monte Zerpa.

En otros ecosistemas, los valores de riquezas de arañas epigeas han sido mayores a los registrados en la selva nublada de Monte Zerpa. Höffer y Brescovit (2001) documentaron para la Reserva Florestal Adolpho Ducke (Brasil), un bosque amazónico tropical a 113 m.s.n.m, un total de 506 especies de arañas; de estas, 366 especies corresponden a arañas epigeas. Mineo *et al.* (2010) obtuvo una riqueza de 111 especies de arañas de suelo en un ecosistema de sabana en la Reserva Ecológica de Panga. Por otra parte, Indicatti *et al.* (2005) en el Embalse de Guarapiranga de Brasil, inventarió 86 morfoespecies de arañas epigeas a los alrededores del embalse y 62 morfoespecies en un bosque de eucalipto, valores similares a los observados en el ensamblaje de Monte Zerpa. Por el contrario, Jiménez y Navarrete (2010) colectó 52 especies de arañas epigeas en una planicie aluvial de Baja California Sur en México, siendo menor al número de morfoespecies inventariado. Así, los inventarios de Höffer y Brescovit (2001) y Mineo *et al.* (2010) contabilizaron una mayor riqueza en comparación con la obtenida en el ensamblaje de Monte Zerpa, por el contrario, trabajos de Indicatti *et al.*, (2005) y Jiménez y Navarrete (2010) reflejan una menor riqueza.

Otros inventarios de arañas, en la región neotropical, han documentado valores de riqueza más elevados, aunque estos estudios contemplaron diferentes estratos de vegetación y métodos de colectas. En Brasil, Raizar *et al.* (2005) obtuvo 206 morfoespecies de arañas en 8 puntos de muestreo a lo largo de la Cuenca del Rio Paraguay; Ricetti y Bonaldo (2008) en cuatro localidades de la Serra do Cachimbo en selvas tropicales amazónicas, colectaron una riqueza de 427 morfoespecies respectivamente; Rego *et al.* (2009) capturaron 384 especies en selva inundable a lo largo del río Amazonas, en los estados Amapá, Pará y Amazonas. En la región amazónica de la Guayana Francesa, Privet *et al.* (2018) inventariaron un total de 260 morfoespecies de arañas en un bosque inundable en una selva lluviosa de la Reserva Natural Nouragues. Mientras que Rico *et al.* (2005) en el Parque Nacional Isla Gorgona en Colombia registró 247 morfoespecies de arañas y Lewark (2019) unas 150 morfoespecies de arañas para cuatro localidades

del piedemonte amazónico en la Región del Río Anzu en Ecuador. Cabe destacar, que estos inventarios están caracterizados por haberse llevado a cabo en un gradiente altitudinal menor a los 1.000 m.s.n.m donde la diversidad del grupo es mayor, en selvas amazónicas, bosques inundables, bosques ribereños, planicies aluviales y sabanas, con protocolos de muestreos extensos (Höffer y Brescovit, 2001) y abarcando grandes extensiones de territorio (Raizar *et al.*, 2005; Bonaldo *et al.*, 2009; Rego *et al.*, 2009). En contraste, los estudios de Escorcía *et al.* (2012), en un bosque seco tropical en la Reserva Campesina La Sierra en Colombia, y Fonseca y Mahecha (2018), en la Reserva El Caduceo en Colombia en el piedemonte llanero y bosque de galería, registraron riquezas similares a las de este trabajo a pesar de coleccionar en distintos estratos y con distintos métodos de muestreo.

Continuando con la misma línea de ideas, al sur del continente en Argentina, Almada y Sarquis (2016) coleccionaron 120 especies de arañas de suelo en el Parque General San Martín, considerando vegetación semixerofítica, costera y pajonales; y Aisen *et al.* (2017) coleccionaron en el Parque Nacional Nahuel Huapi en la Patagonia, 129 especies utilizando trampas pitfalls. En estos trabajos, los valores de riquezas de arañas epigeas o de suelo son mayores a los documentados en el ensamblaje de Monte Zerpa.

Cabe destacar el inventario realizado por Sørensen *et al.* (2002) en la Reserva Forestal Uzungwa Scarp en Tanzania, en bosques tropicales submontanos altos, entre los 1.800 a los 1.900 m.s.n.m; donde utilizaron seis métodos de colecta por 10 días, muestreos diurnos y nocturnos, identificaron 170 especies de arañas. Aunque este inventario no discrimina entre estratos, presentó los valores de riqueza para cada método de muestreo utilizado; los métodos dirigidos a capturar arañas de suelo registraron 29 especies (trampas pitfalls), 77 (muestreo manual de suelo) y 73 especies (muestreo manual crítico en hojarasca); siendo estos valores menores a la riqueza total contabilizada en este estudio y al número de morfoespecies capturadas por los métodos de muestreo utilizados, como se puede apreciar en el Anexo 1. Aun cuando el trabajo de Sørensen *et al.* (2002) no corresponde al neotrópico, cuenta con un protocolo estandarizado para las colectas de arañas en la región tropical, siendo referente de diversos trabajos de araneofauna en bosques neotropicales.

En los estudios de araneofauna donde se discriminan los diferentes estratos del bosque, los valores de riqueza correspondientes a arañas epigeas o de suelo se asemejan (Indicatti *et al.*, 2005; Ibarra-Núñez *et al.*, 2011) o son menores (Jiménez y Navarrete, 2010; Campuzano *et al.*, 2019) a los documentados en el ensamblaje de la selva nublada de Monte Zerpa. Aun así, otros inventarios que contemplan las arañas epigeas en diversos ecosistemas neotropicales presentaron riquezas más elevadas (Höffer y Brescovit, 2001; Mineo *et al.*, 2010; Almada y Sarquis, 2016; Aisen *et al.*, 2017), esto podría deberse a que faltaron morfoespecies de arañas epigeas por coleccionar, como sugieren las curvas de acumulación de especies y la riqueza estimada (Figura 14, Tabla 4). De igual forma, el número elevado de sigletons y doubletons (43,53% de las morfoespecies registradas), podría indicar que el ensamblaje en Monte Zerpa se submuestreó, probablemente como consecuencia del efecto borde fenológico, metodológico o por la heterogeneidad del ecosistema (Schaff *et al.*, 2003).

A pesar de las claras diferencias entre la riqueza documentada en este estudio, la riqueza estimada y la riqueza de otros trabajos en el neotrópico, los valores de integridad del muestreo (77,86% a 88,88%, Tabla 4) indican según Cardoso (2009) que se alcanzó a inventariar un nivel comprensible de morfoespecies de arañas para el ensamblaje de Monte Zerpa, siendo una estimación representativa de la riqueza real de la localidad. Tanto el gran número de singletons y doubletons en el inventario, como el porcentaje de integridad del muestreo ha sido reportado en otros estudios sobre comunidades de arañas en ecosistemas neotropicales (Pinkus-Rendón *et al.*, 2006; Maya-Morales *et al.*, 2012, Campuzano *et al.*,

2016, 2019; Privet *et al.*, 2018) y afrotropicales (Sørensen *et al.*, 2002, 2004). Igualmente, los valores de diversidad efectiva  $qD_1$  y  $qD_2$  sugieren que se alcanzó a coleccionar correctamente  $qD_1=21,83$  especies comunes durante los seis meses de muestreo y  $qD_2=12,55$  especies dominantes (Tabla 5), las curvas de rarefacción sugieren que los valores  $q_1$  y  $q_2$  se mantendrán a pesar de que se continúen sumando especies nuevas, otorgándole estabilidad al ensamblaje e indicando una alta dominancia por parte de unas pocas especies de arañas.

La riqueza también pudo verse afectada por el protocolo de muestreo, siendo uno de los principales factores que puede impactar la exhaustividad de los inventarios de arañas. Al idear una metodología enfocada en la captura de ejemplares de arañas epigeas y cursoriales, se descartó el uso de otros métodos complementarios que pudieron haber aportado un mayor número de morfoespecies de arañas, incluidas morfoespecies de interés para este estudio. Se ha descrito en diversos trabajos que el uso de distintos métodos de muestreo aumenta la probabilidad de capturar más especies de araña, incluyendo ejemplares poco comunes (Cardoso, 2009; Tourinho *et al.*, 2011, 2018; Malumbres-Olarte *et al.*, 2018; Fonseca y Mahecha, 2018; Tourinho y Lo-Man-Hung, 2021). Un ejemplo de ello son los inventarios de Flórez (1998), Höffer & Brescovit (2001), Sørensen *et al.*, (2002), Nadal *et al.* (2018) y Privet *et al.* (2018) que destacan por haber registrado altos valores de riqueza usando metodologías que integran cuatro o más métodos de muestreo. Esto se debe a la naturaleza intrínseca de cada método de colecta, que permiten detectar diversas especies y capturar diferentes números de individuos (Sørensen *et al.*, 2002; Tourinho *et al.*, 2017). La complementariedad entre los métodos de muestreo puede aumentar la eficiencia del protocolo metodológico para la colecta de arácnidos (Cardoso, 2009; Malumbres-Olarte *et al.*, 2018; Tourinho *et al.*, 2017). Además, el muestreo se limitó solo al nivel de suelo, sin considerar la estructura vegetal (brotes de plantas, presencia de materia vegetal en descomposición, la profundidad de la hojarasca) o el sustrato, lo que pudo favorecer la captura de algunas morfoespecies epigeas sobre otras (Jiménez-Valverde. y Lobo 2007; Cardoso-Ávila *et al.*, 2017).

De igual forma, no se incluyó en el protocolo de colecta los muestreos nocturnos por motivos logísticos y de seguridad, limitando el esfuerzo a horas diurnas, esto pudo excluir a las especies de arañas con patrones de actividad diferentes al rango de horario propuesto (Foelix, 1996; Sørensen *et al.*, 2002). En los trabajos de Sørensen *et al.* (2002); Azevedo *et al.* (2013), Tourinho *et al.* (2017) y Privet *et al.* (2018) destacan la eficiencia de los muestreos nocturnos para registrar una mayor riqueza de morfoespecies/especies de arañas en los bosques tropicales, ya que consideran la combinación método/hora para la contribución de especies únicas. Aunque se propuso el uso de las trampas pitfalls como método atemporal para complementar el protocolo de muestreo e incluir ejemplares de arañas nocturnas, este tipo de trampas sesgan la recolección hacia los individuos más activos y excluyen a los de menor movilidad (Brennan *et al.*, 2005; Malumbres-Olarte *et al.*, 2018; Privet *et al.*, 2018; Campuzano *et al.*, 2019) y las barreras pudieron haber sesgado aún más el muestreo a los individuos más activos (Brennan *et al.*, 2005). Azevedo *et al.* (2013) considera que las trampas pitfalls tienen un menor rendimiento en bosques tropicales en comparación a los muestreos nocturnos.

En relación al protocolo de muestreo, también es necesario considerar el tiempo dedicado al esfuerzo de muestreo. Los inventarios con un mayor número de especies registradas tuvieron una duración de uno o dos años (Höffer & Brescovit, 2001, Mineo *et al.*, 2010; Aisen *et al.*, 2017; Nadal *et al.*, 2018), esto permitió un registro anual de todas las especies de arañas. Cardoso (2009) sugiere que identificar la temporada óptima de muestreo es tan importante como el método o la hora del día, priorizando los picos de riqueza en caso de tratarse de muestreos estacionales o de corta duración. Al desconocer la composición y los patrones fenológicos de la comunidad de arañas epigeas en Monte

Zerpa, no se consideraron las temporadas óptimas de muestreo. De igual forma, Höffer y Brescovit (2001), Sørensen *et al.* (2002) y Cardoso (2009) señalan la importancia de contar con un colector con experiencia tanto en la captura de arañas como en el uso de los métodos de muestreos para una mayor eficiencia y consistencia en las colectas.

La experiencia, al delimitar e identificar las morfoespecies de arañas, también puede afectar la riqueza, lo que podría ocasionar la subestimación o sobrestimación del número real de ejemplares (Tourinho *et al.*, 2017; Reta-Heredia-Heredia *et al.* 2018). En este mismo orden de ideas, se debe señalar la falta de equipo óptico adecuado para la revisión de caracteres determinantes para la identificación de ejemplares y de claves taxonómicas accesibles para géneros y especies de arañas.

La altitud también es un factor a considerar cuando se compara la riqueza, dado que ésta suele disminuir a mayor elevación, ya sea de forma monótona desde una riqueza elevada a baja altitud o después de un pico de riqueza a altitudes medias, disminuyendo mientras aumenta la altitud (Nogueira *et al.*, 2021). Son pocos los estudios de arañas a lo largo de un gradiente altitudinal, en su mayoría se concentran en zonas templadas y en las cuales se aprecia un mayor pico de riqueza en elevaciones medias (Bosmans *et al.*, 1986, Chatzaki *et al.*, 2005). No obstante, Nogueira *et al.* (2021) observó una disminución monótona de la riqueza de arañas ante un gradiente altitudinal en una montaña tropical en Brasil, con variaciones de riqueza de 225 a 24 morfoespecies en un gradiente altitudinal de 100 a 2.400 m.s.n.m, patrón que también ha sido observado en otros órdenes de arácnidos como opiliones (Almeida-Neto *et al.*, 2006). Lo que podría explicar las diferencias entre los valores de riquezas con los inventarios de menor altitud (Höffer y Brescovit, 2001; Raizar *et al.*, 2005; Ricotti y Bonaldo, 2008; Mineo *et al.*, 2010; Bonaldo *et al.*, 2009; Rego *et al.*, 2009; Privet *et al.*, 2018; Lewark, 2019).

A su vez, Nogueira *et al.* (2021) documentaron 69 morfoespecies en un gradiente altitudinal similar al de este estudio (2.040 a 2.173 m.s.n.m), siendo un número menor al que se ha registrado en Monte Zerpa. Aunque se debe tener prudencia al comparar estos valores, ya que el efecto de la altitud en la estructura de los ensamblajes de arañas puede variar entre cadenas montañosas (Bowden y Buddleu, 2010; Foord y Dippenaar-Schoeman, 2016) y por los gradientes ambientales y de microhábitats en una misma localidad (Jiménez-Valverde y Lobo, 2007; Privet *et al.*, 2018).

Si bien es cierto que la riqueza de morfoespecies difiere entre investigaciones, la riqueza dentro de las familias es similar a otros inventarios en bosques húmedos. Theridiidae, Araneidae y Pholcidae han sido las familias de arañas que presentaron la mayor riqueza de morfoespecies en este estudio, con un total de 8 morfoespecies para Theridiidae y 6 morfoespecies tanto para Araneidae como para Pholcidae, lo que concuerda con los hallazgos de Cabra-García *et al.* (2010), Ibarra-Núñez *et al.* (2011), Campuzano *et al.* (2016, 2019) y Robinson (2018) en bosques húmedos neotropicales, en cada uno de estos trabajos Theridiidae y Araneidae se encuentran entre las familias con mayor número de especies/morfoespecies. Tendencia que también se ha observado en diversos estudios en bosques neotropicales como en Höffer y Brescovit (2001), Indicatti *et al.* (2005), Raizar *et al.* (2005), Ricotti y Bonaldo (2008), Rodrigues y Mendonça (2012) y Rubio (2015), y en bosques afrotropicales como es el caso de Sørensen *et al.* (2002). De igual forma, en estos estudios destaca Salticidae, Corinnidae, Oonopidae y Linyphiidae entre las familias con mayor riqueza, siendo consistente con lo encontrado en este trabajo.

Como se mencionó anteriormente, se identificaron hasta especie 15 de las 85 morfoespecies de arañas colectadas; a continuación, se indican algunos detalles de interés sobre estas especies: *Nops sublaevis* Simon, 1893 de la familia Caponiidae ha sido colectada tanto para el estado Aragua como para

el estado Trujillo (Sánchez-Ruiz y Brescovit, 2018); este primer registro ampliaría su distribución hasta el Estado Mérida. *Caloctenus carbonera* Silva-Dávila, 2004 de la familia Ctenidae presenta como localidad tipo La Carbonera en el estado Mérida, se ha registrado también para las localidades de La Mucuy y El Valle, así como para Pregonero en el estado Táchira, en bosques nublados y en bosques ribereños, la franja altitudinal y la unidad ecológica coincide con la registrada en Monte Zerpa. *Pseudonemesia tabiskey* Indicatti y Villareal, 2016 perteneciente a la familia Microstigmatidae, solo se conoce para Boconó (Estado Trujillo), en bosques de transición entre bosque nublados y paramo; los individuos colectados representarían una ampliación de su distribución en el país. De la familia Ochyroceratidae, se registró la especie *Ochyrocera subparamera* González-Sponga, 2001, conocida solo en la localidad tipo Valle Grande en Mérida; de tratarse de la misma especie, los ejemplares colectados en Monte Zerpa ampliarían la distribución ya conocida. Las especies *Aschnaonops jaji* Platnick, Dupérré, Berniker y Bonaldo, 2013, y *Varioonops parlata* Bolzem y Platnick 2013 pertenecientes a la familia Oonopidae, han sido colectadas previamente en Monte Zerpa, mientras que *Neoxyphinus gregoblin* Abraham y Santos, 2012 (también pertenecientes a la familia de los oonópidos) ha sido colectada para diferentes localidades del estado Mérida, incluyendo La Azulita, El Valle, bosque de San Eusebio, La Carbonera, La Chorrera de las González. *Mecoloesthus peckorum* Huber, 2020, *Mecoloesthus cornutus* Huber, 2000, *Mecoloesthus mucuy* Huber, 2000, *Mecoloesthus falax* Huber, 2020, *Canaima zerpa* Huber, 2020 y *Priscula andinensis* González-Sponga, 1999, especies de la familia Pholcidae, ya habrían sido documentadas para la selva nublada de Monte Zerpa, siendo la localidad tipo de *C. zerpa* y *M. peckorum* (Huber, B.A. 2000; Huber, B.A. y Villarreal, O. 2020). *Scytodes univittata* Simon, 1882 es una especie de distribución cosmopolita perteneciente a la familia Scytodidae, y junto con *Scytodes rupestri* González-Sponga, 2000, ambas han sido documentada solo para el estado Mérida, en la localidad de Las Piedras.

