



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE BIOLOGÍA

**“Las telas de arañas y su relación con dos tipos de
vegetación en “El Palmar”, municipio de Charo,
Michoacán, México.”**

Tesis

que como requisito parcial para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias Biológicas en Ecología y
Conservación**

PRESENTA

BIOL. CARLOS ERNESTO GUZMÁN GARCÍA

Director de Tesis: Dr. Javier Ponce Saavedra
Codirector: M.C. Juan Maldonado Carrizales

Morelia, Michoacán

Mayo, 2024

Dedicatoria

Para Gabriela García Ayala y Ernesto Guzmán García,
por siempre caminar sin miedo o titubeos junto a mí,
sin linternas o atajos, sin mapas o referencias,
sin fuerza en ocasiones y pesos en otras,
luchando siempre juntos para superar
un camino que ni ellos conocían.

A mis hermanas Gabriela y Melissa
por amarnos en la lejanía cercana del presente
por reír a carcajadas en el tercer Lago o evitar el cielo Justo
por amarme sin tener que redactar dedicatorias a su nombre
por tenernos a deshoras o viernes, entre Choco y el Atos,
por los balones a la cabeza y sonrisas exageradas,
por los cuidados sobrinales, por nosotros.

A Mi Rosha-Serrato, por acompañarme aun con miedo al camino conocido,
por dar sin pedir y recibir sin pedirlo, por sujetarme sin dudar,
por aparecer entre la bruma y clarificar el camino,
por llorar hasta que llegamos a la risa
por bailar entre calcetines
por Rochman.

Para mis tres Erres: Renata, Regina y Romina
las que me terminaron de enseñar lo bonito que es existir.

Agradecimientos

Los principios conductuales, intelectuales y de formación que me mantienen aquí, siendo quien soy, se deben, sin duda, a cada palabra y silencio brindado por mis padres y hermanas desde el segundo primero en que pisé el planeta.

Por entenderme aun cuando ni siquiera yo podía; por dejar encerrados sus propios sueños en las habitaciones que funcionaron como casas; por nunca dejar de enfrentar el mundo a su manera, saliendo victoriosos siempre; por demostrarme con ejemplos el cómo ser mejor persona que ayer, incluso si eso significa caminar entre el lodo para llegar a tiempo, cargar con gorras y botellas, empujar un bocho o levantarse a las 7 am un sabadito alegre; por arrancar mil hojas de tajo con tal de hacer las cosas como se debían; por aprender a distribuir sabiamente centavos entre dulces, despensa y uniformes; por confrontar y cuestionar sin miedo mis premisas; por comprender más que yo ese lado superviviente; por siempre estar para mí; por ayudar en los momentos más complicados; por siempre tener las palabras correctas para nunca sentirme solos. Por amarme entre boloñesas y aguas de sabor; por demostrarnos que siempre debimos estar juntos; por llorar de felicidad por mi felicidad; por sujetarme sin soltarme.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT) por la beca (814629) otorgada para llevar a cabo esta investigación.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por permitirme, desde la edad de 15 años, entender la vida a mi manera, mediante perspectivas de grandes profesores y excelentes compañeros durante mi proceso preparatorio.

A mi Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, por dejarme entender el mundo sin necesidad de imponerme ninguna vertiente o perspectiva, por darme las herramientas necesarias para generar un discurso propio, una identidad.

Al Doctor Javier Ponce Saavedra, por dejarme aprender del mejor, por darme la oportunidad y sobre todo tener la paciencia a mi trabajo, espacio y tiempo. Por ser un ejemplo, estar y seguir estando.

A mis compañeros de campo, aquellos que me permitieron obtener los datos de este trabajo: Lin, Yohali, Silvano, Randy, Aarón, Darío, Beto y sobre todo a Mauricio por siempre mancharse las manos por el equipo, por el trabajo, por todo.

Por tanto, y a falta de más, les entrego de todo corazón y con respeto cada una de las palabras, puntos, comas y acentos; cada desvelada, dolores de cabeza, salida a campo y golpes a la pared que conforman este proyecto, nuestro proyecto.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	13
2. HIPOTESIS.....	19
3. OBJETIVOS.....	19
3.1 Objetivo general.....	19
3.2 Objetivos particulares.....	19
CAPITULO I: Análisis de la diversidad de las comunidades de Arañas Orbitelares y de Hamaca (Araneae: Araneidae, Dictynidae, Linyphiidae, Nephilidae, Tetragnathidae y Uloboridae) presentes en dos tipos de vegetación en “El Palmar” municipio de Charo, Michoacán, México.	
4. INTRODUCCIÓN.....	20
5. MATERIALES Y MÉTODOS	24
5.1 Área de estudio.....	24
5.2 Trabajo de campo	25
5.3 Trabajo de laboratorio.....	26
5.4 Análisis de datos	26
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
6.1 Riqueza	28
6.2 Sitios y Épocas	30
6.3 Estimación de la riqueza.....	34
6.4 Abundancia	35
3.4.1. Ambos sitios y Épocas	35
6.4.2 Selva Baja Caducifolia	37
6.4.3 Bosque de Encino	39
6.4.5 Secas.....	41
6.4.6 Lluvias.....	43
6.5 Curvas de rarefacción.....	46
6.5.1 Diversidad.....	48
7. CONCLUSIONES.....	51
8. LITERATURA CITADA.....	52
CAPITULO II: Caracterización vertical y horizontal de los sitios de anclaje de las redes de Arañas tejedoras Orbitelares y de Hamaca (Arachnida: Araneae) en dos tipos de vegetación, en una localidad en el municipio de Charo, Michoacán, México.	
.....	57
9. INTRODUCCIÓN.....	57

10. MATERIALES Y MÉTODOS.....	60
10.1 Área de estudio.....	60
10.2 Trabajo en campo.....	61
10.2.1 Cuadrantes de observación.....	61
10.2.2 Análisis de datos.....	62
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
11.1 Correlaciones.....	64
10.2. Análisis de correspondencia.....	68
10.3 Escalamiento multidimensional.....	72
11. CONCLUSIONES.....	75
12. LITERATURA CITADA.....	77
CAPITULO III: Análisis morfométrico de las telarañas orbitelares y de hamaca presentes en dos tipos de vegetación de una localidad del municipio de Charo, Michoacán, México.....	82
13. INTRODUCCIÓN.....	82
14. MATERIALES Y MÉTODOS.....	87
14.1 Área de estudio.....	87
12.2 Trabajo en campo.....	89
14.2.1 Cuadrantes de observación.....	89
14.2.2 Análisis de datos.....	90
15. RESULTADOS.....	92
15.1 Ambos tipos de redes.....	92
15.1.1 Tipo de red.....	92
15.1.2 Forma (O y H).....	93
15.1.3 Sitios.....	94
15.1.4 Forma (BE y SB).....	95
15.1.5 Familias.....	96
15.1.6 Forma (Familias).....	97
15.2 Orbitelares.....	99
15.2.1 Sitios.....	99
15.2.2 Forma (Sitios).....	99
15.2.3 Familias.....	100
15.2.4 Forma (Familias).....	101
15.3 Hamacas.....	102

15.3.1 Sitios	102
15.3.2 Forma (Sitios).....	103
15.3.3 Familias.....	104
15.3.4 Forma (Familias).....	105
16. CONCLUSIONES.....	106
17. LITERATURA CITADA.....	107
18. ANEXOS.....	111
19. LITERATURA CITADA GENERAL.....	113