## 1.2. Abundancia y dominancia

La familia Theridiidae también ha sido la más abundante del estudio, seguida por Linyphiidae y Sparassidae, lo que concuerda con otros trabajos en donde estas familias se encuentran entre los taxones más abundantes en bosques nublados (Ibarra-Núñez *et al.*, 2011; Maya-Morales *et al.*, 2012; Campuzano *et al.*, 2016, 2019; Robinson, 2018) y otros bosques en el neotrópico (Flórez, 1998; Tourinho *et al.* 2011; Rodrigues y Mendonça, 2012; Rubio, 2015; Rodrigues *et al.*, 2016). Por el contrario, las familias Sparassidae, Oonopidae, Ochyroceratidae, Microstigmatidae, Symphytognathidae y Corinnidae tuvieron una mayor representatividad en este estudio que en los trabajos citados.

La dominancia de Theridiidae se ha reportado en otros inventarios en el neotrópico (Ricotti y Bonaldo, 2008; Rodrigues y Mendonça, 2012; Rubio, 2015; Robinson, 2018), probablemente relacionado con especies sociales y subsociales dentro de la familia, que llegan incluso a compartir sus telas (Rao y Aceves-Aparicio, 2012; Blamires *et al.*, 2017) y acrecientan sus números. Por su parte, la familia Linyphiidae tiende a presentarse con mayores abundancias a mayor elevación en los ecosistemas tropicales (Sørensen *et al.*, 2004; Ibarra-Núñez *et al.*, 2011; Campuzano *et al.*, 2019), probablemente relacionado con la estructura vegetal, la disponibilidad de presas y otras variables ambientales. En el mismo orden de ideas, se debe señalar la alta capacidad de colonización que presenta esta familia, siendo capaz de establecerse en distintos microhábitats, incluso en ecosistemas que se encuentran en estado de regeneración (Alcalde *et al.*, 2018).

Las familias Salticidae y Pholcidae, aunque se encontraron entre las diez familias más abundantes de este estudio, no destacaron como en otros inventarios (Flórez, 1998; Ricotti y Bonaldo, 2008; Cabra-García *et al.*, 2010; Escorcía *et al.*, 2012; Tourinho *et al.* 2011; Robinson, 2018; Lewark, 2019). Llama la atención, que solo se registró  $n_i=27$  ejemplares de la familia Anyphaenidae (siendo juveniles en su mayoría) y  $n_i=10$  individuos para la familia Araneidae, que en otros estudios se han encontrado entre las familias más abundantes en bosques (Flórez, 1998; Höffer y Brescovit, 2001; Yanoviak *et al.*, 2003; Cabra-García *et al.*, 2010; Ibarra-Núñez *et al.*, 2011; Escorcía *et al.*, 2012; Tourinho *et al.* 2011; Maya-Morales *et al.*, 2012; Campuzano *et al.*, 2016, 2019; Robinson, 2018). Probablemente, esto se deba a que los métodos de muestreos desfavorecieron la colecta de ejemplares de estas familias. En el caso de las arañas pertenecientes a la familia Araneidae tienden a vivir en estructuras verticales (como árboles y arbusto) en redes orbiculares; lo cual, dificultaría su colecta por medio de trampas pitfalls. Además, los araneidos son rápidos al huir de las perturbaciones detectadas por sus redes, esto representaría un problema al colectarlas mediante muestreos manuales (Foelix, 1996; Ubick *et al.*, 2005). Generalmente, se recomienda el uso de redes entomológicas o el golpeteo de ramas para la captura de araneidos. En el caso de los anifaénidos son activos durante las noches encontrándose principalmente sobre la vegetación, lo que dificultaría su captura tanto con trampas pitfalls como con muestreos manuales diurnos (Ubick *et al.*, 2005).

Por el contrario, las familias con las menores abundancias en este estudio fueron Segestriidae, Thomisidae, Cheiracanthiidae, Miturgidae, Theridiosomatidae y Uloboridae, probablemente porque sus hábitats y estilos de vidas fueron submuestreadas. En el caso de la familia Thomisidae, aunque se le identifica como arañas cursoriales, raramente se encuentra en el suelo y se le considera una cazadora de follaje, habitando generalmente sobre la vegetación (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006; Willemart y Lacava, 2017). Por su parte, la familia Segestriidae reúne ejemplares sedentarios, con hábitats en grietas, troncos, debajo de las piedras u otros tipos de refugio, donde elaboran redes en formas de tubos con hilos sensibles y no pegajosos, lo que pudo dificultar su muestreo (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). Cabe destacar que en Venezuela solo se ha documentado una especie para esta familia, localizada en la Colonia Tovar, Estado Aragua (Marsola y Brescovit, 2018; World Spider Catalog, 2022), probablemente, los ejemplares colectados en este estudio, se presenten como una especie nueva para el país. Las arañas pertenecientes a la familia Theridiosomatidae son muy pequeñas y construyen redes en la sombra, preferiblemente en áreas húmedas; aunque podrían encontrarse en microhábitats al nivel del suelo, su tamaño dificulta su captura. La familia Uloboridae pertenece al gremio de las constructoras de redes orbitales, generalmente disponen sus telas en la vegetación o en sustratos por encima del suelo. Las arañas pertenecientes a la familia Miturgidae son cripticas y nocturnas, lo cual, dificultaría su captura con el protocolo utilizado (Jocqué y Dippenaar-Schoeman, 2006). La familia Cheiracanthiidae presenta un estilo de vida similar al de las arañas de la familia Miturgidae, por lo que se esperaría un sesgo similar en el muestreo; cabe destacar, que muchas especies de miturgidos han sido trasladados a la familia Cheiracanthiidae (Ramírez, 2014; Ono y Ogata, 2018). Como ya mencionamos, el ejemplar de Cheiracanthiidae colectado en este estudio representaría el primer registro de la familia en Venezuela (World Spider Catalog, 2022).

Es importante señalar que el 62,58% de la abundancia total de arañas se concentró en las 5 familias dominantes, siendo Theridiidae y Linyphiidae quienes ostentan las mayores abundancias (entre las dos, representan el 37,94% de todos los ejemplares colectados); este resultado apoya la idea de que los ensamblajes de arañas presentan una fuerte dominancia y baja equidad, donde las mayores abundancias se concentran en unas pocas familias (Flórez, 1998; Cabra-García *et al.*, 2010; Almada, *et al.*, 2012). De igual forma, han sido dos morfoespecies (*Theridiidae 1* y *Linyphiidae 2*) quienes dominaron la

composición de este ensamblaje (33,00 % de la abundancia), cada una perteneciente a las familias más abundante, patrón que se ha visto en distintos estudios del neotrópico (Indicatti *et al.*, 2005; Raizer *et al.*, 2005; Rubio, 2015; Campuzano *et al.*, 2016). El 53,97% de la abundancia total se encuentra representada por las 5 morfoespecies más abundantes, corroborando la alta dominancia dentro de las comunidades de arañas.

Las morfoespecies que registraron una abundancia de  $n_i=1$  (singletons) y  $n_i=2$  (doubletons) tan solo representan 1,71% de la abundancia del ensamblaje, pero comprenden el 43,53% de la riqueza de morfoespecies. Valores altos de singletons y doubletons son patrones que se ha presentado en diversos estudios sobre arañas tanto en el trópico como en otras regiones geográficas, donde destaca un elevado número de especies representadas solo por un individuo o dos individuos, siendo consideradas especies/morfoespecies raras (Flórez, 1998; Raizer *et al.* 2005; Escorcía *et al.*, 2012; Campuzano *et al.*, 2016). Según Raizer *et al.* (2005) la distribución de las abundancias con pocas especies dominantes y muchas especies raras, es una característica conocida de la comunidad de arañas y refleja una “equidad” baja.

La distribución de las abundancias tanto para las familias como para las morfoespecies indica un modelo de distribución Log-Normal, caracterizado por una elevada riqueza de especies y cuyas abundancias está determinada por muchos factores operando independientemente (Krebs, 2014). Este tipo de distribución ha sido reportada en otros inventarios de arañas como en Scharff *et al.* (2003), Ferreira-Ojeda *et al.* (2009) y Campuzano *et al.* (2019); pero no debe ser considerado como un indicador de la estructura de la comunidad en hábitats complejos, a escalas pequeñas y condiciones de muestreos a corto plazo (Campuzano *et al.*, 2019).

### **1.3. Sexo y estado de desarrollo**

El predominio de ejemplares adultos (87,98%) con respecto a los adultos-inmaduros (3,94%) y juveniles (7,60%) del ensamblaje de arañas de Monte Zerpa contrasta con los resultados obtenidos en otros estudios en bosques húmedos neotropicales (Yanoviak *et al.*, 2003; Cabra-García *et al.*, 2010; Maya-Morales *et al.*, 2012; Campuzano *et al.*, 2016, 2019), en otros ecosistemas neotropicales (Rico *et al.*, 2005; Rego *et al.*, 2009; Mineo *et al.*, 2010; Costa y Simó, 2014; Nada *et al.*, 2018) y en bosques húmedos afrotropicales (Sørensen *et al.*, 2002; Malumbres-Olarte *et al.*, 2018), donde la proporción de ejemplares juveniles e inmaduros fue mayor. De la revisión bibliográfica, solo los inventarios de Indicatti *et al.* (2005) y Ricotti y Bonaldo, (2008) presentaron una mayor proporción de adultos colectados con respecto a los juveniles, cabe destacar, que el estudio de Indicatti *et al.* (2005) se enfocó en arañas epigeas, usando solo un protocolo de muestreo con trampas pitfalls.

La composición del ensamblaje de arañas con respecto a la proporción de adultos y juveniles puede explicarse al considerar los periodos reproductivos y de desarrollo fenológico, la longevidad de las especies/morfoespecies, el comportamiento, la estacionalidad e incluso los métodos de muestreos utilizados. Una alta proporción de adultos puede indicar la presencia de especies longevas, con adultos presentes en todas las estaciones, lo que significa que tienen una mayor posibilidad de ser recolectados en cualquier época del año en comparación con los inmaduros o juveniles (Nadal *et al.*, 2018). También, por temporadas reproductivas asincrónicas entre las distintas especies/morfoespecies, durante los periodos reproductivos los adultos (especialmente los machos) se encuentran más activos, siendo más propensos a moverse en búsqueda de pareja (Foelix, 1996; Mineo *et al.*, 2010), las trampas pitfalls favorecen la captura de ejemplares errantes como los adultos reproductivos y al presentar un tamaño

mayor que los ejemplares juveniles, son más fáciles de localizar al realizar los muestreos manuales. Algunas especies de arañas tienen estaciones de apareamiento específicas durante el año, siendo más abundantes en un área determinada y aumentando su probabilidad de capturar (Foelix, 1996). La falta de estaciones marcadas en los ecosistemas tropicales permite que las condiciones ambientales sean relativamente estables durante todo el año, lo que significa que las arañas adultas pueden estar activas y reproductivamente activas en cualquier época del año, aumentando la probabilidad de adultos con respecto a juveniles.

Las trampas pitfalls también favorecen la captura de individuos cursoriales que se desplacen por el suelo activamente por encima de ejemplares sedentarios: los juveniles tienden a permanecer en refugios, presentando un rango de dispersión más limitado y concentrándose en áreas específicas (Foelix, 1996; Brennan *et al.*, 2005; Campuzano *et al.*, 2019). Es importante señalar la presencia de las barreras que se utilizaron para conectar las trampas pitfalls en el complejo de trampas, ya que pudieron representar un obstáculo para los ejemplares juveniles por su menor tamaño y sedentarismo, tendiendo a no desplazarse lo necesario para caer en las trampas o refugiándose en las adyacencias de las barreras (Foelix, 1996; Brennan *et al.*, 2005). De igual forma, se colectó un menor número de arañas juveniles en comparación con los adultos en las colectas manuales, esto puede estar relacionado con un menor tamaño de los juveniles y una coloración menos intensa, siendo menos visibles para el colector que los adultos. Además, como ya se mencionó, el comportamiento sedentario y la naturaleza furtiva de los juveniles (encontrándose en refugios), los hacen más difíciles de recolectar (Foelix, 1996).

Los adultos inmaduros fueron los que se presentaron en menor proporción, representando solo el 3,94% del total del estudio, esta baja proporción se observó tanto en las trampas pitfalls como en la colecta manual; lo cual, se relaciona con factores innatos de la biología de las arañas, como una mayor locomoción en individuos adultos que en inmaduros y juveniles, y la brevedad de éste estado del desarrollo (Foelix, 1996; Costa y Simó, 2014), disminuyendo las posibilidades de colectar individuos inmaduros. No obstante, siempre existe la posibilidad que no se hayan identificado correctamente, especialmente en arañas haplóginas (Ubick *et al.*, 2005).

De igual forma, se debe tener en cuenta los patrones fenológicos de las plantas, lo que tiene un efecto directo en la abundancia de insectos presas y en consecuencia en las abundancias de arañas (Mineo *et al.*, 2010) y la dominancia de las familias Theridiidae y Linyphiidae, donde mayormente son machos adultos capaces de desplazarse en comparación a los juveniles más sedentarios (Costa y Simó, 2014).

La proporción de ejemplares adultos se mantuvo constante en la mayor parte del muestreo, pero se aprecia un leve aumento para los meses de julio y agosto, los cuales corresponden al periodo de bajas precipitaciones. Este aumento puede estar relacionado con épocas de reproducción asociados a los periodos menos lluviosos, una mayor supervivencia de adultos dada por una mayor disponibilidad de refugios al disminuir las lluvias, mayor actividad de las arañas epigeas al disminuir la escorrentía o al aumento en la disponibilidad de presas regulados por las variaciones estacionales (Ferreira-Ojeda *et al.*, 2009; Quijano y Martínez, 2015; Fonseca y Mahecha, 2018; Bensouilah *et al.*, 2022). En cambio, la abundancia de juveniles fue mayor en los meses transitorios entre los periodos de altas precipitaciones a bajas precipitaciones y de bajas precipitaciones a altas, esto puede estar relacionado con las épocas reproductivas de las arañas.

En relación al sexo de las arañas colectadas, la representación de ejemplares machos es mayor (72,09%) que de ejemplares hembras (19,83%), esto puede estar relacionado con su comportamiento

errante y sus patrones reproductivos, lo que favorece la captura de machos por trampas pitfalls en comparación con las hembras que son menos activas y se les encuentra generalmente en refugios (Foelix, 1996; Mineo *et al.*, 2010; Costa y Simó, 2014). Es por ello, que al utilizar un protocolo de muestreo basado en trampas pitfalls, se debe considerar la discriminación que favorece a los machos en comparación con las hembras, tanto para familias cursoriales como para constructoras de tela (Costa y Simó, 2014). Machos adultos fue la categoría más abundante (69,93%) en comparación con sus pares hembras (18,05%), entre los ejemplares inmaduros también se aprecia un patrón similar, donde el porcentaje de machos (2,16%) es mayor que el de hembras (1,78%), lo que corrobora lo señalado anteriormente sobre la naturaleza discriminante de las trampas pitfalls y la actividad errante de los machos de arañas. No obstante, es necesario indicar que en estudios como el de Mineo *et al.* (2000), Rodríguez *et al.* (2008) y Nadal *et al.* (2018) se capturó una mayor proporción de hembras que de machos; en el caso de Rodríguez *et al.* (2008) y Nada *et al.* (2018) esto pudo deberse a los métodos de muestreo utilizado, los cuales incluyen: redes de barrido, golpeteo de follaje, aspiradores y colectas nocturnas.

#### **1.4. Grupos funcionales y gremios de arañas**

La diferencia entre arañas cursoriales (41,57%) y constructoras de redes (41,50%) colectadas en este estudio no es determinante, ya que ambas tienen una representación similar. Sin embargo, estos resultados hay que manejarlos con extremo cuidado ya que no se incluyó a los ejemplares pertenecientes a la familia Linyphiidae debido a que se desconoce la identidad taxonómica de sus morfoespecies, a pesar de ser la segunda familia más abundantes de todo el estudio. Según Cardoso *et al.* (2011), las subfamilias de Linyphiidae presenta estrategias dispares, que no permite definir a la familia en un solo gremio, encontrándose especies de arañas constructoras de redes de hoja y cursoriales. Dias *et al.* (2010) también sugirió agrupar a la familia Linyphiidae dentro de las constructoras de redes espaciales diurnas, aunque indicó que algunas familias (incluyendo a Linyphiidae) pueden tener características ecológicas distintivas por lo que es necesario una mayor segregación al categorizarlas. Probablemente, al identificar las morfoespecies de Linyphiidae en este trabajo, y determinar sus gremios, las abundancias de los grupos funcionales y gremios cambiarían.

Considerando que no se está tomando en cuenta a todas las familias de arañas para el análisis de datos, se compararon los resultados de este trabajo con otras investigaciones en distintos ecosistemas neotropicales. El gremio más abundante para este ensamblaje fue el de las arañas constructoras de redes espaciales (RE), seguido por el de cazadoras (CI) y cazadoras terrestres (CT), estos resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez y Mendonça (2012) en bosques ribereños de Brasil y Lewark (2019) en el piedemonte amazónico en Ecuador, donde las arañas constructoras de redes espaciales presentaron mayor abundancia que los ejemplares cursoriales. Por otra parte, Cabra-García *et al.* (2010) en bosques húmedos y Nadal *et al.* (2018) en bosque higrófilo, reportaron una mayor abundancia para el gremio de arañas constructoras de redes orbiculares (RO). En agroecosistemas, se aprecia un patrón similar, con predominio de las arañas constructoras de telas; Almada *et al.* (2012) indican que el gremio más abundante en cultivos de arroz fueron las arañas constructoras de tela, mientras que Armendano y González. (2010) obtuvieron un resultado similar en cultivos de alfalfa. De las seis localidades evaluadas por Cardoso *et al.* (2011) alrededor del mundo, el gremio con la mayor abundancia fue el de constructoras de redes espaciales (RE); con excepción de las localidades estudiadas en EEUU y Guayana, donde las arañas de redes orbiculares (RO) fueron las más abundantes; lo cual, coincide con lo obtenido en este trabajo y se encuentra relacionado con la presencia y abundancias de las familias Theridiidae, Pholcidae y Linyphiidae (Cardoso *et al.*, 2011; Lewark, 2019).

Los gremios constructores de redes suelen verse favorecidos en bosques con una amplia estratificación y complejidad vegetal, así como una mayor densidad boscosa, como se describe en los trabajos de Cabra-García *et al.* (2010), Rodríguez y Mendonça (2012), Nadal *et al.* (2018) y Lewark (2019). Esto se debe a que amplia variedad de refugios para las arañas como hojas, ramas, troncos y corteza de árboles que pueden servir como refugios contra depredadores y sitios de anclaje para las redes de las arañas (Uetz *et al.*, 1999; Pinkus-Rendón *et al.*, 2006; Aisen *et al.*, 2017; Rao, 2017; Fonseca y Mahecha, 2018). La cobertura boscosa también ofrece un refugio contra la radiación y las precipitaciones, evitando el sobrecalentamiento y deshidratación de las arañas en caso de altas temperaturas o protegiendo las redes en caso de lluvias fuertes (Jiménez-Valverde y Lobo, 2007; Aisen *et al.*, 2017; Roe, 2017). Las redes de araña también favorecen la captura de presas voladoras (dípteros, himenópteros, lepidópteros), cuya disponibilidad puede ser mayor en estos ambientes boscosos.

Aunque el gremio dominante fue el de las constructoras de redes espaciales, el gremio que presentó mayor riqueza es el de las arañas cazadoras (CI), perteneciente al grupo de las cursoriales. Lo cual coincide con lo reportado por Cardoso *et al.* (2011) para Estados Unidos y Portugal, y Escorcía *et al.* (2012) en un bosque seco tropical de Colombia; mientras que en los inventarios de Rodríguez y Mendonça (2012) y Almada *et al.* (2012) el gremio que documentó la mayor riqueza corresponde al de las arañas cazadoras por emboscada, también perteneciente al grupo de las cursoriales. El segundo gremio que presentó una mayor riqueza en este estudio fue el de las arañas tejedoras de redes espaciales (RE), siendo el gremio que presentó mayor riqueza en cuatro de las localidades estudiadas por Cardoso *et al.* (2010). Esto corrobora el supuesto de que la composición gremial es mucho más estable que la composición taxonómica a pesar de la región, y permite la comparación de diversos estudios a pesar de sus objetivos y metodologías (Cardoso *et al.* 2011). No obstante, las diferencias gremiales que pueden presentarse entre estudios dependen de la refinación de los gremios, el conocimiento taxonómico, la historia natural de cada especie, así como su biología, comportamiento y la clasificación a utilizar (Días *et al.* 2010).

Son varias las investigaciones que han establecido una relación entre la estructura vegetal con la diversidad de arañas constructoras de telas, donde la complejidad de la arquitectura vegetal aumenta la disponibilidad de soportes estructurales para el emplazamientos de telas (Armendano y González, 2010; Cara-García *et al.*, 2010; Rodrigues y Mendonça, 2012; Campuzano *et al.*, 2016; Rosas-Ramos *et al.*, 2018), y disminuye cuando la estructura vegetal se ve afectada por presiones negativas como el pastoreo, incendios o desforestación (Oyarzabal y Guimañes 2021). Aunque las arañas cursoriales también se ven afectadas por los cambios estructurales de la vegetación, su riqueza está más asociada a la disponibilidad de refugios, profundidad de la hojarasca, sustratos que favorecen la apreciación de los estímulos sensoriales para la caza y diversidad de microhábitats (Sørensen *et al.*, 2002; Escorcía *et al.*, 2012). La investigación de Malumbres–Olarde *et al.* (2018) también sugiere que la estructura gremial y funcional de las arañas depende de variables ambientales (temperatura, humedad, estructura física) y la estructura de los microhábitats. Por ende, una localidad como Monte Zerpa, siendo una selva nublada con varios estratos de vegetación y una capa gruesa de hojarasca, favorece tanto altas abundancias de arañas tejedoras como de arañas cursoriales.

Con respecto a las arañas cursoriales, el gremio más abundante fue el de las cazadoras (CI), representado por las familias Anyphaeniidae, Cheiracanthiidae, Ctenidae, Salticidae, Scytodidae y Sparassidae; siendo Salticidae la familia con mayor riqueza (S=5) y la segunda más abundante (4,88%), mientras que Sparassidae fue la segunda familia más rica (S=4) y la primera más abundancia (S=4, 8,96%). Salticidae ha sido señalada en distintos estudios en bosques neotropicales como una de las

familias más ricas y abundantes (Cabra-García *et al.*, 2010; Tourinho *et al.*, 2011; Escorcía *et al.*, 2012; Nadal. *et al.*, 2018), siendo cazadoras tanto aéreas como de suelo (Dias *et al.* 2010); por lo que es posible que no se haya logrado coleccionar todas las especies/morfoespecies en Monte Zerpa. Por el contrario, de los estudios revisados, la representatividad de Sparassidae es baja con respecto a otras familias de arañas en el neotrópico, siendo arácnidos que habitan en refugios en la vegetación y tienen hábitos nocturnos (Höffer y Brescovit, 2001). Consideramos que la metodología utilizada favoreció la captura de los esparásidos, los muestreos con trampas pitfalls con barreras pudieron permitir una mayor captura de los ejemplares activos durante las noches, mientras que las colectas manuales permitieron coleccionar aquellos individuos que se encontraban en sus refugios. Ctenidae y Anyphaeniidae son familias que suelen ser abundantes en los inventarios del neotrópico (Höffer. y Brescovit. 2001), aunque los cténidos comprendieron un grupo importante en este estudio, los anifaénidos estuvieron representados por una baja abundancia y en su mayoría por ejemplares juveniles. Ambas familias son cazadoras nocturnas, donde los cténidos pueden ser encontrados cazando en el suelo, follaje, troncos y otros sustratos, y los anifaénidos se caracterizan por ser cazadores aéreos, de follaje y vegetación (Dias *et al.* 2010); sus estilos de vida podrían explicar una mayor frecuencia de captura de cténidos en trampas pitfall y de anifaénidos en colectas manuales, donde los cténidos son arañas errantes de suelo y los anifaénidos en vegetación.

El segundo gremio de mayor abundancia entre las arañas cursoriales se trató de las arañas cazadoras terrestres (CT), representado por las familias Corinnidae, Miturgidae, Oonopidae, Paratropididae y Prodidomidae. Tanto Corinnidae como Oonopidae presentaron una riqueza similar ( $S=5$ ); sin embargo, los oonópidos ostentaron una mayor abundancia (7,91%). Ambas familias presentan múltiples estrategias de cazas según las especies que se estén estudiando, así que se podrían diferenciar en más gremios a medida que se refine y sumen conocimientos sobre sus especies. Los oonópidos son una familia de arañas consideradas cazadoras nocturnas de suelo, mientras que los corínidos pueden encontrarse tanto en la vegetación como en el suelo y otros pueden actuar como arañas emboscadoras desde troncos (Höffer y Brescovit, 2001; Dias *et al.*, 2010). Cabe destacar, que la familia Paratropididae son consideradas cazadoras nocturnas y con hábitos sedentarios (Höffer y Brescovit, 2001), cuyas capturas son raras y es necesario tener una visión aguda para poder reconocerlas en sus refugios; entendiendo esto, podemos comprender su poca representatividad en este estudio.

Las cazadoras por emboscada (CE) y las cazadoras especialistas (CS) estuvieron representadas por dos familias cada una. Las arañas cazadoras por emboscadas estuvieron representadas por las familias Microstigmatidae y Thomisidae, siendo los microstigmátidos los más abundantes. La baja representatividad de tomísidos en este estudio en comparación con otros inventarios del neotrópico (Rodrigues y Mendonça, 2012), puede explicarse al analizar su estilo de vida, ya que se tratan de arañas cazadoras de emboscada diurnas, normalmente ubicándose en la vegetación, mimetizando con las flores (Dias *et al.* 2010); lo cual, no fue considerado en la metodología de este estudio, desfavoreciendo su captura. Por su parte, las cazadoras especializadas se encontraron conformadas por las familias Caponiidae y Zodariidae, siendo los zodáridos los más abundantes.

## **2. Variación estacional del ensamblaje de arañas epigeas**

El ensamblaje de arañas epigeas coleccionado en Monte Zerpa presentó mayor riqueza de familias y morfoespecies durante los meses de agosto y septiembre, siendo un periodo de transición entre los meses de bajas precipitaciones a altas precipitaciones; sin embargo, el análisis de correlación no indica ninguna correlación entre la precipitación y la riqueza de familias y morfoespecies de arañas. De igual forma, se registró una mayor abundancia del ensamblaje en el mes de abril (altas precipitaciones), no obstante, el

coeficiente de correlación no indica que existan evidencias significativas para asumir la correlación de las variables. Estos resultados discrepan con los obtenidos por Maya-Morales *et al.* (2012), y Campuzano *et al.* (2016) en bosques nublados, en los cuales, documentaron que la riqueza aumentaba en la época de lluvia y disminuía cuando las precipitaciones lo hacían, mientras que la abundancia aumentaba durante los periodos de menores precipitaciones. Sin embargo, Campuzano *et al.* (2019) no encontró diferencias estacionales en los ensamblajes de arañas de suelo, aunque si documentó diferencias en el ensamblaje de arañas del sotobosque; cabe destacar, que los inventarios de Maya-Morales *et al.* (2012), y Campuzano *et al.* (2016) no discriminaron entre arañas de suelo, sotobosque o dosel, así que probablemente sus resultados evidencien las diferencias estacionales de los ensamblajes de sotobosque y dosel.

## 2.1. Familias y morfoespecies

Las cinco familias más abundantes del ensamblaje (Theridiidae, Linyphiidae, Sparassidae, Oonopidae y Ochyroceratidae) se colectaron de forma continua durante los seis meses de muestreo, manteniendo la dominancia del ensamblaje con la ocasional inclusión de las familias Salticidae, Microstigmatidae y Symphytognathidae entre los rangos de las cinco familias más dominantes; patrón que se corresponde a lo observado en las comunidades de arañas, donde la dominancia la mantienen unas pocas familias (Flórez, 1998). Probablemente, las abundancias están relacionadas a periodos de reproducción o el uso de diferentes microhábitats durante cada estación (Azevedo *et al.*, 2013).

Theridiidae se mantuvo como la familia dominante del ensamblaje en cuatro de los seis meses de muestreo, con la excepción de mayo donde Sparassidae fue la familia predominante y en julio donde Linyphiidae presentó un mayor número de individuos. En el estudio realizado por Mineo *et al.* (2010), la familia Theridiidae también se posicionó entre las familias más abundantes en un estudio estacional de arañas del suelo. Se asocia la abundancia de la familia a su alta capacidad de adaptarse a diferentes hábitats y nichos (Ubick *et al.*, 2005; Bonaldo *et al.*, 2009), lo que les permite afrontar los cambios estacionales. Dentro de la familia se han documentado especies sociales y subsociales, que viven en comunidad, compartiendo sus redes y concentrando una gran cantidad de individuos en un lugar determinado (Rao y Aceves-Aparicio, 2015), lo cual, favorece la captura de numerosos ejemplares de esta familia. En el caso de la familia Linyphiidae se han asociado los picos de abundancias a los patrones reproductivos que presenten las especies, donde se pueden encontrar especies univoltinas (una generación por año), multivoltinas (más de una generación al año de forma contigua) o merovoltinas (más de una generación al año con intervalos) (Ubick *et al.*, 2005; Azevedo *et al.*, 2013). Giraldo *et al.* (2004) observó una tendencia similar entre las familias Theridiidae y Linyphiidae, con periodos continuos de abundancia por parte de Theridiidae y picos de abundancia por Linyphiidae; sin embargo, esta comparación está limitada por las diferencias en los ecosistemas entre ambos estudios, ya que el estudio se realizó en lomas herbáceas de Perú, un ecosistema costero con alta estacionalidad, entre los 100 a 750 m.s.n.m.

La familia Sparassidae ocupa una amplia variedad de hábitats, con una capacidad de dispersión significativa, distribuyéndose en un amplio rango altitudinal y algunas especies son capaces de colonizar rápidamente nuevos hábitats; estas características innata de la familia pueden reflejarse en las morfoespecies colectadas en este estudio y explicar su elevada abundancia durante los meses de muestreo, ya que les permiten adaptarse a los posibles cambios en su hábitat por los cambios estacionales o por otras perturbaciones (Ubick *et al.*, 2005; Hernández-Corral *et al.*, 2021; Bensouilah *et al.*, 2022). También, se ha documentado especies longevas dentro de la familia, lo que podría explicar la presencia de adultos a lo largo del muestreo (Hernández-Corral *et al.*, 2021).

En el caso de la familia Ochyroceratidae, el coeficiente de correlación de Spearman indica una correlación negativa significativa entre su abundancia relativa y la precipitación, es decir, su abundancia disminuye a medida que aumentas las precipitaciones. Este patrón puede estar asociado a la naturaleza de esta familia, ya que se tratan de arañas pequeñas (de máximo 3 mm) que habitan la hojarasca o la vegetación del suelo donde construyen sus redes (Bonaldo *et al.*, 2009).. Por su tamaño, pueden ser más vulnerables a los efectos de la precipitación en sus microhábitats (Rao, 2017).

Las familias Theridiosomatidae y Uloboridae, aunque en este estudio se muestrearon solo en los meses de agosto y septiembre, pertenecen al gremio de las constructoras de redes orbiculares, que generalmente ubican sus redes en la vegetación (Ubick *et al.*, 2005; Cardoso *et al.*, 2011;). Los métodos de muestreos utilizados no favorecieron la captura del gremio de las tejedoras de redes orbiculares, por lo cual, no se puede asumir la exclusividad de estas familias, debido al déficit de información ocasionado por el sesgo. De igual forma, no contamos con suficiente información sobre la familia Cheiracanthiidae para asumir si su única colecta durante el mes de agosto se deba a razones biológicas, fenológicas o metodológicas. En el caso de Dipluridae, solo se colectaron machos adultos en el mes de abril, se sabe que esta familia pertenece al gremio de las constructoras de redes de hojas y sus refugios se localizan en las aberturas de troncos, grietas en el suelo o en rocas, siendo arañas sedentarias (Bonaldo *et al.*, 2009; Cardoso. *et al.*, 2011), aunque los ejemplares del género *Masteria* pueden perseguir a su presa activamente (Dias *et al.*, 2010); por lo cual, se podría asumir que se trataban de ejemplares reproductivos en búsqueda de una hembra (Salvestrini y Gasnier, 2001; Costa y Simó, 2014), sin embargo, se necesita de más información para poder corroborar este supuesto.

En la misma tendencia, las cinco morfoespecies más abundantes de todo el estudio, también son las más abundantes en cada uno de los meses de muestreo, siendo *Linyphiidae sp2* y *Theridiidae sp1* las morfoespecies dominantes del estudio. *Linyphiidae 2* se posiciona como la morfoespecie de mayor dominancia en tres de los meses de muestreo (junio, julio y septiembre), meses que coinciden con las bajas precipitaciones y al comienzo del periodo de lluvias, mientras que en los meses de abril, mayo y agosto es la segunda morfoespecie más abundante, aunque el análisis de correlación determinó una relación negativa de la abundancia con la precipitación, los resultados no son significativos. Probablemente, las diferencias entre las abundancias mensuales de *Linyphiidae* estén asociados a otros factores como patrones reproductivos y generacionales, aunque la mayoría de los linífidos son univoltinos (producen una generación al año), algunas especies son multivoltinas (más de una generación al año); si esta morfoespecie se trata de una especie multivoltina, los picos de dominancia corresponderían a periodos reproductivos (Ubick *et al.*, 2005). Cabe destacar, que aunque no haya una correlación significativa entre la precipitación y la morfoespecie *Linyphiidae 2*, tampoco se descarta que la precipitación afecte otras variables que sí se correlacionen con la abundancia de esta morfoespecie; ya que las lluvias pueden afectar la arquitectura vegetal y por lo tanto disminuir los emplazamientos de telas, así como la abundancia de las presas (Giraldo *et al.*, 2004; Mineo *et al.*, 2012; Queiroz y Gasnier, 2017), también puede afectar la fenología de algunas plantas, siendo que se han reportado asociaciones e interacciones entre especies de plantas y linífidos (Vasconcellos-Neto *et al.*, 2017).