Índice de figuras

Figura 1. Tipos de seda producidos por las arañas. Tomado y modificado de Perea (2010)	14
Figura 2. Red Orbitelar construida por <i>Leucauge venusta</i> (Tetragnathidae).....	15
Figura 3. Construcción de una red orbicular (Fam. Araneidae). Formación del puente (a,b): formación de los primeros radios (c,d); continúan formándose los radios (f,g); inicio de la espiral de seda seca (g) y formación de la seda viscosa (h).(Molinero, 2013).....	16
Figura 4. Red de Hamaca construido por <i>Frontinella pyramitela</i> (Linyphiidae).	17
Figura 5. Representación de las distintas configuraciones de construcción y formas de telas, entre especies de arañas. Modificado de Vollrath y Selden, 2007.	21
Figura 6. Sitios de muestreo en la localidad “El Palmar”, dentro del rancho “La Sidra” en el municipio de Charo, Michoacán, México. (A) Selva Baja Caducifolia; (B) Bosque de encino.	24
Figura 7. Abundancia relativa de familias registradas para ambos sitios y épocas.	
Figura 8. Abundancia relativa de familias para ambos sitios y épocas (Incluyendo morfoespecies).	35
Figura 9. Abundancia relativa de especies registradas para ambos sitios y épocas.	36
Figura 10. Abundancia relativa de las especies registradas para ambos sitios y épocas. (Incluyendo morfoespecies).....	37
Figura 11. Abundancia relativa de las familias registradas para la SBC durante ambas épocas.....	37
Figura 12. Abundancia relativa de las familias registradas para la SBC para ambas épocas. (Incluyendo morfoespecies).....	38
Figura 13. Abundancia relativa de las especies registradas para la SBC para ambas épocas.....	38
Figura 14. Abundancia relativa de las especies registradas para la SBC para ambas épocas. (Incluyendo morfoespecies).....	39
Figura 15. Abundancia relativa de las familias para el BE durante ambas épocas.	39
Figura 16. Abundancia relativa de las familias registradas para la BE durante ambas épocas. (Incluyendo morfoespecies).....	40
Figura 17. Abundancia relativa de las especies registradas para la BE durante ambas épocas.....	40
Figura 18. Abundancia relativa de las familias registradas para la BE durante ambas épocas. (Incluyendo morfoespecies).....	41
Figura 19. Abundancia relativa de familias registradas para la época de secas para ambos sitios.	41

Figura 20. Abundancia relativa de familias para la época de secas para ambos sitios. (Incluyendo morfoespecies)	42
Figura 21. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de secas para ambos sitios.	42
Figura 22. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de secas para ambos sitios. (Incluyendo morfoespecies).....	43
Figura 23. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de lluvias en ambos sitios.	43
Figura 24. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de lluvias en ambos sitios. (Incluyendo morfoespecies).....	44
Figura 30. Sitios de estudio. (A) Selva Baja Caducifolia; (B) Bosque de encino. .	60
Figura 31. Cuadrantes de observación y categorías de caracterización.	62
Figura 32. Diagramas de dispersión entre las Variantes de construcción de las redes.....	65
Figura 33. Diagramas de dispersión entre las Variantes de construcción de las redes.....	67
Figura 34. Análisis de correspondencia para Variantes y categorías de la vegetación vertical y horizontal en relación a los puntos de anclaje de redes orbitales y de hamaca, para ambas épocas (Lluvias y secas) y ambos sitios de muestreo (Bosque de Encino y Selva Baja Caducifolia).....	70
Figura 35. Análisis de correspondencia para Variantes y categorías de la vegetación vertical y horizontal en relación a los puntos de anclaje de redes orbitales y de hamaca, para todas las familias, ambas épocas (Lluvias y secas) y ambos sitios de muestreo (Bosque de Encino y Selva Baja Caducifolia).....	71
Figura 36. Escalamiento Multidimensional No Métrico para Variantes y categorías de la vegetación vertical y horizontal en relación a los puntos de anclaje de redes orbitales y de hamaca, para ambas épocas (Lluvias y secas) y ambos sitios de muestreo (Bosque de Encino y Selva Baja Caducifolia).....	73
Figura 37. Escalamiento multidimensional no métrico para Variantes y categorías de la vegetación vertical y horizontal en relación a los puntos de anclaje de redes orbitales y de hamaca entre familias, para ambas épocas y sitios.	74
Figura 38. Red de <i>Micrathena gracilis</i> en el Bosque de Encino.	83
Figura 39. Construcción de una red orbicular (Fam. Araneidae). Formación del puente (a,b): formación de los primeros radios (c,d); continúan formándose los radios (f,g); inicio de la espiral de seda seca (g) y formación de la seda viscosa (h).(Molinero, 2013).....	84
Figura 40. Red de Hamaca construida por <i>Frontinella pyramitela</i> (Linyphiidae) ..	85
Figura 41. Sitios de estudio. (A) Selva Baja Caducifolia; (B) Bosque de encino. .	87
Figura 42. Cuadrantes de observación y categorías de caracterización.	89
Figura 43. Técnica de revelación de telas, mediante un aspersor pequeño y una nube de harina de maíz natural color blanca.....	90

Figura 44. Red orbítelar con radios equidistantes remarcados desde el centro de la red.	91
Figura 45. Red de hamaca con radios equidistantes remarcados desde el centro de la red.	91
Figura 46. Análisis de Variantes Canónicas para todas las redes: Hamacas (Puntos Violetas) y Orbitelares (Puntos Negros).	93
Figura 47. Forma promedio de todas las redes (Línea clara) en contraste con la forma promedio de las redes Orbitelares (O) y de Hamaca (H) (Línea oscura). ...	94
Figura 48. Análisis de variantes canónicas para todas las redes: Selva Baja Caducifolia (Puntos Violetas) y Bosque de Encino (Puntos negros).	95
Figura 49. Forma promedio de todas las redes (Línea clara) en contraste con la forma promedio de redes del Bosque de Encino (BE) y Selva Baja Caducifolia (SB) (Línea oscura).	95
Figura 50. Análisis de Variantes canónicas para todas las redes entre familias: Araneidae (Puntos Rojos), Desconocidas (Negros), Dictynidae (Grisés), Linyphiidae (Verdes), Nephilidae (Azules), Tetragnathidae (Morados) y Uloboridae (Rosas)..	97
Figura 51. Forma promedio de todas las redes (Línea clara) en contraste con la forma promedio de cada una de las familias: Araneidae (Ara), Nephilidae (Nep), Dictynidae (Dic), Linyphidae (Lin), Tetragnathidae (Tet) y Uloboridae (Ulo).	98
Figura 52. Análisis de Variantes canónicas para redes orbitelares: Bosque de Encino (Puntos violetas) y Selva Baja Caducifolia (Puntos Negros).	99
Figura 53. Forma promedio de las redes orbitelares (Línea clara) en contraste con la forma promedio de las redes en el Bosque de Encino (BE) y Selva Baja Caducifolia (SB) (Línea oscura).	100
Figura 54. Análisis de Variantes canónicas para las redes orbitelares: Araneidae (Puntos rojos), Desconocidas (Negros), Nephilidae (Verdes), Tetragnathidae (Azules) y Uloboridae (Rosas).	101
Figura 55. Forma promedio de las redes orbitelares (Línea clara) en contraste con la forma promedio de Araneidae (Ara), Nephilidae (Nep), Tetragnathidae (Tet) y Uloboridae (Ulo) (Línea oscura).	102
Figura 56. Análisis de Variantes canónicas para las redes de Hamacas: Bosque de Encino (Puntos Negros) y Selva Baja Caducifolia (Puntos Violetas).	103
Figura 57. Forma promedio de las redes de Hamaca (Línea clara) en contraste con la forma promedio de las redes de la Selva Baja Caducifolia (SB) y Bosque de Encino (BE) (Línea oscura).	104
Figura 58. Análisis de Variantes canónicas para las redes de Hamacas: Dictynidae (Puntos Violetas) y Linyphiidae (Puntos Negros).	104
Figura 59. Forma promedio de las redes de hamaca (Línea clara) en contraste con la forma promedio de las redes de Dictynidae (Dic) y Linyphiidae (Lin) (Línea oscura).	105