*Theridiidae sp1* es la morfoespecie más abundante del estudio, pero la dominante tan solo en abril y agosto, y la segunda de mayor abundancia los meses junio, julio y septiembre. El análisis de correlación sugirió que no hay suficiente evidencia para correlacionar la abundancia de esta morfoespecie con la precipitación. Los resultados podrían indicar que *Theridiidae sp1*: i) presenta periodos de reproducción continuos, que permitió mantener sus abundancias durante los meses de muestreo (Giraldo *et al.*, 2004;

Acevedo *et al.*, 2013) o ii) ocupa distintos microhábitats en cada estación evitando el efecto de la precipitación u otros factores abióticos (Acevedo *et al.*, 2013). Tampoco se puede descartar, que la morfoespecie se trate de una especie social o subsocial de terídidos (Blamires *et al.*, 2017) o que, como *Latrodectus bishopi* (Theridiidae), su dinámica poblacional no esté determinada por factores abióticos sino por factores biológicos como los depredadores (Carrel, 2001), considerando que las especies de arañas dentro de una familia tienden a tener el mismo estilo de vida (Cardoso *et al.*, 2011).

Durante el mes de mayo *Sparianthina sp* fue la morfoespecie más abundante y presentó su menor abundancia durante el mes de agosto; sin embargo, el análisis de correlación no indicó que existiera una relación entre la precipitación y su abundancia. Se sabe que especies de la familia Sparassidae como *Olios argelasius* y *Micrommata ligurina*, pueden ocupar un amplio gradiente altitudinal, mostrando una alta plasticidad ambiental y estacional, siendo capaces de alimentarse de una diversidad de presas (Hernández-Corral *et al.*, 2021; Bensouilah *et al.*, 2022); además, se ha determinado que la reproducción de *M. ligurina* solo se ve afectada por la temperatura y la disponibilidad de recursos (Bensouilah *et al.*, 2022). Es posible, que dichas características se compartan con el género *Sparianthina sp*, lo cual, permitiría a esta morfoespecie adaptarse a los cambios ambientales que puedan generarse debido al aumento de las precipitaciones y la elevada abundancia en el mes de mayo pueda indicar un pico reproductivo (Acevedo *et al.*, 2013).

El análisis de correlación tanto para *P. tabiskey* como para *Ochyrocera sp1* determinó una relación negativa de sus abundancias relativas con las precipitaciones; sin embargo, solo la morfoespecie *Ochyrocera sp1* presentó una correlación significativa, la cual indica que a medida que aumentan las precipitaciones disminuyen la abundancia de esta morfoespecie. Probablemente la tendencia a disminuir de la especie *P. tabiskey* durante los periodos de mayor precipitación se asocie a otros factores, pero no se descarta el efecto de las lluvias sobre el sustrato y la disponibilidad de las presas que pueden afectar los patrones de las cazadoras terrestres y emboscadoras (Willermar y Lacava, 2017; Queiroz y Gasnier, 2017). En el caso de *Ochyrocera sp1*, las precipitaciones pueden afectar los lugares de emplazamientos de telas, pueden generar la segregación espacial en búsqueda de refugios ante el aumento de las lluvias o disminuir las presas de esta morfoespecie, disminuyendo el número de ejemplares (Rao, 2017).

La elevada cantidad de singletons y doubletons en cada mes de muestreo es característico de los inventarios de arañas (Sørensen *et al.*, 2002); e indican un ensamblaje poco equitativo, con distribuciones desiguales de las abundancias, una alta dominancia de unas pocas morfoespecies, una gran cantidad de especies raras y que se mantiene en cada mes de muestreo. Este patrón se expresa con un número importante de especies exclusivas que podría ser el resultado de factores innatos de las morfoespecies recolectadas (movilidad, estilo de vida, patrones reproductivos y generacionales), ambientales (humedad, precipitación, temperatura, estructura vegetal), interacciones biológicas (densidad de presas y depredadores) o sesgos en el muestreo (Mineo *et al.*, 2012; Fonseca y Mahecha, 2018; Queiroz y Gasnier, 2017; Campuzano *et al.*, 2019). No obstante, cabe señalar, que hubo más morfoespecies exclusivas en la época de lluvia, patrón que también se observó en un estudio en Brasil, tanto en sabana (Mineo *et al.*, 2010) como en bosque lluvioso tropicales (Azevedo *et al.*, 2013).

Los patrones de similitud en la composición de especies agrupan los meses correspondientes a las bajas precipitaciones (junio, julio y agosto) con respecto a la presencia y ausencia de especies, indicando un alto grado de similitud. En comparación, los meses correspondientes a altas precipitaciones presentan una composición diferente, probablemente asociada con al recambio de especies y el efecto de la precipitación (u otras variables) sobre la riqueza. En cambio, si se consideran las abundancias, los meses

de junio, julio y septiembre fueron agrupados en el dendograma al igual que los meses de agosto y abril, a pesar de corresponder a periodos estacionales distintos. Probablemente, otros elementos del hábitat, no medidos en este trabajo, podrían impulsar las respuestas temporales y estacionales del ensamblaje de arañas epigeas de Monte Zerpa, como cambios en la temperatura y humedad en los microhábitats (Jiménez-Valverde y Lobo, 2007; Mineo *et al.*, 2010) y factores biológicos como la disponibilidad de presas (Mineo *et al.*, 2010), variables que están fuertemente relacionadas con los valores de abundancia y diversidad en las comunidades de arañas y que podrían aportar nueva información que permitan explicar estas agrupaciones. No se descarta un efecto metodológico, el cual, puede ser el responsable de la alta disimilaridad entre el mes de mayo y el resto de los meses.

## 2.2. Gremios de arañas

El número de gremios se mantuvo igual en cada uno de los meses de muestreos, lo cual indica que los gremios no solo se mantienen estables y se conservan a una escala espacial, como propusieron Cardoso *et al.* (2011), sino que también se conservan en una escala temporal, aunque la composición taxonómica pueda variar. El gremio de arañas constructoras espaciales fue el más abundante con excepción del mes de mayo, donde el gremio de las cazadoras dominó el muestreo, lo cual se relaciona directamente con las abundancias de las familias o las morfoespecies que lo conforman, siendo aquellos ejemplares con mayor capacidad de ocupar adecuadamente los nichos (Rodrigues y Mendonça, 2012).

Theridiidae (especialmente la morfoespecie *Theridiidae sp1*) y Pholcidae son las familias responsables de que el gremio de las arañas constructoras de redes espaciales dominara el muestreo; resultados que coinciden con los reportados por Rodrigues y Mendonça (2012) y Lewark (2019) en bosques ribereños de Brasil y la amazonia ecuatoriana, respectivamente. En cambio, el gremio de las cazadoras estaría definido por las familias Sparassidae, Salticidae y Ctenidae; donde Salticidae y Ctenidae registran altas abundancias en inventarios de bosques neotropicales (Höffer y Brescovit, 2001; Ricetti y Bonaldo, 2008; Cabra-García *et al.*, 2010; Escorcía *et al.*, 2012; Robinson, 2018). Mientras que Sparassidae, Salticidae y Ctenidae definieron las abundancias del gremio de las cazadoras y Oonopidae, Corinnidae y Prodidomidae lo hicieron con el de las cazadoras terrestres.

Todos los gremios estuvieron representatividad en cada uno de los meses de muestreos, manteniéndose estables en el tiempo; aunque, la abundancia de las arañas cursoriales disminuye durante los periodos de lluvia en comparación con las arañas tejedoras. Esto puede estar relacionado con una reducción de la densidad de presas, disminución de refugios adecuados, alteración de los microhábitats en la superficie del suelo por la lluvia y la escorrentía, lo cual se ha evidenciado en otros estudios en zonas tropicales (Queiroz y Gasnier, 2017; Rosa-Ramos *et al.*, 2018; Campuzano *et al.*, 2019).

A diferencia de los análisis de agrupamientos basados en la presencia-ausencia y en la abundancia de morfoespecies, el análisis de similitud del ensamblaje de arañas epigeas en función de los gremios, determinó dos grupos correspondientes a los meses de baja precipitación y alta precipitación, con excepción de mayo. La agrupación está relacionada con la disminución de las abundancias de los gremios de arañas cursoriales durante los meses de altas precipitaciones y el aumento en el número de individuos de la mayoría de los gremios constructores de tela. Es notorio, cómo la estructura gremial del ensamblaje de arañas epigeas de Monte Zerpa es más consistente entre los diferentes meses de muestreo, apoyando la integridad y estabilidad de los gremios de arañas para el estudio de comunidades (Cardoso *et al.*, 2011).

### **3. Consideraciones finales**

El ensamblaje de arañas epigeas de la selva nublada de Monte Zerpa presenta un elevado número de especies que aún no han sido identificadas y que probablemente comprendan nuevos registros de especies para el país. Los resultados de este estudio sugieren que esta localidad alberga una importante biodiversidad y una estructura gremial estable, comparable con otros inventarios en el neotrópico. Por otra parte, se demuestra la importancia de inventariar taxones claves como las arañas en ecosistemas vulnerados, que permiten apreciar las dinámicas ecológicas y cuantificar la diversidad, generando conocimientos que pueden respaldar la conservación de comunidades bióticas.

Finalmente, los resultados obtenidos en este estudio pueden contribuir al conocimiento de la araneofauna venezolana, como un primer trabajo enfocado en estudiar la composición taxonómica y gremial de las arañas en una selva nublada, con una aproximación a la variabilidad estacional.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## CONCLUSIONES

Se identificaron un total de 31 familias de arañas, 25 familias pertenecen al infraorden Araneomorphae (80,65%) y 6 familias del infraorden Mygalomorphae (19,36%); de igual forma, se registró un total de 39 géneros y 85 morfoespecies.

De las 85 morfoespecies registradas se identificaron 53 a nivel de género, de las cuales 15 fueron identificadas hasta especie y las 38 morfoespecies restantes podrían representar nuevos registros de especies de arañas para Venezuela.

La familia con mayor riqueza es Theridiidae con 8 morfoespecies/especies, seguida por Araneidae y Pholcidae con 6 morfoespecies/especies, entre las tres representan el 43,82% de la riqueza del ensamblaje de arañas epigeas de Monte Zerpa. El 32,78% de las familias está representado por una sola morfoespecie.

El 62,58% de la abundancia del ensamblaje corresponde a cinco familias: Theridiidae, Linyphiidae, Sparassidae, Oonopidae y Ochyroceratidae. Theridiidae y Linyphiidae han sido identificadas como las familias más abundantes en otros inventarios de arañas en bosques nublados y en otros ecosistemas neotropicales.

Las morfoespecies más abundantes son *Theridiidae 1* (Familia Theridiidae), *Linyphiidae 2* (Familia Linyphiidae), *Sparianthina sp* (Familia Sparassidae), *Pseudonemesia tabiskey* (Familia Microstigmatidae) y *Ochyrocera sp1* (Familia Ochyroceratidae) y representan el 53,97% de toda la abundancia del ensamblaje de arañas.

El 43,52% de la riqueza corresponde a singletons y doubletons, pero solo comprenden el 1,71% de la abundancia del ensamblaje.

El ensamblaje se ajusta a un modelo de distribución de abundancias Log-Normal que indica una estructura rica en morfoespecies, con una alta dominancia de unas pocas morfoespecies y abundancias determinadas por múltiples factores.

La curva de acumulación de especies y la riqueza estimada sugieren que aún faltan ejemplares de arañas epigeas por coleccionar en el ensamblaje de la selva nublada de Monte Zerpa. Se alcanzó a muestrear entre el 77,86% al 88,88% de la riqueza estimada, por lo cual, el inventario de arañas epigeas alcanzó un nivel de integridad de muestreo comprensible.

Las estimaciones de diversidad sugieren un ensamblaje poco uniforme; con pocas morfoespecies dominantes y numerosas las especies raras representadas por un elevado número de singletons y doubletons.

En total se colectaron 2.069 arañas adultas, 218 juveniles y 113 adultos inmaduros. Las abundancias mensuales de cada estado de desarrollo indican la presencia de morfoespecies longevas o temporadas reproductivas asincrónicas en el ensamblaje de arañas epigeas de Monte Zerpa, con picos reproductivos de algunas morfoespecies durante los meses de baja precipitación.

La proporción de machos (72,09%) es mayor a la de las hembras (19,83%), lo cual, podría estar relacionado con los patrones de actividad innatos de los machos con respecto a las hembras, también apoya el supuesto de la presencia de morfoespecies multigeneracionales, con temporadas reproductivas asincrónicas y adultos reproductivos presentes durante los meses de muestreo.

El ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa está compuesto por 8 gremios de arañas. El gremio de Arañas Cazadoras (CI) es el más rico en número de morfoespecies de arañas, mientras que el gremio de las Arañas Constructoras de Redes Espaciales (RE) es el más abundante. Entre los gremios de arañas cursoriales, el gremio de Arañas Cazadoras (CI) es el más abundante, seguido por el gremio de las Cazadoras de Tierra (CT). La distribución de las abundancias de los gremios de arañas también se ajusta a un modelo Log-Normal.

La prueba de Kruskal-Wallis, evidencia diferencias significativas entre las medias de las abundancias de las morfoespecies y los gremios durante los meses de muestreo, demostrando variaciones estructurales del ensamblaje.

No se encontró una correlación significativa entre la riqueza y la abundancia total del ensamblaje con la precipitación.

De las cinco familias más abundantes Ochyroceratidae presentó una correlación negativa significativa con las precipitaciones, esto quiere decir que a medida que aumentan las precipitaciones disminuye su abundancia. Efecto que se refleja en su morfoespecie más abundante de la familia *Ochyrocera sp1*, y una de las cinco más abundantes de todo el muestreo. Lo cual, podría indicar que algunas familias de arañas pueden verse afectadas por las precipitaciones.

Las abundancias de las familias Theridiidae, Linyphiidae, Sparassidae y Oonopidae no presentan una correlación significativa con la precipitación. Probablemente, su abundancia esté relacionada con otros factores como patrones reproductivos, plasticidad ambiental o una alta longevidad.

El análisis de agrupamiento sugiere un fuerte recambio de especies entre meses de muestreos, aunque los meses correspondientes al periodo de baja precipitación presenta un mayor grado de similitud y un menor recambio de especies. Por su parte, los gremios se conservan durante los meses de muestreo y muestran disimilitud entre las abundancias entre los periodos de alta y baja precipitaciones.

Los gremios de arañas se presentan como una herramienta estable, que permite comparar la diversidad funcional de las comunidades de arañas a pesar de la estructura del hábitat, la metodología utilizada y la composición taxonómica.

## RECOMENDACIONES

- Generar información sobre las comunidades de arañas en selvas nubladas que contribuyan al conocimiento de la araneofauna en este tipo de ecosistemas.
- Realizar nuevas colectas complementarias a este estudio para poder comparar los cambios en la estructura de la comunidad de arañas, considerando: composición, riqueza y abundancia; así como de otros grupos en otros microhábitats.
- Realizar inventarios de los ensamblajes de arañas en distintos estratos de la selva nublada de Monte Zerpa, para lograr una aproximación más completa al conocimiento de la comunidad de arañas de dicha localidad.
- Elaborar un protocolo de muestreo que considere el uso de métodos complementarios para la colecta de arañas epigeas y de suelo, tomando en cuenta: microhábitats, horas luz/oscuridad, fenología y estacionalidad. Se sugiere el uso de muestreos manuales diurnos y nocturnos, trampas pitfall, revisión de la hojarasca y el uso de aspiradores.
- Analizar la posibilidad de que estos estudios se den de manera periódica y /o a largo plazo para recabar más información sobre la araneofauna de la selva nublada de Monte Zerpa.
- Realizar estudios relacionados a la fenología de arañas, para determinar el patrón de distribución y la dinámica de las especies de arañas a lo largo de un año o diferentes periodos climáticos, considerando que las comunidades de animales no son estáticas en el espacio y en el tiempo.
- Evaluar otras variables meteorológicas como temperatura, radiación solar y humedad, además de la precipitación, con datos actualizados o mediciones hechas en campo. Además de considerar mediciones de variables microclimáticas.
- Refinar la identificación taxonómica de las morfoespecies de arañas para obtener información acorde sobre los ecosistemas inventariados, así como generar listados accesibles para estudiantes e investigadores interesados en la araneofauna. Aunado a esto, se recomienda la creación de una base de datos sobre arañas de Monte Zerpa.

## REFERENCIAS

- Abraham, N. y Santos, A.J.** (2012). *Neoxyphinus gregoblin*. En: Abraham, N., Brescovit, A., Rheims, C., Santos, A.J. Ott, R., Bonaldo, A. A Revision of the Neotropical Goblin Spider Genus *Neoxyphinus* Birabén, 1953 (Araneae, Oonopidae). *American Museum Novitate* (3743), 1-75. <https://doi.org/10.1206/3743.2>
- Aisen, S., Werenkraut, V, González Márquez, M., Ramírez, M.J. y Ruggiero, A.** (2017). Environmental heterogeneity, not distance, structures montane epigeic spider assemblages in north-western Patagonia (Argentina). *Journal of Insect Conservation*, 21, 951-962. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0034-8>
- Akirov, I.** (2009). Los pteridiofitos de Monte Zerpa, Mérida. *Pittieria*. 33, 83-92.
- Akirov, I.** (2010). Clave para 15 familias de pteridofitos de la selva de Monte Zerpa, Mérida, Venezuela. *Pittieria*, 34, 23-31.
- Akirov, I.** (2011). Las Aspleniaceae de la selva de neblina de Monte Zerpa, Mérida, Venezuela. *Pittieria*, 35, 109-132.
- Akirov, I.** (2014). Las Blechnaceae de la selva de neblina de Monte Zerpa, Mérida, Venezuela. *Pittieria*, 38, 43-57.
- Alcalde, A.S, Politi, N., Corronca, J. y Rivera, L.O.** (2018). Cambios en los ensamblajes y gremios de araña (Araneae) en sitios con aprovechamiento forestal de la selva pedemontana del noroeste argentino. *Neotropical Biology and Conservation* 13 (2). <https://doi.org/10.4013/nbc.2018.132.05>
- Alcalde, A.S., Politi, N., Rodríguez-Artigas, S., Corronca, J.A. y Rivera, L.O.** (2021). Ground-dwelling spider families and forest structure variables for monitoring ecologically sustainable logging operations. *Environmental Conservation*, 1-9. <https://doi.org/10.1017/S0376892921000230>
- Almada, M., Sosa, M. y González, A.** (2012). Araneofauna (Arachnida: Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénicos y convencionales en el norte de Santa Fe, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 60 (2), 611-623.
- Almada, M. y Sarquis, J.A.** (2016). Araneofauna (Arachnida: Araneae) de suelo en bosques nativos, exóticos y pajonales del Parque General San Martín, Entre Ríos Argentina. *Ecología Austral*, 26 (3), 212-322. <https://doi.org/10.25260/EA.16.26.3.0.204>
- Almeida-Neto, M., Machado, G., Pinto-da-Rocha, R. y Giaretta, A.A.** (2006). Harvestman (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule? *Journal of Biogeography*, 33, 361-375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01389.x>.
- Armendano, A. y González, A.** (2010). Comunidad De arañas (Arachnida, Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58 (2), 757-767. <https://doi.org/10.15517/rbt.v58i2.5243>
- Ataroff, M.** (2001). Venezuela en M. Kappelle y A. Brown. (Eds.). *Bosques Nublados del Neotrópico* (pp.397-442). Editorial IMBIO.
- Ataroff, M.** 2003. Selvas y bosques de montaña en M, Aguilera, A. Azócar y E. González-Jiménez (Eds.). *Biodiversidad en Venezuela Tomo II* (pp.762-810). FONACIT-Fundación Polar.
- Ataroff, M. y Sarmiento, L.** (2004). Las unidades ecológicas de Los Andes de Venezuela en E. La Marca y P. Soriano (Eds.). *Reptiles de Los Andes de Venezuela* (pp.9-26). Fundación Polar, Codepre-ULA, Fundacite-Mérida, Biogeos.

- Avalos, G., Rubio, G.D., Bar, M.E. y González, A.** (2007). Arañas (Arachnida: Araneae) asociadas a dos selvas degradados del Chaco húmedo en Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 55 (3-4), 899-909.
- Azevedo, G., Faleiro, B., Magalhaes, I., Benedetti, A., Oliveira, U., Pena-Barbosa, J., Santus, M., Vilela, P., De María, M. y Santos, A.** (2013). Effectiveness of sampling methods and further sampling for accessing spider diversity: a case study in a Brazilian Atlantic rainforest fragment. *Insect Conservation and Diversity*, 7, 381-391. <https://doi.org/10.1111/icad.12061>
- Benítez-Malvido J, Martínez-Falcón A.P. y Durán-Barrón C.G.** Diversity metrics of spider communities associated with an understorey plant in tropical rain forest fragments. *Journal of Tropical Ecology* <https://doi.org/10.1017/S026646741900035X>
- Bensouilah, S., Bensakhri, Z., Zebza, R., Amari, H., Youcefi, A., Zouaimia, A., Mahdjoub, H., Chorfi, A., Atoussi, S., Eddine Sadine, S. y Houhamdi, M.** (2022). Reproductive phenology of the spider *Micrommata ligurina* (C.L. Koch, 1845) (Araneae; Sparassidae) across an elevational gradient in Northeast Algeria. *Ekológia*, 41 (3), 254–261. <https://doi.org/10.2478/eko-2022-0026>
- Bertani, R.** (2013). A new species of Melloina (Araneae: Paratropididae) from Venezuela. *Zoología*, 30 (1), 101-106. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702013000100013>
- Blamires, S.J., Zhang, S. y Min Tso, I.** (2017). Webs: Diversity, Structure and Function en C. Viera, y M. Gonzaga (Eds.). *Behaviour and Ecology of Spiders* (pp.137-164). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65717-2>
- Bolzern, A. y Platnick, N.** (2013). The Neotropical goblin spiders of the new genus *Varioonops* (Araneae, Oonopidae). *American Museum Novitates* (3791), 1-66. <https://doi.org/10.1206/3791.1>
- Bonaldo, A.B., Carvalho, L., Pinto-da-Rocha, R., Tourinho, A.L., Miglio, L., Candiani, D., Lo Man Hung, N.F., Abraham, N., Rodrigues, B., Rheims, C.A., Lucas, S.M., Polotow, D., Ruiz, G.R. y Indicatti, R.P.** (2009). Inventário e história natural dos aracnídeos da Floresta Nacional de Caxiuanã em LISBOA, P.L.B. (Ed). *Caxiuanã: desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia* (pp:577-621). Museo Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- Bosmans, R., Maelfait, J.P. y De Kimpe, A.** (1986). Analysis of the spider communities in an altitudinal gradient in the French and Spanish Pyrenees. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 7 (3), 69-76.
- Bowden, J.J. y Buddle, M.** (2010). Spider Assemblages across Elevational and Latitudinal Gradients in the Yukon Territory, Canada. *Arctic*, 63 (3), 261–272.
- Brennan, K., Majer, J. y Moir, M.** (2005). Refining Sampling Protocols for Inventorying Invertebrate Biodiversity: Influence of Drift-Fence Length and Pitfalls Trap Diameter on Spider. *The Journal of Arachnology*, 33, 681-702.
- Brescovit, A.** (1997). Revisão de Anyphaeninae Bertkau a nível de gêneros na região Neotropical (Araneae, Anyphaenidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 13 (1), 1-187.
- Brescovit, A.D.; Rheims, C.A.; Bonaldo, A.B.** (2007). Chave de identificação para famílias de aranhas brasileiras, 1-19.
- Brescovit, A.D., Francke, O., Laborda, A., Montiel-Parra, G. Scioscia, C., Simó, M. y Viquez-Núñez, C.** (2017). Neotropical Arachnological Collections: Basic Tools for the Development of Spider Research en C. Viera y M. Gonzaga (Eds.). *Behaviour and Ecology of Spiders* (pp:55-84). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65717-2>
- Brown, A.D. y Kapelle, M.** (2001). Introducción a los Bosques Nublados del Neotrópico: una síntesis regional. *Bosques Nublados del Neotrópico*, 25-40.
- Bruijnzeel, L.A.** 2001. Tiempo decisivo para las selvas de neblina. L. A. Bruijnzeel y L. S. Hamilton (Ed.). UNESCO-International Hydrological Programme.

- Bultman, T.L., Uetz, G.W. y Bradi, A.R.** (1982). A comparison of cursorial spider communities along a successional gradient. *The Journal of Arachnology*, 10, 23-33.
- Cabra-García, J., Montealegre, L. y Arce, M.I.** (2010). Evaluación rápida de la riqueza de Arañas en un Bosque Húmedo Tropical del Departamento del Cauca (Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 11 (1), 1-9. <http://hdl.handle.net/10893/4071>
- Cadenas, D., Pérez-Sánchez, A.J., Villa, P.M., y De Ascensão, A.** (2009). Abundancia relativa, uso del hábitat y dieta de *Bolitoglossa Orestes* (Urodela: Plethodontidae) en una selva nublada andina venezolana. *Ecotrópicos*, 22 (2), 99-109. <http://ecotropicos.saber.ula.ve>
- Chao, A., Gotelli, N., Hsieh, T.C., Samder, E. Ma, K.H., Colwell, R.K. y Ellison, A.** (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monograph*, 84 (1), 45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Chao, A., Chiu, C.H., Wu, S.H., Huang, C.L. y Lin, Y.C.** (2019). Comparing two classes of alpha diversities and their corresponding beta and (dis)similarity measures, with an application to the Formosan sika deer *Cervus nippon taiouanus* reintroduction programme. *Methods in Ecology and Evolution*, 10, 1286–1297. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13233>
- Colwell, R.K.** (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL <https://spaces-cdn.owlstown.com/blobs/f7yfc31w8r1p8ruymhvf4mcdb9w>
- Campuzano, E., Ibarra-Núñez, G., Chamé-Vázquez, E.R. y Montaña-Moreno, H.** (2016). Understory spider assemblages from a cloud forest in Chiapas, Mexico, and their relationships to environmental variables. *Arthropod-Plant Interactions*, 10, 237-248. <https://doi.org/10.1007/s11829-016-9426-z>
- Campuzano, E., Ibarra-Núñez, G., Rabet, S., Morón-Ríos, A. y Jiménez, M.L.** (2019). Diversity and seasonal variation of ground and understory spiders from a tropical mountain cloud forest. *Insect Science*, (00), 1-19. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12693>
- Cardoso-Ávila, A., Stenert, C., Lopes-Rodrigues, E.N. y Maltchik, L.** (2017). Habitat structure determines spider diversity in highland ponds. *Ecological Research*, 32 (3), 359-367. <https://doi.org/10.1007/s11284-017-1442-7>
- Cardoso, P.** (2009). Standardization and optimization of arthropod inventories – the case of Iberian spiders. *Biodiversity and Conservation* 18 (3949). <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9690-7>
- Cardoso, P., Pekár, S., Jocqué, R. y Coddington, J.** (2011). Global Patterns of Guild Composition and Functional Diversity of Spiders. *PLoS ONE*, 6 (6), e21710. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021710>
- Carrel, J.** (2001). Population dynamics of the red widow spider (Araneae: Theridiidae). *Florida Entomologist*, 84(3), 385-390.
- Catálogo de Arañas de Argentina** (2022). Catálogo de Arañas de Argentina. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", en línea en <https://sites.google.com/site/catalogodearanasdeargentina/>, consultado el 2022.
- Chatzaki, M., Markakis, G. y Mylonas, M.** (2005). Phenological patterns of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) on Crete, Greece. *Ecologia mediterranea*, 31, 33-53. <https://doi.org/10.3406/ecmed.2005.1477>
- Colmenares-García, P.** (2008). Tres nuevos registros para la Araneofauna venezolana (Arachnida, Araneae, Pholcidae). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 42 (1), 85-92.
- Cornejo-Escobar, P. y Chinchilla, O.L.** (2007). Algunos aspectos biológicos de *Avicularia velutina* (Araneae, Theraphosidae) en la localidad de Amanita, Municipio Ribero, Estado Sucre, Venezuela. *SABER*, 19 (2), 145-149

- Costa, F. y Simó, M.** (2014). Fenología de las Arañas Epigeas de una zona costera del sur de Uruguay: Un estudio Bianual con Trampas de Caída. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* 23(1): 1-15.
- De Ascenção, A.** (1997). *Composición, estructura y dinámica temporal de la comunidad de coleópteros coprófagos en una selva nublada* [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad de Los Andes.
- Delgado, G., Burbano, A. y Silva Parra, A.** (2011). Evaluación de la Macrofauna del Suelo asociada a diferentes sistemas con café *Coffea arábica* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 18 (1), 91-106.
- Dias, S.C., Carvalho, L., Bonaldo, A.B. y Brescovit, A.D.** (2010). Refining the establishment of guilds in Neotropical spiders (Arachnida: Araneae). *Journal of Natural History*, 44 (3-4): 219-239. <https://doi.org/10.1080/00222930903383503>
- Díaz de Pascual, A.** (1993). Caracterización del hábitat de algunas especies de pequeños mamíferos de la Selva Nublada de Monte Zerpa, Mérida. *Ecotrópicos*, 6 (1), 1-9.
- Ely Bali, F., Schwarzkopf, T., Rada, F., León, Y. y Gaviria, J.** (2010). Respuesta hídrica y fenológica de epífitas y plantas de Bosque de una Selva Nublada andina introducidas en un Bosque Secundario. *Ecotrópicos*, 23 (1), 1-17.
- Escorcía, R.Y., Martínez, N.J. y Silva, J.P.** (2012). Estudio de la diversidad de arañas de un Bosque Seco Tropical (BS-T) en Sabanalarga, Atlántico, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 16 (1), 2247-260.
- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits W.J., Van Buskirk, Jr. J. y McCollum, S.M.** (1996). Simplifying the Jargon of Community Ecology: A Conceptual Approach. *The American Naturalist*. Vol. 147 (2), 282-286
- Ferreira-Ojeda, L., Flórez, E. y Sabogal-González, A.** (2009). Arañas orbitelares de un Bosque Húmedo Subtropical de la Sierra Nevada de Santa Marta (Magdalena, Colombia). *Caldasia*, 31 (2), 381-391.
- Flórez, E.** (1998). Estructura de comunidades de araña (Araneae) en el Departamento del Valle, suroccidente de Colombia. *Caldasia*, 20 (2), 173-192.
- Foelix, R.** (1996). *Biology of Spider*. Ocford University Press.
- Fonseca, A.N. y Mahença, O.** (2018). Contribución al estudio de los arácnidos (Arachnida) asociados a un bosque de galería en Meta (Colombia). *Revista Ibérica de Aracnología* (33),123-128.
- Foord, S. y Dippenaar-Schoeman, A.** (2016). The effect of elevation and time on mountain spider diversity: a view of two aspects in the Cederberg mountains of South Africa. *Journal of Biogeography*. DOI:10.1111/jbi.12817
- Galvin, W.** (Ed). (2022). *Statistic*. ArachnoTrAC: The Catalog of Arachnids from Tropical Andean Countries. En: <https://sites.google.com/view/arachnotrac/statistics?authuser=0>
- Gamboa, J.A., Orjuela, J.A., Martínez, L.L. y Muñoz, F.A.** (2010). Macroinvertebrados edáficos asociados a tres tipos de cobertura en Paisaje de Lomerío (Caquetá, Colombia). *Ingeniería & Amazonia*, 3 (1).
- Garrison, N.L., Rodríguez, J., Agnarsson, I., Coddington, J., Griswold, C., Hamilton, C., Hedin, M., Kocot, K., Ledford, J.M. y Bond, J.** (2016). Spider phylogenomics: untangling the Spider Tree of Life. *PeerJ*, 4, e1719. <https://doi.org/10.7717/peerj.1719>
- Giraldo, A., Pérez, D. y Arellano, G.** (2004). Respuesta de la comunidad de arañas epigeas (Araneae) en las Lomas de Lachay, Perú, ante la ocurrencia del evento El Niño 1997-1997. *Ecología Aplicada*, 3 (1,2).
- Giroti, A. y Brescovit, A.** (2018). The taxonomy of the American *Ariadna* Audouin (Araneae: Synspermiata: Segestriidae). *Zootaxa*, 4400 (1), 001-114. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4400.1.1>

- González-Sponga, M.A.** (2001). Arácnidos de Venezuela: Cinco nuevas especies del género *Ochyrocera* y redescrición de *Ochyrocera versiculifera* Simon, 1892 (Araneae: Ochyroceratidae). *Memoria, Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 60 (153), 87-101.
- González-Sponga, M. A.** (2004). Arácnidos de Venezuela. Seis nuevas especies del género *Scytodes* (Araneae: Scytoclidae). *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 46(152), 97-127.
- 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. [https://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Hammer, Ø.** (2022). Past 4 - the Past of the Future. Natural History Museum. <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>
- Hawkeswood, T.** (2003). *Spider of Australia: An Introduction to their Classification, Biology and Distribution*. Pensoft Publishers.
- Hernández-Corral, J., Urones, C., y Fernández, M.A.** (2021). Nuevos datos sobre distribución, hábitat y biología de *Olios argelasius* (Walckenaer, 1806) (Araneae: Sparassidae) en la Península Ibérica e Islas Baleares. *Revista Ibérica de Aracnología*, (38), 133-146.
- Höffer, H. y Brescovit, A.** (2001). Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. *Andrias*, 15, 99-119.
- Holdridge, L.** (1967). *Life zone ecology*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Hsieh, T.C., Ma, H., y Chao, A.** (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1451-1456. [http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download/inext-online/](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/)
- Huber, B.** (2000). New World Pholcid Spiders (Araneae: Pholcidae): A revision at Generic level. *American Museum of Natural History*, 254, 1-348. [https://doi.org/10.1206/0003-0090\(2000\)254%3C0001:NWPSAP%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1206/0003-0090(2000)254%3C0001:NWPSAP%3E2.0.CO;2)
- Huber, B. A. & Villarreal, O.** (2020). On Venezuelan pholcid spiders (Araneae, Pholcidae). *European Journal of Taxonomy*, 718, 1-317. <https://doi.org/10.5852/ejt.2020.718.1101>
- Ibarra-Núñez, G., Maya-Morales, J. y Chamé-Vázquez, D.** (2011). Las arañas del bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1183-1193.
- Indicatti, R., Candiani, D., Brescovit, A. y Japyassú, H.** (2005). Diversidade de aranhas (Arachnida, Araneae) de solo na Bacia do Reservatório do Guarapiranga, São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000200013>
- Jäger, P., Rheims, C. A. & Labarque, F. M.** (2009). On the huntsman spider genera *Sparianthina* Banks, 1929 and *Anaptomecus* Simon, 1903 from South and Central America (Araneae, Sparassidae). *ZooKeys*, 16, 115-147. <https://doi.org/10.3897/zookeys.16.236>
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J.** (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151-161.
- Jiménez-Valverde, A. y Lobo, J.M.** (2007). Determinants of local spider *Araneidae* and *Thomisidae* species richness on a regional scale: climate and altitude vs. Hábitat structure. *Ecological Entomology*, 32: 113-122.
- Jiménez, M.L. y Navarrete, J.G.** (2010). Fauna de arañas del suelo de una comunidad árida-tropical en Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 417-426.
- Jocqué, R. y Baert, L.** (2002). A revision of the Neotropical spider genera *Tenedos* O.P.-Cambridge and *Ishania* Chamberlin (Araneae, Zodariidae). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie*, 72, 67-173.