Índice de cuadros

Cuadro 1. Tipos de glándulas y función de la seda en una araña. Mod. de Alvite (2021).	13
Cuadro 2. Cuadro 2. Especies, géneros y morfoespecies registrados en la SBC (Selva Baja Caducifolia) y BE (Bosque de Encino) del rancho “La Sidra” en “El Palmar”, municipio de Charo, Michoacán, México.....	28
Cuadro 3. Especies y morfoespecies recolectadas en ambos sitios y épocas durante el año.	31
Cuadro 4. Riquezas de familias y géneros esperados y observados entre sitios y épocas.	34
Cuadro 5. Valores de diversidad alfa en ambos sitios durante la época de secas y lluvias para especies.	49
Cuadro 6. Valores de diversidad alfa en ambos sitios durante la época de secas y lluvias para especies y morfoespecies.	50
Cuadro 7. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las Variantes de las redes Orbitelares	64
Cuadro 8. Correlaciones entre las Variantes bidimensionales y de estructura de redes Orbitelares.	64
Cuadro 9. Prueba de normalidad de los datos para las Variantes de las redes Hamaca.	66
Cuadro 10. Correlaciones entre Variantes bidimensionales y de estructura de las redes de Hamaca.....	66
Cuadro 11. Variantes con categorías relacionadas a los puntos de anclaje de las redes, tanto de hamaca como orbitelares	69
Cuadro 12. Relación entre Variantes de la vegetación en relación a los puntos de anclaje de las redes, para cada una de los tipos de redes y las categorías relacionadas.....	72
Cuadro 13. Distancias de Mahalanobis entre familias constructoras de telas de Hamaca y Orbitelares (sobre la diagonal) y valores de p, para la hipótesis nula de media igual (debajo de la diagonal).....	96
Cuadro 14. Distancias de Mahalanobis entre familias constructoras de telas de Hamaca y Orbitelares (sobre la diagonal) y valores de p, para la hipótesis nula de media igual (debajo de la diagonal).....	101
Cuadro 15. Manual de caracterización vegetal vertical y horizontal (Modificado de Aramburu y Escribano 2014 y Ochoa 1999).....	112

Resumen

Las arañas se caracterizan por producir veneno y usar seda. Clasificándose en dos grupos por forma de caza: activas y pasivas (constructoras de telarañas). De las constructoras destacamos dos tipos: 1) Orbicular; red en forma circular con hilos radiales convergiendo en el centro, consideradas la trampa más económica y efectiva, por su construcción bidimensional altamente geométrica y gotas de pegamento; y 2) Hamaca; lamina densa semiesférica tridimensional con hilos como trampa de derribo. La limitante para cualquier tipo de red, es la estructura vegetal, debido a su alta sensibilidad a la disminución o modificación de la complejidad vegetal, entender como la influencia directa que tiene la estructura de la vegetación, en los sitios de anclaje, características de construcción y dimensionales de las redes, es crucial. Además de describir la comunidad de tejedoras, entenderemos cómo las características estructurales, verticales y horizontales, de la vegetación, determinan posicionamiento, abundancia y sitios de anclaje; así como distribución espacial y forma de redes en una Selva Baja Caducifolia y un Bosque de Encino en Charo, Michoacán, México. Las telas orbitales, la familia Araneidae y *Verrucosa arenta*, fue la más abundante para ambos sitios y épocas; sin diferencias estadísticas en cuanto a diversidad entre sitios. Se tuvieron 10 nuevos registros de géneros y 12 especies para Michoacán. El suelo y rocas fue el sustrato preferido de las redes de Hamaca y los arbustos de las orbitales, con diferencias en forma de las redes construidas por cada una de las familias; Nephilidae fue la única familia diferenciada en forma tanto de las redes de Hamaca como de las orbitales. Un trabajo que permite entender preferencias de anclaje, diferencias en forma de construcción en dependencia a sitios y familias y una aproximación o primer paso a la identificación de arañas mediante redes.

Palabras Clave: Forma, Listado Taxonómico, Morfometría Geométrica, Análisis de Correspondencia, Escalamiento multidimensional.

Abstract

Spiders are characterized by producing venom and using silk. They are classified into two groups based on their hunting method: active and passive (web builders). Among the web builders, we highlight two types: 1) Orb-weavers, which have a circular web with radial threads converging at the center, considered the most economical and effective trap due to its highly geometric two-dimensional construction and adhesive droplets; and 2) Sheet-weavers, which have a dense, semi-spherical three-dimensional sheet with threads as a knockdown trap. The limiting factor for any type of web is the vegetation structure, due to its high sensitivity to the decrease or modification of plant complexity. Understanding the direct influence of vegetation structure on anchoring sites, construction characteristics, and dimensional aspects of the webs is crucial. In addition to describing the weaver community, we will understand how the structural, vertical, and horizontal characteristics of the vegetation determine positioning, abundance, anchoring sites, spatial distribution, and web shape in a Deciduous Tropical Forest and an Oak Forest in Charo, Michoacán, Mexico. The orb-weaving spiders, the family Araneidae, and *Verrucosa arenata* were the most abundant for both sites and seasons; with no statistical differences in diversity between sites. There were 10 new genus records and 12 species for Michoacán. The soil and rocks were the preferred substrate for the Hammock webs and the bushes for the orb-weavers, with differences in the shape of the webs built by each of the families; Nephilidae was the only family differentiated in the shape of both the Hammock and orb-weaving webs. A study that allows understanding anchoring preferences, differences in construction shape depending on sites and families, and an approach or first step to spider identification through webs.

Keywords: Shape, Taxonomic List, Geometric Morphometrics, Correspondence Analysis, Multidimensional Scaling.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El orden Araneae con 135 familias, 4,377 géneros y 52,048 especies descritas para el mundo (World Spider Catalog, 2024), se destaca como el séptimo orden zoológico más diverso a nivel mundial y el segundo dentro los arácnidos (Coddington & Levi, 1991); México alberga 73 familias, 425 géneros y 2,188 especies (World Spider Catalog, 2024), casi el 5% de las arañas registradas a nivel mundial. Este grupo se destaca por habitar casi todos los ambientes del mundo, algunos dulceacuícolas e intermareales.

Las telarañas se componen por finos hilos de seda expulsados de siete tipos de glándulas especializadas (Cuadro 1) que se relacionan directamente con las hileras, estructuras en pares responsables de la extrusión y manipulación de la seda (Inmaculada et al, 2022) (Cuadro 1 y Figura 1).

Cuadro 1. Tipos de glándulas y función de la seda en una araña. Mod. de Alvite (2021).

Tipo de glándula	Función de seda
Ampulácea mayor	Hilo de seguridad, marcos y radios
Ampulácea menor	Espirales auxiliares
Piriforme	De conexión, fijación y reparto de la tensión
Aciniforme	Envolver presas y acolchado interior del huevo
Cilíndrica o tubuliforme	Construcción de ooteca
Agregadas	Seda pegajosa y aportar humedad
Flageliforme	Espirales de captura y flexibilidad

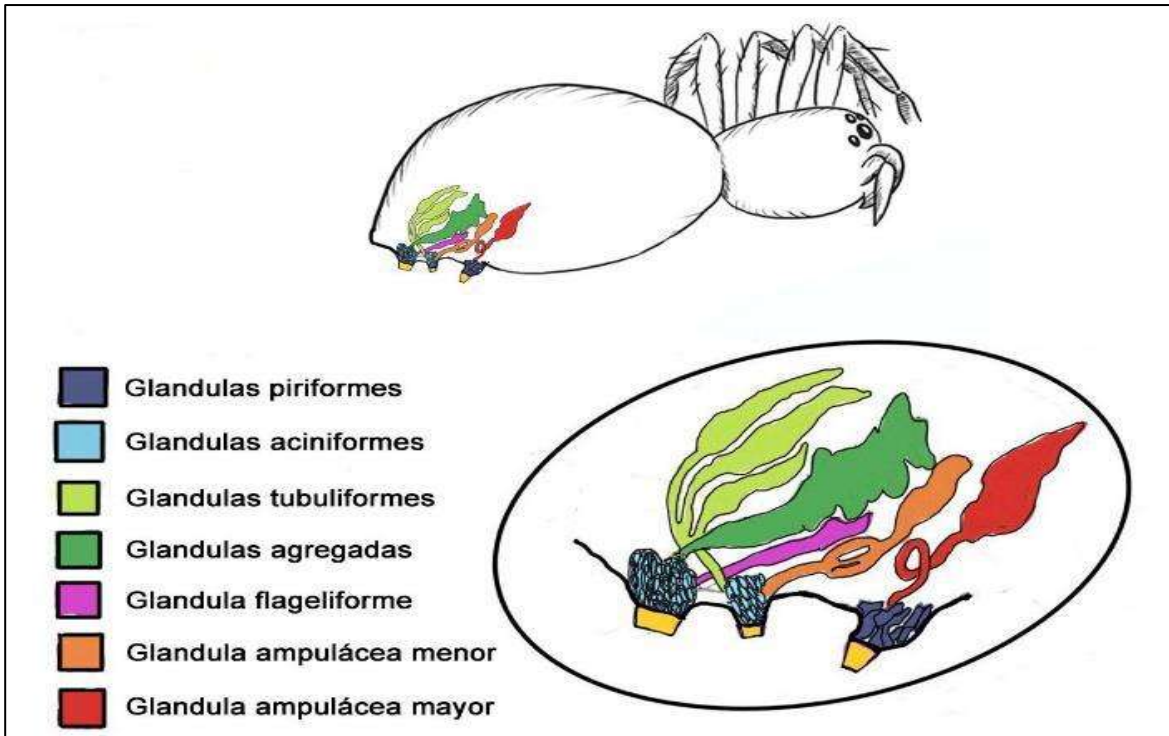


Figura 1. Tipos de seda producidos por las arañas. Tomado y modificado de Perea (2010)