- Jocqué, R. y Dippenaar-Schoeman, A.S.** (2006) *Spider Families of the World*. Royal Museum for Central Africa.
- Jud, P. y Schmidt-Entling, M.H.** (2008). Fluid type, dilution, and bitter agent influence spider preservation in pitfall traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 129, 356–359. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00773.x>.
- Kaderka, R., Bulantova, J., Heneberg, P. y Rezač, M.** (2019). Urticating setae of tarantulas (Araneae: Theraphosidae): Morphology, revision of typology and terminology and implications for taxonomy. *PLoS ONE*, 14(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224384>
- Kiriakos, D., Núñez, P., Parababire, Y., García, M., Medina, J. y De Sousa.** (2008). First case of human latrodectism in Venezuela. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 41(2), 202-204
- Krebs, C.** (2014). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* (Sixth edition). Pearson New International Edition.
- La Marca, E.** (2005). Estatus de poblaciones de ranas de la Familia Dendrobatidae (Amphibia: Anura) en sus Localidades Tipos en Los Andes de Venezuela. *Herpetotropicos*. 2 (2), 73-86.
- Lewark, R** (2019). Araneae Biodiversity in the Amazonian Foothills: An analysis of family and guild presence across habitat types. *Independent Study Project (ISP) Collection*, 3265. [https://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection/3265](https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/3265)
- Li, S.** (2022). On the taxonomy of spiders the suborder Mesothelae. *Acta Arachnologica Sinica*, 31 (1), 71-72. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-9628.2022.01.013>
- Lo- Man- Hung , N., Gardner, T.A., Ribeiro-Júnior, M.A., Barlow, J., Bonaldo, A.B.** (2008). The value of primary, secondary, and plantation forests for Neotropical epigeic arachnids. *Journal of Arachnology*, 36, 394-401. <https://doi.org/10.1636/CT07-136.1>
- Malumbres-Olarte, J., Crespo, L., Cardoso, P., Szűts, T., Wounter, F., Pape, T., y Scharff, N.** (2018). The same but different: equally megadiverse but taxonomically variant spider communities along an elevational gradient. *Acta Oecologica*, 88, 19-28. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.02.012>
- Márquez-Luna, J.** (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica aragonesa* (37), 385-408.
- Maya-Morales, J., Ibarra-Núñez, G., León-Cortés, J.L. y Infante, F.** (2012). Understory spider diversity in two remnants of tropical montane cloud forest in Chiapas. *Mexico. Journal of Insect Conservation*, 16, 25–38. <https://doi.org/10.1007/s10841-011-9391-x>
- Mineo, M.F., Del Claro, K., y Brescovit, A.** (2010). Seasonal variation of ground spiders in a brazilian Savanna. *Zoología*, 27 (3). <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000300006>
- Michalik, P. y Ramírez, M.** (2014). Evolutionary morphology of the male reproductive system, spermatozoa and seminal fluid of spiders (Araneae, Arachnida) – Current knowledge and future directions. *Arthropod Structure & Development*, 43(4), 291–322 <https://doi.org/10.1016/j.asd.2014.05.005>
- Molinari, J.** (1994) A new species of Anoura (Mammalia Chiroptera Phyllostomidae) from the Andes of northern South America, Tropical. *Zoology*, 7 (1), 73-86. <https://doi.org/10.1080/03946975.1994.10539242>
- Moreno, C.** (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T–Manuales y Tesis SEA*, 1, 1-84.
- Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E., y Pavón, N.** (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*. Vol.82 (4).

- Morón-Ríos, A. y Huerta-Lwanga, E.** (2006). Soil macrofauna of two sucesional evergreen cloud forest stages from The Cerro Huitepec Nature Reserve, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Interciencias*, 31 (008), 611-615.
- Nadal, M.F., Achitte-Schmutzlee, H.C., Zanone, I. González, P.Y. y Avalos, G.** (2018). Diversidad estacional de arañas en una reserva natural del Espinal en Corrientes, Argentina. *Caldasia*, 40 (1), 129-143. <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.67362>
- Narváez, Z. y Soriano, P.J.** (1996). Composición y estructura de la comunidad de SpHINGIDAE (Insecta: Lepidoptera) de una selva nublada andina. *Ecotrópicos*, 9 (1), 9-20.
- Navarrete, D. y G. Halffter.** 2008. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity and Conservation*, 17(12), 2869-2898.
- Nogueira, A.A., Brescovit, A.D., Perbiche-Neves, G., Venticinque, M.V.** (2021) Spider (Arachnida-Araneae) diversity in an amazonian altitudinal gradient: are the patterns congruent with mid-domain and rapoport effect predictions?. *Biota Neotropica*, 21(4), e20211210. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1210>
- Nyffeler, M.** (2000). Ecological impact of spider predation: a critical assessment of Bristowe's and Turnbull's estimates. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 11 (9), 367-373.
- Nyffeler, M. y Birkhofer, K.** (2017). An estimated 400-800 million tons of prey are annually killed by the global spider community. *The Science of Nature*, 104 (30). <https://doi.org/10.1007/s00114-017-1440-1>
- Oliveira-Miranda, M.A., Huber, O., Rodríguez, J.P., Rojas-Suárez, F., De Oliveira-Miranda, R., Hernández-Montilla, M., Zambrano-Martínez, S.** (2010). Riesgos de eliminación de los ecosistemas terrestres de Venezuela en J.P. Rodríguez, F. Rojas-Suárez y D. Giraldo Hernández (Ed.). *Libro Rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela* (Primera Edición, pp.130-135). Provita, Compañías Shell en Venezuela y Lenovo Venezuela.
- Ono, H. y Ogata, K.** (2018). Spiders of Japan: their natural history and diversity. *Tokai University Press, Kanagawa*, 713
- Orellana, A.** (2004). Descripciones y notas taxonómicas sobre *Antirrhea* Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae: Morphinae: Antirrheini). *Entomotropica*, 19 (1), 21-29.
- Opatova, V., Hamilton, C., Hedin, M., Montes De Oca, L., Král, J. y Bond, J.** (2020). Phylogenetic Systematics and Evolution of the Spider Infraorder Mygalomorphae Using Genomic Scale Data. *Systematic Biology*, 69(4),671–707. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syz064>
- Oyarzabal, G. y Guimarães, M.** (2021). Friend and foe? The effects of grassland management on global patterns of spider diversity. *Ecological Entomology*. <https://doi.org/10.1111/een.13065>
- Pacheco, E. y Ataroff, M.** (2004). Relación precipitación-percolación en una selva nublada andina venezolana. Selvas y Bosques Nublados Andinos. *IV Simposio Internacional del Desarrollo Sustentable*.
- Pashanasi, B.** (2001). Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en La Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 12 (1-2), 75- 97.
- Passanha, V. & Brescovit, A. D.** (2018). On the Neotropical spider subfamily Masteriinae (Araneae, Dipluridae). *Zootaxa*, 4463(1), 1-73. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4463.1.1>
- Pérez-Miles, F. y Perafán, C.** (2017). Behavior and Biology of Mygalomorphae en: C. Viera y M.O. Gonzaga (Ed). *Behaviour and Ecology of Spiders*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65717-2>
- Pekár, S., Wolff, J., Cernecká, L., Birkhofer, K., Mammola, S., Lowe, E., Fukushima, C., Herberstein, M., Kucera, A., Buzzatto, B., Djoudi, E., Domenech, M., Enciso, A., Piñanez Espejo, Y., Febles, S., García, L., Gonçalves-Souza, T., Isaia, D., Lafage, D., Líznavová, E.,**

- Macías-Hernández, N., Magalhães, I. Malumbres-Olarte, J., Michálek, O., Michalik, P., et al.** (2021). The World Spider Trait database: a centralized global open repository for curated data on spider traits. *Database*, 2021, 2021(0), 1–10. <https://doi.org/10.1093/database/baab064>
- Pinkus-Rendón, M.A., León-Cortés, J. y Ibarra-Núñez, G.** (2006). Spider diversity in a tropical hábitat gradient in Chiapas, Mexico. *Diversity and Distribution*, 12, 61-69.
- Piñero-Bonilla, J. y La Marca, E.** (1996). Hábitos alimentarios de *Nephelobates alboguttatus* (Anura: Dendrobatidae) en una selva nublada andina de Venezuela. *Biología Tropical*, 44 (2), 827-833.
- Platnick, N. I. & Shadab, M. U.** (1976). A revision of the spider genera *Lygromma* and *Neozimiris* (Araneae, Gnaphosidae). *American Museum Novitates*, 2598, 1-23
- Platnick, N. I. & Dupérré, N.** (2010). The goblin spider genus *Scaphiella* (Araneae, Oonopidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 332, 1-156. <https://doi.org/10.1206/700.1>
- Platnick, N., Dupérré, N., Berniker, L., y Bonaldo, A.** (2013). The Goblin Spider Genera *Prodysderina*, *Aschnaonops* y *Bydisderina* (Araneae, Oonopidae). *Bulletin American Museum of Natural History*, 373, 1-102.
- Privet, K., Courtial, C., Decaens, T., Djoudi, E.A., Vedel, V., Ysnel, F. y Pétilion, J.** (2018). Spider assemblage structure in a neotropical rainforest-inselberg complex: ecological and methodological insights from a small-scale intensive survey. *Tropical Ecology*, 59 (1), 21-34.
- Pyrzcz, T.** (2008). Description of a new pronophile butterfly from the Venezuelan Cordillera de Mérida previously know as *Pedaliodes ferratilis* form *luteocosta* Adams & Bernard with data on its altitudinal distribution (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Genus*, 19 (1), 125-134.
- Pyrzcz, T. y Viloría, A.** (2009). Systematics, zoogeography and bionomics of high Andean pedalioidines, Part 11: a new subspecies of *Pedaliodes ornata* Grose-Smith et Kirby in the Venezuelan Cordillera de Mérida (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Genus*, 20 (1), 13-22.
- Pyrzcz, T.W. y Garlacz, R.** (2012). The Presence–Absence Situation and Its Impact on the Assemblage Structure and Interspecific Relations of Pronophilina Butterflies in the Venezuelan Andes (Lepidoptera: Nymphalidae). *Neotropical Entomology*, Springer, 41, 186-195 <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0031-2>
- Queiroz, M. & Gasnier, T.** (2017). Strong negative effect of diurnal rainfall on nocturnal activity of a wandering spider in Central Amazonia. *Biología Tropical*, 65 (3), 1152-1160. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i3.29435>
- Quijano, L. y Martínez, N.** (2015). Variación temporal de la Araneofauna (Arachnida: Araneae) en un fragmento de Bosque Seco Tropical (BST), en el Departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos de la Universidad de Caldas*, 19 (2), 381-396. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.2.24>
- Raizer, J., Japyassú, H., Indicatti, R. y Brescovit, A.** (2005). Comunidade de Aranhas (Arachnida, Araneae) do Pantanal Norte (Mato Grosso, Brasil) e sua similaridade com a Araneofauna Amazônica. *Biota Neotropica*, 5.
- Ramírez, A. y Gutiérrez-Fonseca, P.** (2015). Sobre ensambles y ensamblajes ecológicos - respuesta a Monge-Nájera. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 64 (2), 817-819.
- Ramírez, M.** (2014). The Morphology and Phylogeny of Dionychan Spiders (Araneae: Araneomorphae). *Bulletin of The American Museum of Natural History*. <https://doi.org/10.1206/821.1>
- Rao, D.** (2017). Habitat Selection and Dispersal en C. Viera y M.O. Gonzaga (Ed). *Behaviour and Ecology of Spiders* (pp. 85-108) Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65717-2>
- Raven, R.J.** (1985). The Spider Infraorder Mygalomorphae (Araneae): Cladistics And systematics. *Bulletin of The American Museum of Natural History*, 182 (1).

- Rego, F., Venticinque, E., Brescovit, A., Rheims, C., y Albernaz, A.** (2009). A contribution to the knowledge of the spider fauna (Arachnida: Araneae) of the floodplain forests of the main Amazon River channel. *Revista Ibérica de Aracnología*, 17, 85-96.
- Reta-Heredia, I., Jurado, E., Pando-Moreno, M., González-Rodríguez, H., Mora-Olivo, A. y Estrada-Castillón, E.** (2018). Diversidad de arañas en ecosistemas forestales como indicadoras de altitud y disturbio. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* Vol. 9 (50) <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.225>
- Rheims, C.** (2020). Revision of the spider genus *Sparianthis* Simon, 1880 (Araneae, Sparassidae, Sparianthinae). *Zootaxa*, 4890 (2): 151-191. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4890.2.1>
- Rheims, C.** (2021). The Neotropical genera *Guadana* Rheims, 2010 and *Sparianthina* Banks, 1929 (Araneae: Sparassidae: Heteropodinae). *Zootaxa* 5061 (3): 401-431. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5061.3.1>
- Ricetti, J. y Bonaldo, A.** (2008). Diversidade e estimativas de riqueza de aranhas em quatro fitofisionomias na Serra do Cachimbo, Pará, Brasil. *Iheringia. Série Zoológica*, 98 (1), 88-99.
- Rico, A., Beltrán, J.P., Álvarez, A. y Flórez, E.** (2005). Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico. *Biota Neotropica*, 5.
- Rivas, B.** (1997). Características morfológicas y ecológicas de *Oryzomys albigularis* (Rodentia: Muridae) para Venezuela. *Memoria. Tomo, LVII* (147).
- Robinson, K.** (2018). Araneae Biodiversity in the Ecuadorian Chocó: Impact of Altitude and Land Use on Spider Diversity. [Proyecto, University of Minnesota] University of Minnesota's Digital Conservancy, <https://hdl.handle.net/11299/197615>.
- Rodrigues, E.N.L., Rodrigues, P. y Mendonça, M.** (2016). Spider species composition in the tree-shrub strata of riparian forests and its microhabitats in southern Brazil. *Zoologia*, 33(3): e20150102. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20150102>
- Rodrigues, E. N. L. y Mendonça, M.** (2012). Spider guilds in the tree-shrub strata of riparian forest in southern Brazil. *Journal of Arachnology*, 40(1),39-47. <http://dx.doi.org/10.1636/P10-105.1>
- Rosas-Ramos, N., Baños-Picón, L., Tobajas, E., de Paz, V., Tormos, J. y Asís, J.D.** (2018). Value of ecological infrastructure diversity in the maintenance of spider assemblages: A case study of Mediterranean vineyard agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 265, 244–253. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.06.026>
- Rubio, G., Minoli, I., y Piacentini, L.** (2007). Patrones de abundancia de cinco especies de arañas lobo (Araneae: Lycosidae) en dos ambientes del Parque Nacional Mburucuyá Corrientes, Argentina. *Brenesia*, 67, 59- 67.
- Rubio, G.** (2015). Diversidad de arañas (Araneae, Araneomorphae) en la Selva de Montaña: un caso de estudio en las Yungas argentinas. *Graellsia*, 71 (2), e029. <http://dx.doi.org/10.3989/graelisia.2015.v71.134>
- Ruiz-Cobo, D., Bueno-Villegas, J. y Fejoo-Martínez, A.** (2010). Uso de la tierra y diversidades alfa, beta y gamma de diplópodos en la cuenca del río Otún, Colombia. *Universitas Scientiarum*, 15 (1), 59-67
- Salvestrini, F.M.D. & Gasnier, Thierry.** (2001). Differences in the activity of juveniles, females and males of two hunting spiders of the genus *Ctenus* (Araneae, Ctenidae): Active males or inactive females?. *The Journal of Arachnology*, 29. 276-278.
- Sánchez, F.** (2017). Composición florística y estructura de la selva nublada de Monte Zerpa ante un gradiente de perturbación. [Tesis de pregrado, Universidad de Los Andes]
- Sánchez-Ruiz, A. y Brescovit, A.** (2007). On the venezuelan species of jumping spider described by schenkel (Araneae, Aalticidae). *The Journal of Arachnology*, 34, 646–648.