Cada una de estas glándulas le permite la fabricación de varios tipos de seda, con propiedades y funciones específicas, que varían tanto entre especies como entre individuos, ya que depende de la estructura molecular, el proceso de formación de la seda hasta incluso cuestiones ambientales de donde se teje (Alvite, 2021; Mariano-Martins et al., 2020; Holland et al., 2008).

Considerando las diferentes formas y funciones de seda que existen, se pueden destacar dos tipos de arañas constructoras: 1) las arañas constructoras de telas orbiculares (ATO) y 2) las constructoras de telas en lámina, hamaca o web (ATH).

Las ATO representa uno de los linajes más diversos de arañas, caracterizadas por fabricar telas en forma circular compuestas de hilos radiales que convergen en una mancha central con hilos como marco que delinean la red (Foelix, 2011). Son consideradas como una de las trampas más económicas y efectivas, gracias a su construcción altamente geométrica y bidimensional, con la capacidad de transformar la energía cinética del vuelo de las presas en energía de deformación, así como en energía de disipación (Díaz, 2007; Alencastre, 2015); además de

transmitir señales de vibración desde la periferia hasta la araña, la cual suele ubicarse en el centro de la telaraña, lo cual es útil durante el cortejo; e incluso transportar señales químicas como feromonas; por ello puede considerarse como una extensión sensorial de la araña (Foelix, 2011).



Figura 2. Red Orbitelar construida por *Leucauge venusta* (Tetragnathidae).

La fabricación de este tipo de telas sigue un complejo proceso de fabricación (Figura 2.). Durante la mañana, la araña se desplaza hasta un sitio alto donde el viento les permita, primero, sujetar un hilo de seguridad que funcionará como el primer punto de anclaje; para después desprender un hilo, el cual a merced del viento encontrará un segundo punto de anclaje, formando una especie de puente. Una vez creado el puente, forman otro hilo con los mismos primero dos puntos de anclaje, pero con dimensiones mayores, de donde descienden justo del centro con otro hilo de seguridad hasta sujetarlo a otra parte del sustrato y formar, en solo un movimiento, los primeros tres radios. Lo que sigue solo es un danzar de ascensos y descensos formadores de radios, a la par del marco y puntos de anclaje; finalmente, la araña teje las estructuras de espirales y distribuye la seda pegajosa entre estos (Figura 2.) (Alvite, 2021).

El otro grupo de tejedoras, que lograron ser más exitosas incluso que las orbitales, son las Arañas constructoras de telas de hamaca (ATH) pues transforman la arquitectura de dos dimensiones de la tela a tres dimensiones, que se cree es el resultado de una estrategia de protección a depredadores (Janetos, 1982). Las ATH son consideradas como el grupo más dominante de arañas constructoras de telas aéreas en todo el mundo, tanto en número como en diversidad de especies descritas (Blackledge et al., 2003).

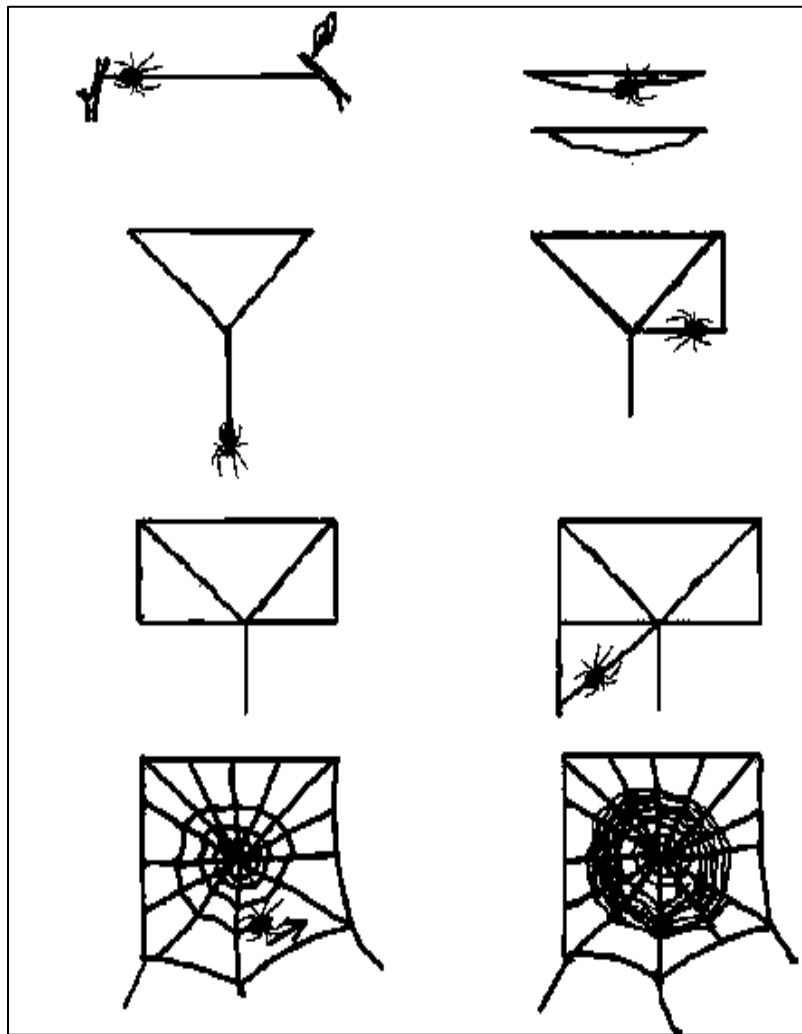


Figura 3. Construcción de una red orbicular (Fam. Araneidae). Formación del puente (a,b); formación de los primeros radios (c,d); continúan formándose los radios (f,g); inicio de la espiral de seda seca (g) y formación de la seda viscosa (h). (Molinero, 2013).

La elaboración de este tipo de red, sigue un par de pasos muy específicos, que resultan en un tipo de tela casi transparente bastante compleja, que se divide en tres secciones: 1) Una estructura vertical de hilos de andamiaje casi transparentes que funcionan como estructura de derribo en la parte superior; 2) Una lámina primaria semiesférica cóncava con seda pegajosa en la parte media, con la araña posicionada debajo, para protegerse de los depredadores. En ocasiones, una segunda lámina de seda se construye por debajo de esta primera; y 3) Los hilos de soporte a la vegetación que conectan a la lámina con el sustrato, y los hilos tensores que le dan la forma cóncava semiesférica a la red, estos hilos son los que provocan la deformación de la lámina, de otro modo sería una lámina plana y sin tensión suficiente (Figura 3) (Janetos, 1982; Schutt, 1995; Ubick et al., 2017, Suter et al., 1987, Benjamin y Zschokke, 2004).



Figura 4. Red de Hamaca construido por *Frontinella pyramitela* (Linyphiidae).

Este tipo de telaraña se construye en cualquier momento del día, a diferencia de las ATO que por lo general construyen durante la mañana y las reciclan o abandonan durante la noche, para al día siguiente construir una nueva o reparar la del día anterior (Alvite, 2021). Las redes de hamaca son construidas en 2 ó 4 minutos, pero

durante los días o semanas consiguientes se van extendiendo a modo que se vuelven más densas y extensas, esto sin perder su forma y sin llegar a abandonarlas durante un tiempo considerable, incluso suelen nunca terminarlas por completo pues las arañas trabajan unos minutos y descansan por largos periodos (Emerton, 1902; Suter, 1984).

Una de las limitantes para cualquier variante de tipo de red, orbítelar o de hamaca, es la estructura de la vegetación, debido a la alta sensibilidad de las arañas tejedoras ante cualquier disminución o modificación de la complejidad vegetal; ante una mayor cobertura y complejidad vegetal, habrá mayor cantidad de puntos de anclaje o soporte para la construcción, y por ende mayor disponibilidad de presas capturadas, lo que resulta en una mayor riqueza, abundancia y diversidad de redes (Maya-Morales, 2010; Rypstra, 1983).

Por todo lo anterior es necesario, además de incrementar el conocimiento de la composición y estructura de este tipo de comunidades, entender la influencia directa que tiene la estructura de la vegetación, tanto vertical como horizontal, en la fijación de los sitios de anclaje, las características de construcción y dimensionales de las redes.

Con el presente trabajo se pretende entender como las características estructurales de la vegetación, determinan la formas y posicionamiento de las redes orbitelares y de hamaca, así como ampliar el conocimiento sobre la influencia que tiene la estructura vegetal sobre el diámetro, altura, profundidad e inclinación de las telas en los dos tipos de vegetación a estudiar en una selva baja caducifolia y un bosque de encino en una localidad del municipio de Charo, Michoacán, México.

2. HIPOTESIS

La estructura vertical y horizontal de la vegetación tendrá efectos negativos/positivos sobre la abundancia y sitios de anclaje de las redes de las arañas, la distribución espacial y la arquitectura general de los tipos de redes orbitelares y de hamaca de la zona.

3. OBJETIVOS.

3.1 Objetivo general

Describir la distribución espacial, la relación entre los sitios de anclaje y la arquitectura general de las redes con la estructura vertical y horizontal de la vegetación de las comunidades de arañas tejedoras en una Selva Baja Caducifolia y un Bosque de Encino en el rancho “La Sidra”, en la localidad “El Palmar”, Charo, Michoacán, México.

3.2 Objetivos particulares

1. Describir la riqueza, composición y abundancia de las comunidades de ATO y ATH en los dos tipos de vegetación en estudio.
2. Caracterizar la estructura vegetal (vertical y horizontal) de los sitios de anclaje de las redes en los dos tipos de vegetación en estudio.
3. Contrastar las medidas bidimensionales, profundidad y ángulo de las redes en ambos tipos de vegetación.
4. Comparar la arquitectura básica de las redes orbitelares y de hamaca entre sitios, utilizando técnicas de morfometría geométrica.

CAPITULO I

Análisis de la diversidad de las comunidades de Arañas Orbitelares y de Hamaca (Araneae: Araneidae, Dictynidae, Linyphiidae, Nephilidae, Tetragnathidae y Uloboridae) presentes en dos tipos de vegetación en “El Palmar” municipio de Charo, Michoacán, México.

Carlos Ernesto Guzmán García, Javier Ponce Saavedra y Juan Maldonado Carrizales.

4. INTRODUCCIÓN

El orden Araneae, séptimo orden zoológico más diverso a nivel mundial y segundo dentro los arácnidos (Coddington & Levi, 1991), caracterizado por la producción de veneno, así como su variado y vistoso uso de seda en la construcción de telarañas (Levi, 1986; Coddington y Levi 1991; Adis y Harvery, 2000; Borda et al., 2005), se encuentra distribuido en 135 familias, 4,377 géneros y 52,048 especies descritas para el mundo; 73 familias, 425 géneros y 2,188 especies para México y 36 familias, 141 géneros y 198 especies para Michoacán (World Spider Catalog, 2024; Maldonado-Carrizales et al, 2024).

A causa de esta alta diversidad, el orden de arañas puede clasificarse en dos grandes agrupaciones de acuerdo a su forma de cazar: 1) Cazadoras activas: acosadoras, corredoras del suelo, emboscadoras aéreas, emboscadoras del suelo, especialistas y saltadoras; y 2) Cazadoras pasivas (Figura 5): tejedoras de tubo, red de hamaca, red espacial, red irregular y red orbicular (Desales-Lara, 2020).

Este último subgrupo de arañas es ampliamente conocido por sus vistosos hilos de seda, los cuales presentan diámetros de hasta 300 nm a 1000 nm, y una elasticidad del 10% al 500%; la composición de la seda está constituida principalmente por un tipo de proteína denominado espidroínas (Caballero y Gaviria, 2019; Alvite, 2021). Este biomaterial, considerado como uno de los más flexibles y resistentes, presenta una amplia gama de sedas multifuncionales: desde seda para la captura de presas, construcción de madrigueras, envolver presas, proteger huevos, hasta construir

hilos de vida, para desplazarse o incluso usarse para procesos reproductivos (Bond et al., 2014; Alvite, 2021)

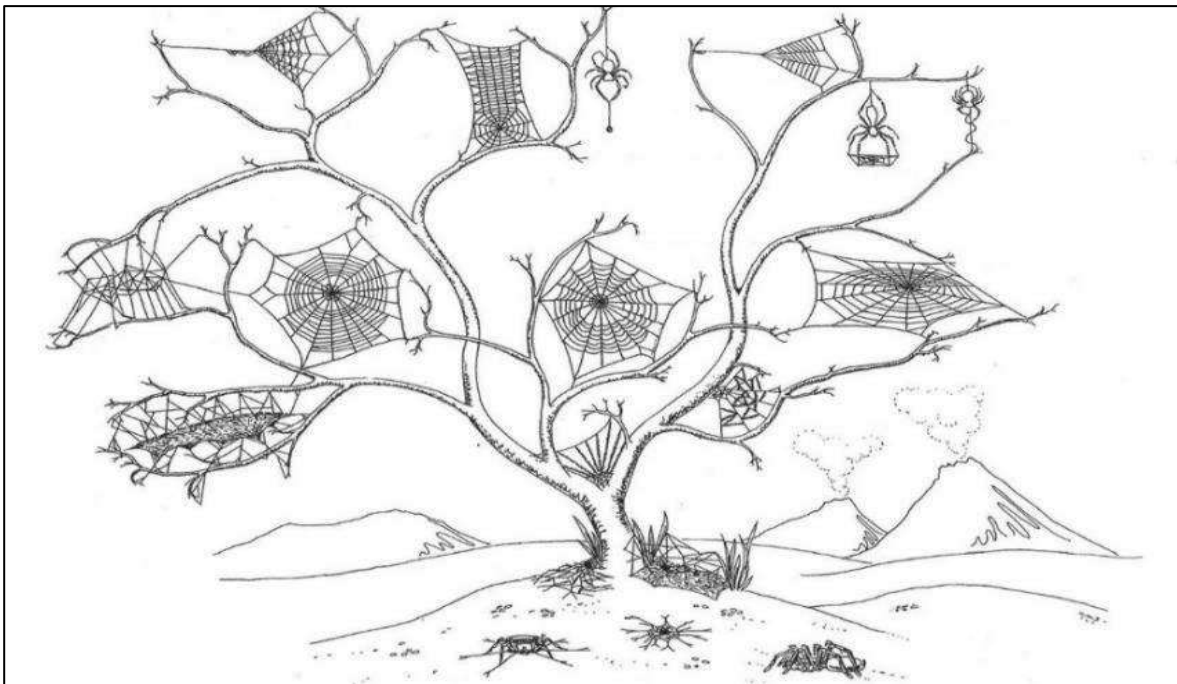


Figura 5. Representación de las distintas configuraciones de construcción y formas de telas, entre especies de arañas. Modificado de Vollrath y Selden, 2007.