- Sánchez-Ruiz, A. y Brescovit, A.** (2018). A revision of the Neotropical spider genus *Nops* MacLeay (Araneae: Caponiidae) with the first phylogenetic hypothesis for the Nopinae genera. *Zootaxa* 4427 (1), 001-121. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4427.1.1>
- Santos, A., Brescovit, A., de Oliveira-Tomasi, M., Russo, P. y Oliveira, U.** (2017). Curves, Maps and Hotpots: The Diversity and Distribution of Araneomorph Spiders in the Neotropics en: C. Viera y M.O. Gonzaga (Ed). *Behaviour and Ecology of Spiders* ( pp. 1-28). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65717-2>
- Scharff, N., Coddington, J., Griswold, C., Hormiga, G. y Bjørn, P.** (2003). When to quit? Estimating spider species richness in anorthern european deciduous forest. *Journal of Arachnology*, 31(2),246-273. [http://dx.doi.org/10.1636/0161-8202\(2003\)031\[0246:WTQESS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1636/0161-8202(2003)031[0246:WTQESS]2.0.CO;2)
- Selden, P.** (1996). La historia geológica de las arañas. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, Paleo Entomología*, 16, 105-112.
- Silva-Dávila, D.** (2004). Revision of the spider genus *Caloctenus* Keyserling 1877 (Araneae, Ctenidae). *Revista Peruana de Biología*, 11 (1), 5-26.
- Scott, A.G., Oxford, G.S., y Selden, P.A.** (2006). Epigeic spider as ecological indicators of conservation value for peat bogs. *Biological Conservation*, 127, 420-428.
- Simó, M., Laborda, A., Jorge, C., y Castro, M.** (2011). Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*, 6, 51-55
- Soriano, P. y Molinari, J.** (1987). *Sturnira aratathomasi*. *Mammalian Species*, 284, 1-4.
- Soriano, P., Díaz de Pascual, A., Ochoa, J. y Aguilera, M.** (1999). Las Comunidades de Roedores de Los Andes Venezuela en G. Halffter (Ed). *La Diversidad Biológica en Iberoamérica III*. Acta Zoológica Mexicana, Volumen especial.
- Sørensen, L., Coddington, J. y Scharff, N.** (2002). Inventorying and Estimating Subcanopy Spider Diversity Using Semiquantitative Sampling Methods in an Afromontane Forest. *Environmental Entomology*, 31 (2). <https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.2.319>
- Sørensen, L.** (2004). Composition and diversity of the spider fauna in the canopy of a montane forest in Tanzania. *Biodiversity and Conservation*, 13, 437-452. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000006510.49496.1e>
- Sousa, L. y Lima, M.T.** (2010). Composição e diversidade da fauna de aranhas (Arachnida, Araneae) da Fazenda Nazareth, Município de José de Freitas, Piauí, Brasil. *Biota Neotropical*, 10 (3), 21-31.
- Suárez-Villasmil, L., Bulla, L. El Souki, M., Martínez, H., y Candia, R.** (2012). Abundancia, Biomasa y Riqueza de los insectos y arañas en herbazales del Archipiélago Los Roques (Mar Caribe-Venezuela). *Métodos en Ecología y Sistemática*, 7(1), 2.
- Schwarzkopf, T., Fariñas, M., y Ataroff., M.** (2001). Análisis de la vegetación de sotobosquede una selva nublada en Los Andes venezolanos. *Memorias del IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en Los Andes: la estrategia Andina para el siglo XXI*. BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central.
- Tourinho, A.L., Saturnino, R., Dias, S.C., Guimaraes, S., Assimen, S. y Colmenares, P.A.** (2011). Aranhas e opilões da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, Amazonas – Brasil en E.N. Santos-Silva, M.J. Cavalcanti, V.V. Scudeller (Ed). *BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*
- Tourinho, A.L., Dias, S.C., Lo-Man-Hung, N., Pinto-da-Rocha, R., Bonaldo, A., y Baccaro, F.** (2017). Optimizing survey methods for spiders and harvestmen assemblages in an Amazonian upland forest. *Pedobiologia, Journal of Soil Ecology*. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2017.11.002>

- Tourinho, A.L. y Lo-Man-Hung, N.** (2021). Standardized Sampling Methods and Protocols for Harvestman and Spider Assemblages en J.C. Santos y G.W. Fernandes (Ed). *Measuring Arthropod Biodiversity*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53226-0>
- Triplehorn, C., y Johnson, N.** (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Thomson learning, Inc. 7th Edition. Pp. 864.
- Ubick, D., Paquin, P., Cushing, P.E., y Roth, V.** (eds). 2005. *Spiders of North America: an identification manual*. American Arachnological Society, Keene (New Hampshire). Pp: 377
- Uetz, G., Halaj, J., y Cady, B.** (1999). Guild Structure of Spiders in Major Crops. *The Journal of Arachnology*, 27, 270-280.
- Valero, L. Durant, P. y Arellano, E.** (2001). Trichoptera como indicadora de calidad de agua. Río Albarregas. Mérida, Venezuela. *Re. Ecol. Lat. Am*, 8 (1), 11-16.
- Vasconcellos-Neto, J., Fanchini Messas, Y., da Silva Souza, H., Villanueva-Bonila, G.A., y Quevedo Romero, G.** (2017). Spider-Plant Interactions: An Ecological Approach. en C. Viera, M. Gonzaga (Eds). *Behaviour and Ecology of Spiders*. (pp: 55-84) Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65717-2>
- Vedel, V., Cerdan, A., Martinez, Q., Baraloto, C., Peticlerc, F. Orivel, J. y Fortunel, C.** (2015). Day-time vs. night-time sampling does not affect estimates of spider diversity across a land use gradient in the Neotropics. *Journal of Arachnology*, 43 (3), 413-416.
- Vega, M. y Durant, P.** (2000). Fenología de Efemerópteros y su relación con la calidad de agua del río Albarejas. Mérida, Venezuela.
- Vivas-Carmona, L.E., y Antudillo-Garcia, D.H.** (2017). Cuatro especies de arácnidos (Arachnida: Araneae) en arrozales de Calabozo Estado Guárico, Venezuela. *Journal of the Selva Andina Biosphere*. Vol. 5(2):116-123.
- Walker, R. y Ataroff, M.** (2002). Biomasa Epifitas y su contenido de nutrientes en una Selva Nublada Andina, Venezuela. *Ecotropicos*, 15 (82), 203-210.
- Wheeler, W., Coddingtonb, J., Crowleya, L., Dimitrov, D., Goloboffe, P., Griswoldf, C., Hormiga, G., Prendinia, L., Ramírez, M., Sierwald, P., Almeida-Silva, L., Alvarez-Padilla, F., Arnedok, M., Benavides Silva, L., Benjamin, S., Bondm, J., Grismadog, C., Marshal Hedinn, H., Izquierdo, M. et al.** (2017) The spider tree of life: phylogeny of Araneae based on target-gene analyses from an extensive taxon sampling. *Cladistics*, 2016,1-43. <https://doi.org/10.1111/cla.12182>
- Willemart, R.H. y Lacava, M.** (2017). Foraging strategies of Cursorial and Ambush Spider en C.Viera, y M. Gonzaga. (Eds). *Behaviour and Ecology of Spiders*. (pp:55-84). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65717-2>
- Woodman, N. y Díaz de Pascual, A.** (2004). *Cryptotis meridensis.*, **Mammalian Species** (761), 1-5.
- World Spider Catalog** (2022). World Spider Catalog. Version 23.5. Natural History Museum Bern. En: <http://wsc.nmbe.ch>, DOI:10.24436/2.
- Xu, X., Liu, F., Chen, J., Ono, H., Li, D., Kuntner, M.** (2015<sup>a</sup>). A genus-level taxonomic review of primitively segmented spiders (Mesothelae, Liphistiidae). *ZooKeys*, 488, 1-121.
- Xu, X., Liu, F., Cheng, R.C., Chen, J., Xu, X., Zhang, Z., Ono, H., Pham, D.S., Norma-Rashid, Y., Arnedo, M.A., Kuntner, M., Li, D.** (2015<sup>b</sup>). Extant primitively segmented spiders have recently diversified from an ancient lineage. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 282, 2014-2486.
- Yanoviak, S., Kragh, G. y Nadkarni, N.M.** (2003). Spider Assemblages in Costa Rican Cloud Forests: Effects of Forest Level and Forest Age. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38 (2), 145-154.
- Ysnel, F. y Canard, A.** (2000). Spider biodiversity in connection with the vegetation structure and the foliage orientation of hedges. *The Journal of Arachnology*, 28,107-114

## ANEXOS

*Anexo 1. Listado de morfoespecies, abundancias absolutas y relativas en porcentajes por método de muestreo.  
Pft.3m= Pitfalls con barreras de tres metros, Pft.2m= Pitfalls con barreras de dos metros, M.M= Muestreos Manuales*

	<b>Morfoespecies</b>	<b>Pft.3m</b>	<b>Pft.2m</b>	<b>M.M</b>	<b>Total</b>
1	Ana1	2	0	0	2
2	Ana2	1	0	0	1
3	Any1	1	1	18	20
4	Any2	2	2	1	5
5	Any3	0	0	1	1
6	Any4	0	0	1	1
7	Ara1	0	0	2	2
8	Ara2	0	1	1	2
9	Ara3	1	0	1	2
10	Ara4	0	0	2	2
11	Ara5	0	0	1	1
12	Ara6	0	1	0	1
13	Bar1*	18	21	0	39
14	Cap1	0	1	0	1
15	Cap2	2	0	0	2
16	Cap3	1	0	0	1
17	Che1*	0	0	1	1
18	Cor1	30	60	1	91
19	Cor2	4	4	0	8
20	Cor3	3	0	0	3
21	Cor4	1	1	0	2
22	Cor5	4	12	3	19
23	Cte1	24	19	3	46
24	Cte2	2	2	1	5
25	Cyr1	18	27	0	45
26	Dip1	1	0	0	1
27	Dip2	0	5	0	5
28	Gna1	17	35	4	56
29	Lin1	3	0	4	7
30	Lin2	209	256	1	466
31	Lin3	0	0	4	4
32	Lin4	0	0	1	1
33	Mic1	16	193	0	209
34	Mit2*	0	0	1	1
35	Nest1*	3	0	2	5
36	Och1	28	11	10	49
37	Och2	66	83	5	154
38	Och3	10	9	1	20
39	Oon1	26	21	0	47
40	Oon2	59	80	1	140
41	Oon3	6	14	0	20
42	Oon4	5	6	0	11
43	Oon5	1	8	0	9

44	Par1	3	0	2	5
45	Pho1	14	15	1	30
46	Pho2	3	1	1	5
47	Pho3	2	1	1	4
48	Pho4	26	19	3	48
49	Pho5	0	0	18	18
50	Pho6	0	0	1	1
51	Sal1	22	14	9	45
52	Sal2	6	4	1	11
53	Sal3	45	25	7	77
54	Sal4	1	0	0	1
55	Sal5	0	3	3	6
56	Scy1	0	0	4	4
57	Scy2	1	0	0	1
58	Seg1	2	0	0	2
59	SI01	1	0	0	1
60	SI02	0	0	1	1
61	SI03	0	0	1	1
62	SI04	2	0	0	2
63	SI05	0	0	1	1
64	Spa1	69	93	77	239
65	Spa2	5	0	0	5
66	Spa3	0	6	5	11
67	Spa4	0	0	2	2
68	Sym1	110	13	1	124
69	Tet1	0	0	2	2
70	Tet2	0	0	2	2
71	Tet3	0	0	1	1
72	The1	301	175	5	481
73	The2	16	8	4	28
74	The3	35	13	5	53
75	The4	36	2	0	38
76	The5	1	0	2	3
77	The6	0	0	1	1
78	The7	1	0	5	6
79	The8	1	0	0	1
80	Thm1	0	0	1	1
81	Tho1	0	1	0	1
82	Tho2	0	0	1	1
83	Tph1	4	7	0	11
84	Ulo1	0	0	1	1
85	Zod1	34	42	10	86

<b>A, absoluta (ni)</b>	<b>1305</b>	<b>1315</b>	<b>250</b>	<b>2870</b>
<b>A. relativa pi (%)</b>	<b>45,47</b>	<b>45,82</b>	<b>8,71</b>	<b>100,00</b>
<b>Riqueza (S)</b>	<b>55</b>	<b>43</b>	<b>57</b>	<b>85</b>

Anexo 2. Listado de familias, especies y morfoespecies de arañas epigeas, su abundancia absoluta (ni), abundancia relativa en porcentaje (%) y riqueza (S) para cada uno de los meses de muestreos, correspondientes a las estaciones de altas precipitaciones (AP) y bajas precipitaciones (BP)

Familias	Especies	Morfos	AP				BP				AP		Abundancia absoluta (ni)	Abundancia relativa (%)		
			Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto				Septiembre	
			ni	%	ni	%	ni	%	ni	%	ni	%			ni	%
Anapidae	<i>cf. Anapis sp</i>	Ana1	2	0,24	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,07
	<i>cf. Anapisona sp</i>	Ana2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00	1	0,03
Anyphaeniidae	<i>cf. Lepajan sp</i>	Any1	1	0,12	3	1,79	8	2,33	4	0,85	2	0,29	2	0,54	20	0,70
	<i>cf. Patrera sp</i>	Any2	2	0,24	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	2	0,54	5	0,17
	<i>cf. Anyphaenoides sp</i>	Any3	0	0,00	1	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03
	<i>cf. Lepajan sp2</i>	Any4	1	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03
	<i>Araneidae 1</i>	Ara1	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0	0,00	1	0,15	0	0,00	2	0,07
Araneidae	<i>Wagneriana sp</i>	Ara2	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0	0,00	0	0,00	1	0,27	2	0,07
	<i>Wagneriana sp 2</i>	Ara3	0	0,00	1	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	2	0,07
	<i>Araneidae 4</i>	Ara4	0	0,00	1	0,60	1	0,29	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,07
	<i>Araneidae 5</i>	Ara5	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,03
	<i>Araneidae 6</i>	Ara6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00	1	0,03
Barychelidae*	<i>Barychelidae 1*</i>	Bar1*	19	2,28	6	3,57	2	0,58	5	1,06	5	0,73	2	0,54	39	1,36
Caponiidae	<i>Nops sp1</i>	Cap1	1	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03
	<i>N sublaevis</i>	Cap2	1	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00	2	0,07
	<i>Nops sp2</i>	Cap3	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03
Cheiracanthiidae	<i>Cf. Euthicursu sp</i>	Che1*	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00	1	0,03
Corinnidae	<i>Erendira sp</i>	Cor1	22	2,63	4	2,38	15	4,36	18	3,81	22	3,22	10	2,72	91	3,17
	<i>Corinnidae 2</i>	Cor2	3	0,36	0	0,00	0	0,00	1	0,21	1	0,15	3	0,82	8	0,28
	<i>Corinna sp</i>	Cor3	1	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	1	0,27	3	0,10
	<i>Sterthorrhagus sp</i>	Cor4	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,42	0	0,00	0	0,00	2	0,07
	<i>Erendira sp2</i>	Cor5	5	0,60	0	0,00	1	0,29	5	1,06	5	0,73	3	0,82	19	0,66
Ctenidae	<i>Caloctenus c.f. carbonera</i>	Cte1	7	0,84	4	2,38	9	2,62	12	2,54	9	1,32	5	1,36	46	1,60
	<i>Ctenidae 2</i>	Cte2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,21	4	0,58	0	0,00	5	0,17
Cyrtoucheniidae	<i>Bolostromus sp</i>	Cyr1	26	3,11	1	0,60	4	1,16	5	1,06	5	0,73	4	1,09	45	1,57
Dipluridae	<i>Masteria sp</i>	Dip1	1	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03
	<i>Linotheles sp</i>	Dip2	5	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	0,17
Gnaphosidae	<i>Lygromma sp</i>	Gna1	18	2,16	4	2,38	9	2,62	9	1,91	12	1,75	4	1,09	56	1,95
Linyphiidae	<i>Linyphiidae 1</i>	Lin1	0	0,00	1	0,60	0	0,00	2	0,42	2	0,29	2	0,54	7	0,24
	<i>Linyphiidae 2</i>	Lin2	132	15,81	15	8,93	52	15,12	86	18,22	116	16,96	65	17,71	466	16,24
	<i>Linyphiidae 3</i>	Lin3	0	0,00	0	0,00	1	0,29	1	0,21	2	0,29	0	0,00	4	0,14
	<i>Linyphiidae 4</i>	Lin4	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03