Dentro del grupo de arañas cazadoras pasivas, se encuentran las que utilizan este tipo de biomaterial (seda) como forma de caza o protección, destacándose dos tipos de constructoras: por un lado, las arañas constructoras de telas orbiculares (ATO) con más de 62 géneros y 162 especies para México y 36 géneros y 63 especies para Michoacán (Maldonado-Carrizales et al., 2024); uno de los linajes más diversos de arañas, constructoras de telas circular compuestas de hilos radiales que convergen en una mancha central con hilos como marco que delinear la red (Foelix, 2011). Son consideradas como una de las trampas más económicas y efectivas, gracias a su construcción altamente geométrica y bidimensional, con la capacidad de transformar la energía cinética del vuelo de las presas y transformarla en energía de deformación, así como en energía de disipación (Díaz, 2007; Alencastre, 2015); además de transmitir señales de vibración, transportar señales químicas como feromonas; considerándose como una extensión sensorial de la araña (Foelix, 2011).

Por su parte, el segundo grupo de cazadoras pasivas se destaca por su construcción tridimensional de una tela casi transparente bastante compleja, dividida en tres secciones: Una sección vertical de hilos que funcionan como estructura de derribo en la parte superior; Una segunda en forma de lámina semiesférica cóncava con seda pegajosa en la parte media, que funciona como receptáculo de captura y protección para la araña de los depredadores y una tercera sección de hilos como soporte a la vegetación que conectan a la lámina con el sustrato (Janetos, 1982; Schutt, 1995; Ubick et al., 2017, Suter et al., 1987, Benjamin y Zschokke, 2004).

Entre los diferentes estudios araneofaunísticos en el mundo, el grupo de arañas tejedoras siempre se destaca. Enfocados principalmente a comparativas entre ambientes y distribución vertical (estratificación), la mayoría realizados en Sudamérica el caso de las arañas orbitelares (ATO) y en Asia y Europa para las arañas de hamaca (ATH).

Rubio y Moreno en 2010, comparando sitios con distinta heterogeneidad vegetal en una comunidad de Corrientes, Argentina, encontraron una mayor diversidad y riqueza de AO en los sitios con mayor complejidad vegetal; lo mismo que Blanco-Vargas et al. (2003) en Piedepesta, Colombia; Villanueva-Bonilla et al. (2017) en Cundinamarca, Colombia; Soliz (2014) en Santa Cruz, Bolivia; Hatley y Macmahon (1980) en Utah, E.U.A.; Maya-Morales (2010) en Chiapas, México; Peñaloza (2000) en los municipios de Gabriel Zamora y Tzitzio, y Sánchez (1991) y De la Rosa (2008) en el municipio de Morelia, en el estado de Michoacán, México.

Romo y Flórez (2008) y Ferreira-Ojeda et al. (2009), por su parte, encontraron una mayor abundancia en el microhábitat con la mayor complejidad vegetal, en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia y Nariño, Colombia respectivamente; lo mismo que Halaj et al. (1998) en los condados de Lane y Linn, USA; Roberson, et al. (2016) en Wisconsin, USA; Gómez et al. (2016), en Kansas, E.U.A; Santiago-Pacheco et al. (2017) en San Andrés Huayapam, Oaxaca, México; Torres (1987) en el municipio de Tacámbaro, Chávez (1995) en el municipio de Morelia, y Guzmán-García et al. (2017) en el municipio de Ario de Rosales, en el estado de Michoacán,

México. Pero contrario a lo encontrado por Baldissera, et al. (2004) y Schmidt y Tschardtke (2005) quienes encontraron la mayor abundancia de arañas constructoras de redes de hamaca en los sitios con la menor complejidad vegetal de sus sitios.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

El trabajo de campo se desarrolló en la localidad “El Palmar”, dentro del rancho “La Sidra” en el municipio de Charo, Michoacán, México. El sitio cuenta con una superficie aproximada de 35 ha y los muestreos se realizaron en dos zonas: un manchón de selva baja caducifolia con una superficie de 6.99 ha ubicado entre las coordenadas extremas 19.61450 latitud norte, 19.61109 latitud sur, -101.03719 longitud oeste y -101.03422 longitud este; y un bosque de encino adyacente con coordenadas extremas 19.611474 latitud norte, 19.608064 latitud sur, -101.029931 longitud este y -101.034529 longitud oeste, con una superficie de 9.52 ha (Figura 6).

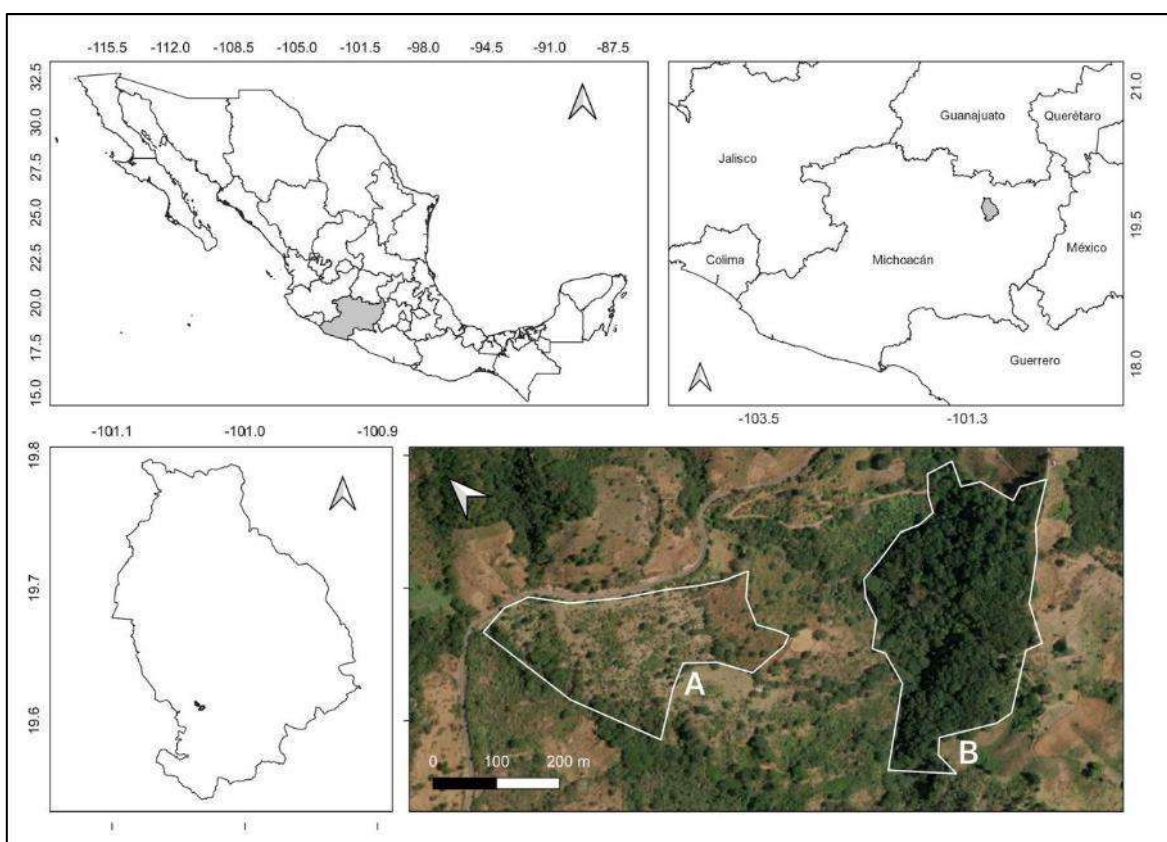


Figura 6. Sitios de muestreo en la localidad “El Palmar”, dentro del rancho “La Sidra” en el municipio de Charo, Michoacán, México. (A) Selva Baja Caducifolia; (B) Bosque de encino.

La localidad se posiciona en un relieve muy accidentado, constituido por el Sistema Volcánico Transversal, formado por diversas sierras locales como Curucupatzeo y Otzumatlán; además de la sierra de Mil Cumbres y los cerros Las Encinillas, Borregas y Potrerillos.

Presenta un clima templado con lluvias en verano (Cw), con una precipitación pluvial anual de 1,145.5 mm, siendo julio y agosto los meses de mayor precipitación. Las temperaturas oscilan entre los 4.5 y 36.4°C, con una temperatura media anual de 20.2 °C registrándose la máxima antes del solsticio de verano. Las masas de aire polar marítimo y continental llagan a invadir con cierta frecuencia en la estación de invierno provocando algunas lluvias; el mayor calentamiento producido a fines de primavera y durante el verano, determinan mayor evaporación y una diferente circulación del viento, por lo que la estación de mayor precipitación es el verano, prolongándose a parte del otoño, con seis meses de estiaje (diciembre-mayo). En el sitio predominan los bosques de coníferas, mixtos, matorrales y manchones de selva baja, con suelo principalmente chernozem con uso primordialmente forestal y en menor medida ganadero y agrícola (Hernández, 2018; INEGI, 2010; Correa, et al., 2003).

5.2 Trabajo de campo

Para conocer la estructura, composición y abundancia de las comunidades de arañas tejedoras, se realizaron seis colectas de manera bimestral en un periodo de un año, con la finalidad de observar la variación en las redes y arañas, teniendo en cuenta los cambios aparentes y no aparentes entre la vegetación por la temporalidad durante un año; tres muestreos bimestrales se desarrollaron en la época de estiaje (noviembre, febrero y abril) y dos en lluvias (junio y agosto).

La colecta de arañas se realizó entre cuatro personas de manera directa en dos periodos: 1) Colecta diurna, de 10 am a 3 pm y 2) Colecta nocturna, de 8 pm a 1 am. En cada periodo se utilizó el tiempo como unidad de esfuerzo, recolectando arañas del suelo, vegetación o microhábitats donde se desarrollan durante 4 horas/persona en cada uno de los sitios. Todas las arañas fueron capturadas,

etiquetadas y colocadas en frascos de plástico, donde se sacrificaron en alcohol etílico al 96%.

Los organismos capturados fueron llevados al Laboratorio de Entomología “Biól. Sócrates Cisneros Paz”, de la Facultad de Biología, UMSNH, donde fueron separados e identificados con la ayuda de un microscopio estereoscópico AmScope modelo SM1TZ-RL-10MA stereomicroscope y un microscopio óptico Axiostar Plus Carl Zeiss.

5.3 Trabajo de laboratorio

Las arañas fueron identificadas hasta el nivel de especie cuando fue posible y las arañas inmaduras identificación. a nivel de familia o género utilizando los criterios taxonómicos de Ubick et al. (2017). Para la identificación a nivel de especie, se utilizó la literatura especializada disponible en el World Spider Catalog (2024) y para todas aquellas que no fue posible identificar se utilizó el término de morfoespecie, que se define como aquellos taxones fácilmente separables por diferencias morfológicas que son obvias para individuos sin una amplia formación taxonómica (Oliver y Beattie, 1996)

5.4 Análisis de datos

Una vez identificadas las arañas, se elaboró una base de datos en Excel con los datos recopilados en las cinco salidas a campo registrando: 1) familia, 2) género, 3) especie, 4) sexo, 5) método de colecta, 6) tipo de vegetación, 7) tipo de red, 8) fecha y 9) horario de colecta.

Se realizaron curvas de acumulación de especies para describir la riqueza de familias, géneros y especies encontradas entre los sitios y épocas; además de aplicar los métodos no paramétricos Chao2 y Bootstrap para estimar la riqueza esperada de familias, géneros y especies para cada sitio y época, siguiendo los protocolos de Moreno (2001), todo esto mediante el programa PAST versión 4.02c (Hammer et al., 2001).

Para la diversidad alfa se utilizó el índice de Shannon-Weiner (H') el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad mediante el número de especies presentes y su

abundancia relativa. En esencia es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en una comunidad (Pla, 2006), que en relación con la prueba de T modificada por Hutchenson (Zar, 1996) nos permite comparar la igualdad entre sitios y épocas del año; además de un análisis de equitatividad (J') y un análisis de dominancia de acuerdo con el índice de Simpson, todo esto para los sitios y épocas.

Para determinar la similitud entre las comunidades y épocas se utilizará el índice de Jaccard que nos permite medir las diferencias en la composición taxonómica (Magurran, 1988). También se estimará el índice de complementariedad para observar el porcentaje de especies que complementan los sitios y épocas (Coldwell y Coddington, 1994); como una referencia para proponer estrategias de conservación para estos sitios en particular y para áreas similares en el estado y el país.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Riqueza

Se registraron seis familias, 30 géneros, 30 especies y 17 morfoespecies, en 486 individuos, 36 machos, 270 hembras y 180 juveniles (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies, géneros y morfoespecies registrados en la SBC (Selva Baja Caducifolia) y BE (Bosque de Encino) del rancho “La Sidra” en “El Palmar”, municipio de Charo, Michoacán, México.

Familia	Especie	SBC	BE
Araneidae	<i>Alloctyclosa bifurca</i> (McCook, 1887)	X	X
	<i>Araneus quirapan</i> Levi, 1991		X
	<i>Araneus</i> sp. Clerck, 1757	X	
	<i>Argiope argentata</i> (Fabricius, 1775)		X
	<i>Ariamnes mexicanus</i> (Exline y Levi, 1962)		X
	<i>Cyclosa</i> sp Menge, 1866	X	
	<i>Cyrtophora citricola</i> (Forsskål, 1775)	X	X
	<i>Eriophora ravilla</i> (C. L. Koch, 1844)	X	X
	<i>Kaira hiteae</i> Levi, 1977	X	
	<i>Larinioides</i> sp Caporiacco, 1934		X
	<i>Mangora bimaculata</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	X	
	<i>Mangora passiva</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	X	X
	<i>Mangora</i> sp O. Pickard-Cambridge, 1889	X	X
	<i>Mastophora</i> sp Holmberg, 1876	X	X
	<i>Metepeira labyrinthea</i> (Hentz, 1847)		X
	<i>Metepeira</i> sp F. O. Pickard-Cambridge, 1903	X	
	<i>Metepeira spinipes</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1903		X
	<i>Micrathena funebris</i> (Marx, 1898)		X
	<i>Micrathena gracilis</i> (Walckenaer, 1805)	X	X
	<i>Micrathena mitrata</i> (Hentz, 1850)	X	X
<i>Neoscona oaxacensis</i> (Keyserling, 1864)	X	X	
<i>Neoscona</i> sp Simon, 1864		X	
<i>Ocrepeira</i> sp Marx, 1883	X		
<i>Verrucosa arenata</i> (Walckenaer, 1841)	X	X	
<i>Wagneriana</i> sp F. O. Pickard-Cambridge, 1904		X	
Dictynidae	<i>Dictyna annexa</i> Gertsch & Mulaik, 1936	X	X
	<i>Iviella reclusa</i> (Gertsch & Ivie, 1936)	X	
	<i>Mallos</i> sp O. Pickard-Cambridge, 1902	X	

Linyphiidae	<i>Diplothyron simplicata</i> (F. O. Pickard-Cambridge, 1902)		X
	<i>Diplothyron trifalcatum</i> (F. O. Pickard-Cambridge, 1902)	X	
	<i>Frontinella pyramitela</i> (Walckenaer, 1841)	X	X
	<i>Linyphia</i> sp Latreille, 1804	X	
	<i>Linyphia triangularis</i> (Clerck, 1757)		X
Nephilidae	<i>Trichonephila clavipes</i> (Linnaeus, 1767)	X	X
Tetragnathidae	<i>Leucauge</i> sp White, 1841	X	
	<i>Leucauge venusta</i> (Walckenaer, 1841)	X	X
	<i>Metellina segmentata</i> (Clerck, 1757)	X	
	<i>Metellina</i> sp Chamberlin & Ivie, 1941		X
	<i>Tetragnatha</i> sp Latreille, 1804	X	X
Uloboridae	<i>Octonoba sinensis</i> (Simon, 1880)	X	X
	<i>Octonoba</i> sp Opell, 1979	X	X
	<i>Octonoba sybotides</i> (Bösenberg & Strand, 1906)	X	
	<i>Philoponella prominens</i> (Bösenberg & Strand, 1906)	X	X
	<i>Philoponella</i> sp Mello-Leitão, 1917	X	X
	<i>Philoponella tigens</i> (Chamberlin & Ivie, 1936)		X
	<i>Uloborus glomosus</i> (Walckenaer, 1841)		X
	<i>Uloborus</i> sp Latreille, 1806	X	X
TOTAL		33	34

Para ambos sitios y épocas, se colectaron 24 especies (51.06%) y 15 morfoespecies (31.91%) constructoras de redes orbitales (16:9 – Araneidae; 1 - Nephilidae, 2:3 Tetragnathidae y 5:3 - Uloboridae), cuatro especies (8.51%) y una morfoespecie (2.12%) de Hamaca (4:1 - Linyphiidae) y dos especies (4.25%) y una morfoespecie (2.12%) constructora de redes irregulares de hamaca (2:1 - Dictynidae). (Especies:Morfoespecies).