Microstigmatidae	<i>P. tabiskey</i>	Mic1	59	7,07	10	5,95	32	9,30	40	8,47	43	6,29	25	6,81	209	7,28
Miturgidae*	<i>Miturgidae 1*</i>	Mit2*	0	0,00	1	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03
Nesticidae*	<i>Nesticus sp*</i>	Nest1*	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,64	2	0,29	0	0,00	5	0,17
Ochyrocerathidae	<i>O. c.f. subparamera</i>	Och1	11	1,32	5	2,98	7	2,03	6	1,27	16	2,34	4	1,09	49	1,71
	<i>Ochyrocera sp</i>	Och2	42	5,03	6	3,57	20	5,81	35	7,42	38	5,56	13	3,54	154	5,37
	<i>Ochyrocera sp2</i>	Och3	2	0,24	2	1,19	5	1,45	3	0,64	5	0,73	3	0,82	20	0,70
Oonopidae	<i>Oonopidae 1</i>	Oon1	23	2,75	1	0,60	6	1,74	3	0,64	13	1,90	1	0,27	47	1,64
	<i>A. c.f. jaji</i>	Oon2	43	5,15	6	3,57	16	4,65	20	4,24	34	4,97	21	5,72	140	4,88
	<i>N. gregoblin</i>	Oon3	7	0,84	3	1,79	1	0,29	1	0,21	3	0,44	5	1,36	20	0,70
	<i>V. parjata</i>	Oon4	4	0,48	0	0,00	2	0,58	1	0,21	4	0,58	0	0,00	11	0,38
	<i>Scaphiella sp1</i>	Oon5	3	0,36	0	0,00	3	0,87	0	0,00	2	0,29	1	0,27	9	0,31
Paratropidae	<i>Paratropis sp</i>	Par1	0	0,00	1	0,60	0	0,00	2	0,42	1	0,15	1	0,27	5	0,17
Pholcidae	<i>M. peckorum</i>	Pho1	6	0,72	0	0,00	6	1,74	5	1,06	9	1,32	4	1,09	30	1,05
	<i>M. cornutus</i>	Pho2	1	0,12	0	0,00	1	0,29	1	0,21	2	0,29	0	0,00	5	0,17
	<i>M. mucuy</i>	Pho3	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,42	1	0,15	1	0,27	4	0,14
	<i>C. zerpa</i>	Pho4	17	2,04	2	1,19	2	0,58	13	2,75	12	1,75	2	0,54	48	1,67
	<i>M. falax</i>	Pho5	1	0,12	6	3,57	0	0,00	7	1,48	4	0,58	0	0,00	18	0,63
	<i>P. cf. Andinensis</i>	Pho6	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03
Salticidae	<i>Salticidae 1</i>	Sal1	12	1,44	10	5,95	7	2,03	5	1,06	4	0,58	7	1,91	45	1,57
	<i>cf. Corytalia sp</i>	Sal2	2	0,24	3	1,79	1	0,29	1	0,21	2	0,29	2	0,54	11	0,38
	<i>cf. Acragas</i>	Sal3	13	1,56	3	1,79	12	3,49	15	3,18	28	4,09	6	1,63	77	2,68
	<i>cf. Corytalia sp2</i>	Sal4	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,21	0	0,00	0	0,00	1	0,03
	<i>Salticidae 5</i>	Sal5	1	0,12	0	0,00	0	0,00	1	0,21	1	0,15	3	0,82	6	0,21
Scytodidae	<i>S. univittata</i>	Scy1	0	0,00	1	0,60	0	0,00	2	0,42	0	0,00	1	0,27	4	0,14
	<i>S. rupestri</i>	Scy2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,21	0	0,00	0	0,00	1	0,03
Segestriidae	<i>Ariadna sp1</i>	Seg1	1	0,12	0	0,00	1	0,29	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,07
Sparassidae	<i>Sparianthina sp</i>	Spa1	58	6,95	31	18,45	24	6,98	46	9,75	42	6,14	38	10,35	239	8,33
	<i>Sparianthis sp</i>	Spa2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,44	2	0,54	5	0,17
	<i>Sparianthis sp2</i>	Spa3	1	0,12	1	0,60	1	0,29	2	0,42	3	0,44	3	0,82	11	0,38
	<i>Sparassidae 4</i>	Spa4	0	0,00	0	0,00	1	0,29	1	0,21	0	0,00	0	0,00	2	0,07
Symphitognathidae	<i>Symphitognathidae 1</i>	Sym1	60	7,19	10	5,95	15	4,36	7	1,48	20	2,92	12	3,27	124	4,32
Tetragnathidae	<i>Tetragnatha sp</i>	Tet1	1	0,12	1	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,07
	<i>Leucague sp</i>	Tet2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	1	0,27	2	0,07
	<i>Tetragnatha sp2</i>	Tet3	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,03
Theridiidae	<i>Theridiidae 1</i>	The1	162	19,40	15	8,93	39	11,34	62	13,14	143	20,91	60	16,35	481	16,76
	<i>Theridiidae 2</i>	The2	6	0,72	1	0,60	5	1,45	9	1,91	6	0,88	1	0,27	28	0,98
	<i>Theridiidae 3</i>	The3	8	0,96	2	1,19	8	2,33	4	0,85	17	2,49	14	3,81	53	1,85
	<i>Theridiidae 4</i>	The4	12	1,44	2	1,19	4	1,16	5	1,06	10	1,46	5	1,36	38	1,32
	<i>Theridiidae 5</i>	The5	1	0,12	1	0,60	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00	3	0,10
	<i>Theridiidae 6</i>	The6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00	1	0,03

	<i>Theridiidae 7</i>	The7	0	0,00	0	0,00	2	0,58	2	0,42	1	0,15	1	0,27	6	0,21
	<i>Dipoena sp</i>	The8	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,03
Theridiosomatidae	<i>Theridiosomatidae</i>	Thm1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00	1	0,03
Thomisidae	<i>Thomisidae 1</i>	Tho1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,03
	<i>Thomisidae 2</i>	Tho2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00	1	0,03
Theraphosidae	<i>Theraphosidae 1</i>	Tph1	0	0,00	0	0,00	1	0,29	3	0,64	3	0,44	4	1,09	11	0,38
Uloboridae	<i>Uloboridae 1</i>	Ulo1	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,03
Zodariidae	<i>Tenedos sp</i>	Zod1	29	3,47	3	1,79	15	4,36	12	2,54	15	2,19	14	3,81	86	3,00
		SI01	1	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,03
		SI02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,03
Sin Identificar		SI03	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,03
		SI04	1	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	2	0,07
		SI05	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	1	0,03
<b>Abundancia absoluta (ni)</b>			<b>835</b>	<b>168</b>	<b>344</b>	<b>472</b>	<b>684</b>	<b>369</b>	<b>2870</b>	<b>100,000</b>						
<b>Riqueza (S)</b>			<b>47</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>55</b>	<b>52</b>	<b>85</b>							

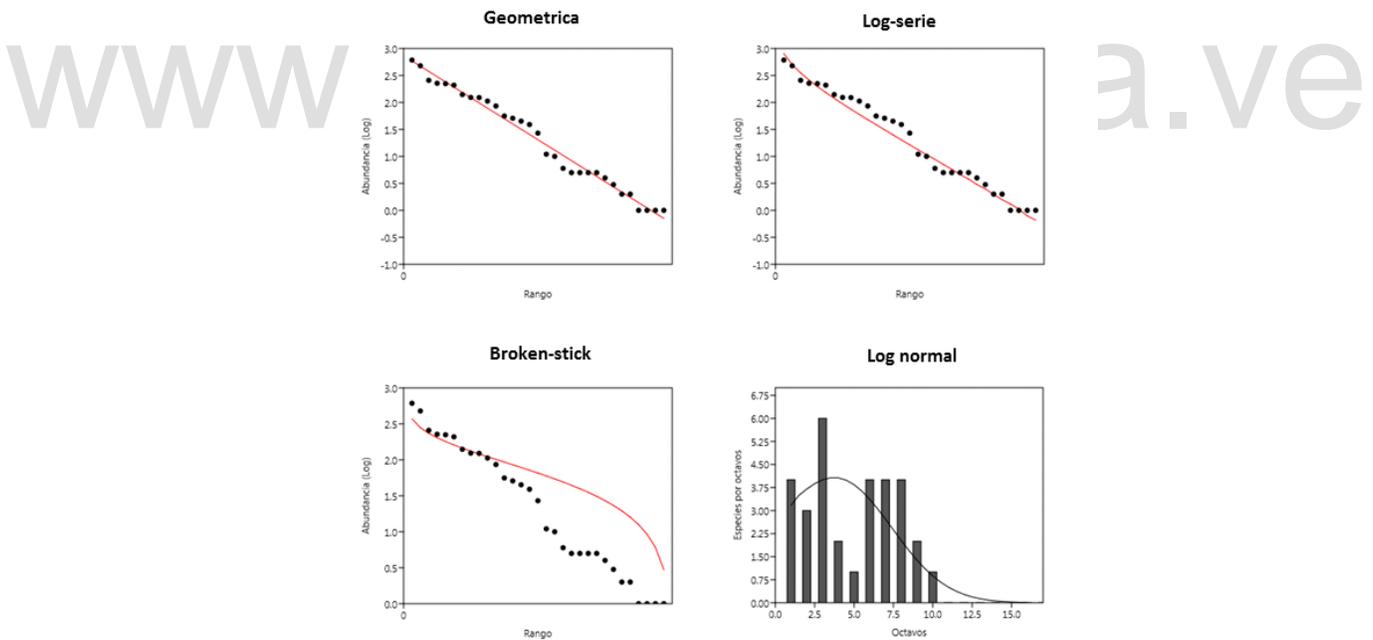
www.bdigital.ula.ve

Anexo 3. Modelos de distribución de abundancias con valores de chi2 para las familias, morfoespecies y gremios de arañas epigeas.

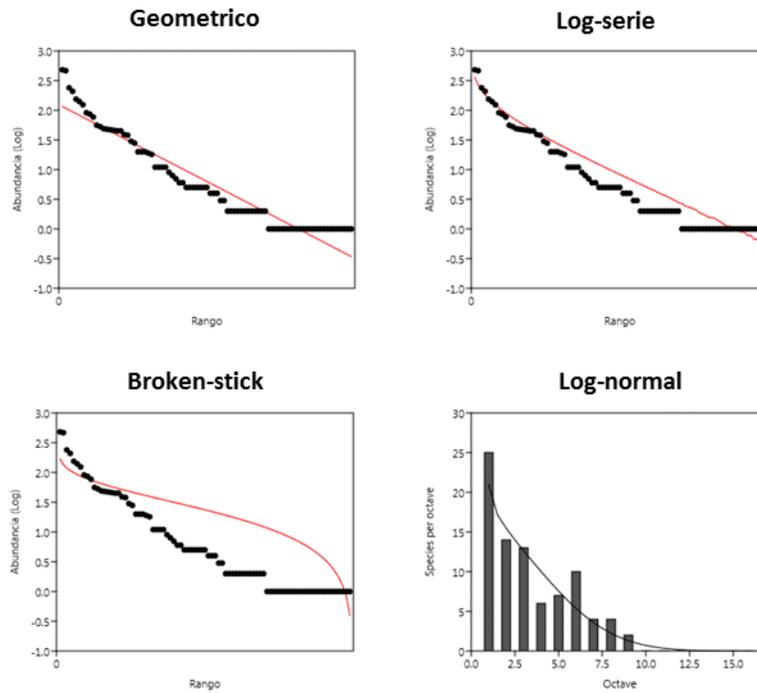
	Geométrico		Log-serie		Broken-stick		Log-Normal	
<b>Familias</b>	K	0,2007	alfa	4,857	chi <sup>2</sup>	723,3	Media	1,14
	chi <sup>2</sup>	109,9	x	0,9983			Varianza	1,071
	p	5,804 E-13	chi <sup>2</sup>	274,7	p	6,894 E-133	chi <sup>2</sup>	6,599
<b>Morfoespecies</b>	K	0,06698	alfa	16,45	chi <sup>2</sup>	2367	Media	0,168
	chi <sup>2</sup>	2837	x	0,9943			Varianza	1,294
	p	0	chi <sup>2</sup>	326,7	p	0	chi <sup>2</sup>	6,999
<b>Gremios</b>	K	0,2646	alfa	1,031	chi <sup>2</sup>	105,1	Media	2,367
	chi <sup>2</sup>	17,94	x	0,9996			Varianza	0,109
	p	0,006392	chi <sup>2</sup>	6908	p	9,70E-20	chi <sup>2</sup>	0

Sombreado: Valores de chi2 cercanos a 0, p>0,05

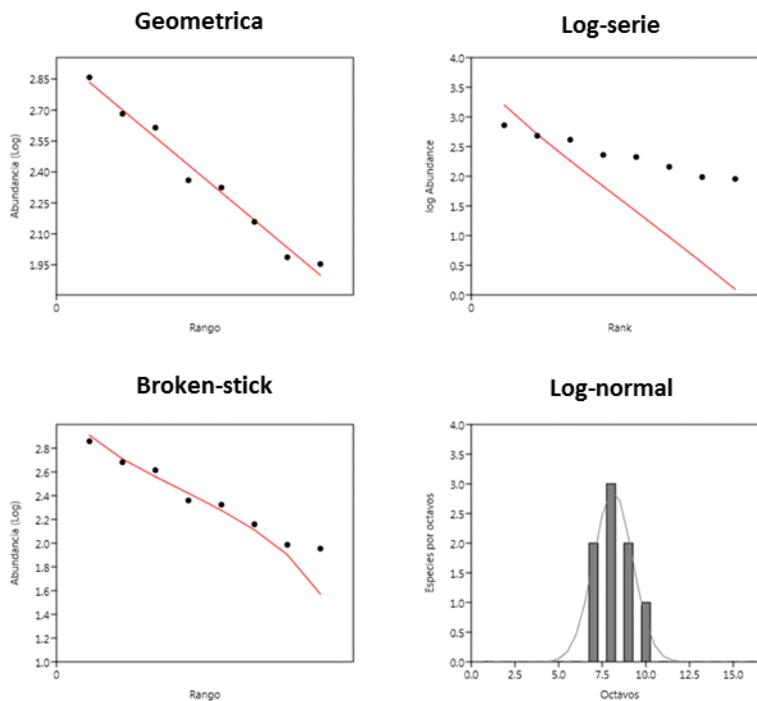
Anexo 4. Representación gráfica de los modelos de distribución de abundancia para las familias de arañas epigeas de Monte Zerpa.



Anexo 5. Representación gráfica de los modelos de distribución de abundancia para las morfoespecies de arañas epigeas de Monte Zerpa.



Anexo 6. Representación gráfica de los modelos de distribución de abundancia para los gremios de arañas epigeas de Monte Zerpa.

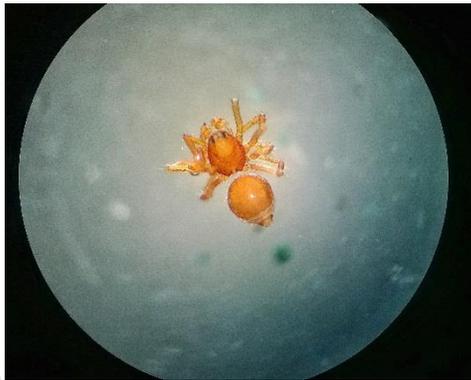


Anexo 7. Valores de Kruskal-Wallis para medias iguales para morfoespecies, familias, gremios, estados de desarrollo y sexo de un ensamblaje de arañas epigeas en Monte Zerpa.

Kruskal-Wallis	Morfoespecies	Familias	Gremios	E. desarrollo	Sexo
H (chi2)	10,17	10,41	12,91	14	6,564
Hc (tie corrected)	11,31	11,43	12,92	14,06	6,564
p (same)	0,04562	0,04354	0,02411	0,0008858	0,01041

Diferencias significativas  $p < 0,05$

Anexo 8. Fotografías de las morfoespecies del ensamblaje de arañas epigeas en la selva nublada de Monte Zerpa, identificadas por familia, código y morfoespecie, género o especie.



ANAPIDAE. Ana 2, cf. *Anapisona*.



ANYPHAENIIDAE. Any1, cf. *Lepajan*



ANYPHAENIIDAE. Any2, cf. *Patrera*



ANYPHAENIIDAE. Any3, cf. *Anyphaenoides*.



ARANEIDAE. Ara1, Araneidae 1.



ARANEIDAE. Ara4, Araneidae 4.



BARYCHELIDAE\*. Bar1, Barychelidae 1.



CAPONIIDAE. Cap2, *Nops sublaevis*



ARANEIDAE. Ara2 (2 ejemplares izquierda), *Wagneriana sp1*. Ara3 (2 ejemplares derecha), *Wagneriana sp2*



ARANEIDAE. Ara5, Araneidae 5.



CAPONIIDAE. Cap1, *Nops sp1*



CAPONIIDAE. Cap3, *Nops sp2*



CORINNIDAE. Cor1, *Erendira* sp.



CORINNIDAE. Cor2, *Stethorrhagus* sp



CORINNIDAE. Cor3, *Corinna* sp.



CORINNIDAE. Cor4. Corinnidae 4.



CTENIDAE. Cte1. *Caloctenus carbonera*



CYRTURCHENIIDAE. Cyr1. Cyrturcheniidae 1



LYNIPHIIDAE. Lin4. Linyphiidae 1



OCHYROCERATIDAE. Och1, *Ochyrocera* cf. *Subparamera* (izquierda). Och2, *Ochyrocera* sp2 (derecha)



**MICROSTIGMATIDAE. Mic1, *Pseudonemesia tabiskey***



**OONOPIDAE. Oo1. Oonopidae 1**



**OONOPIDAE. Oo2. *Aschnaonops jaji***



**OONOPIDAE. Oo3, *Neoxyphinus gregoblin***



**OONOPIDAE. Oo4, *Varioonops parlata***

**PARATROPIDIDAE. Par1, Paratropididae 1**



**SALTICIDAE. Sal1, Salticidae 1 (izquierda). Sal2, cf. *Corythalia sp* (derecha). Sal3, cf. *Acragas sp* (centro)**



**SALTICIDAE. Sal1, Salticidae 1 (derecha). Sal4, cf. *Corythalia sp* (Centro). Sa5, Salticidae 5.**



SCYTODIDAE. Scy2, *Scytodes rupestri*



SEGESTRIIDAE. Seg1, *Ariadna sp*



SPARASSIDAE. Spa1, *Sparianthina sp*



SPARASSIDAE. Spa2, cf. *Sparianthis sp*



SPARASSIDAE. Spa3, *Sparianthis sp2*



THERAPHOSIDAE. Trp1, *Holotheles sp*



THERIDIOSOMATIDAE. Thm1, Theridiosomatidae 1



THERIDIIDAE. The1, Theridiidae 1.  
Morfoespecie más abundante..



THERIDIIDAE. The2, Theridiidae 2.



THERIDIIDAE. The 5, Theridiidae 5.



THERIDIIDAE. The8, *Dipoena sp*

En Negrilla los morfotipos identificados a nivel de especie.  
\*Se identificó con claves desactualizada

www.bdigital.ula.ve