Entre sitios, se colectaron 18 especies (59.99%) y 11 morfoespecies (61.11%) de constructoras orbitales; cuatro especies (13.33%) y una morfoespecie constructora de Hamaca (5.55%) y dos especies (2.66%) y una morfoespecie (5.55%) constructoras irregulares de hamaca para la SBC; por su parte en el Bosque de Encino se colectaron 20 especies (66.66%) y 9 morfoespecies (49.99%)

constructoras orbitelares; tres morfoespecies (16.66%) constructoras de Hamaca y una especie (5.55%) constructora de redes irregulares de hamaca.

6.2 Sitios y Épocas

Para le SBC se registraron 252 individuos, en 27 géneros, 21 especies y 14 morfoespecies; 16 machos (6.34%), 146 hembras (57.93%) y 90 juveniles (35.71%). Con 205 individuos para la época de lluvias, en cinco familias (Araneidae, Linyphiidae, Tetragnathidae, Uloboridae y Nephilidae), 16 géneros, 13 especies y 6 morfoespecies. Con 146 (57.93%) individuos para la época de secas, en cinco familias (Araneidae, Dictynidae, Linyphiidae, Tetragnathidae y Uloboridae), 20 géneros, 13 especies y 10 morfoespecies. Con 106 individuos para la época de lluvias, en tres familias (Araneidae, Linyphiidae y Tetragnathidae), 12 géneros, 10 especies y tres morfoespecies.

Para el BE con 234 individuos, en 24 géneros, 23 especies y 11 morfoespecies; 21 machos, 109 hembras y 90 juveniles. Con 124 (52.99) individuos para la época de lluvias, en cuatro familias (Araneidae, Linyphiidae, Tetragnathidae y Uloboridae), 16 géneros, 15 especies y 9 morfoespecies. Con 110 (47.01%) individuos para la época de secas, en cinco familias (Araneidae, Dictynidae, Linyphiidae, Tetragnathidae, Uloboridae), 16 géneros, 16 especies y cuatro morfoespecies.

Ambos sitios, tanto Bosque de Encino (BE) como Selva Baja Caducifolia (SBC), comparten las seis familias (Araneidae, Dictynidae, Linyphidae, Nephilidae, Tetragnathidae y Uloboridae); diferenciándose en la riqueza de géneros, con 27 géneros para la SBC y 24 para el BE; así como en especies, encontrando mayor riqueza en el BE con 23 a diferencia de la SBC con 20; caso contrario a las morfoespecies en donde la SBC registra 14 en comparación a 11 del BE.

En relación a los géneros, 21 de los 30 (69%), se compartieron entre ambos sitios con 14 presentes todo el año de muestreo; cinco exclusivos (16.66%) para la SBC (*Cyclosa*, *Kaira*, *Ocrepeira*, *Iviella* y *Mallos*) y cuatro (13.33%) para el BE (*Argiope*, *Larinoides*, *Wagneriana*, *Ariamnes*). En cuestión a las especies, 14 de las 30 (46%) se compartieron entre sitios con 10 (33.33%) presentes durante todo el año de

muestreo; seis (20%) exclusivas para la SBC (*Kaira hiteae*, *Mangora bimaculata*, *Iviella reclusa*, *Diplothyron trifalcatus*, *Metellina segmentata* y *Octonoba sybotides*) y 10 (33%) para el BE (*Araneus quirapan*, *Argiope argentata*, *Metepeira labyrinthea*, *Metepeira spinipes*, *Micrathena funebris*, *Ariamnes mexicanus*, *Diplothyron simplicata*, *Linyphia trangularis*, *Philoponella tigens* y *Uloborus glomusus*). Con respecto a las morfoespecies, seis de las 17 (35%) estuvieron presentes en ambos sitios (*Mangora* sp., *Mastophora* sp., Tetragnathidae sp., *Octonoba* sp., *Philoponella* sp., y *Uloborus* sp.) con seis (35%) presentes durante todo el año de muestreo (*Mangora* sp., *Mastophora* sp., *Wegneriana* sp., *Tetragnatha* sp., *Octonoba* sp., y *Uloborus* sp.). Siete (35%) exclusivas de la SBC (*Araneus* sp., *Cyclosa* sp., *Metepeira* sp., *Ocrepeira* sp., *Mallos* sp., *Linyphia* sp., *Leucauge* sp.); y cuatro (35%) exclusivas del BE (*Larinoides* sp., *Neoscona* sp., *Wagneriana* sp. y *Metellina* sp.) (Cuadro 3).

Cuadro 2. Especies y morfoespecies recolectadas en ambos sitios y épocas durante el año.

Familia	Especie	BE (Lluvia)	BE (Secas)	SBC (Lluvia)	SBC (Secas)
	<i>Allocyclosa bifurca</i>		X		X
	<i>Araneus quirapan</i> *		X		
	<i>Araneus</i> sp				X
	<i>Argiope argentata</i>		X		
	<i>Ariamnes mexicanus</i> *	X			
	<i>Cyclosa</i> sp			X	
	<i>Cyrtophora citricola</i>		X		X
	<i>Eriophora ravilla</i>		X		X
	<i>Kaira hiteae</i> *			X	
	<i>Larinoides</i> sp	X			
Araneidae	<i>Mangora bimaculata</i> *			X	
	<i>Mangora pasiva</i>	X	X	X	X
	<i>Mangora</i> sp	X	X		X
	<i>Mastophora</i> sp	X	X	X	X
	<i>Metepeira labyrinthea</i>	X			
	<i>Metepeira</i> sp.			X	
	<i>Metepeira spinipes</i>	X			
	<i>Micrathena funebris</i>	X			
	<i>Micrathena gracilis</i>	X	X	X	X
	<i>Micrathena mitrata</i>	X	X		X
	<i>Neoscona oaxacensis</i>	X	X		X

	<i>Neoscona</i> sp	X			
	<i>Ocrepeira</i> sp			X	X
	<i>Verrucosa arenata</i>	X	X	X	X
	<i>Wagneriana</i> sp	X			X
Dictynidae	<i>Dictyna annexa</i>		X		X
	<i>Iviella reclusa</i>		X		
	<i>Mallos</i> sp				X
Linyphiidae	<i>Diplothyron simplicata</i>		X		
	<i>Diplothyron trifalcatum</i>			X	
	<i>Frontinella pyramitela</i>	X	X	X	X
	<i>Linyphia</i> sp.			X	
Nephilidae	<i>Linyphia triangularis</i> *	X			
	<i>Triconephila clavipes</i>		X	X	
Tetragnathidae	<i>Leucauge</i> sp			X	
	<i>Leucauge venusta</i> *	X	X	X	
	<i>Metellina segmentata</i> *			X	
	<i>Metellina</i> sp	X			
	<i>Tetragnatha</i> sp		X	X	X
Uloboridae	<i>Octonoba sinensis</i> *	X	X	X	X
	<i>Octonoba</i> sp	X	X		X
	<i>Octonoba sybotides</i> *			X	
	<i>Philoponella prominens</i> *	X			X
	<i>Philoponella</i> sp	X		X	
	<i>Philoponella tigens</i> *	X			
	<i>Uloborus glomosus</i> *		X		
	<i>Uloborus</i> sp	X	X		X

* = Nuevos registros para el estado

De las 47 especies y morfoespecies encontradas, solo cinco especies (*Mangora pasiva*, *Micrathena gracilis*, *Verrucosa arenata*, *Frontinella pyramitela* y *Octonoba sinensis*) y una morfoespecie (*Mastophora* sp) se encontraron en ambos sitios y épocas. Cuatro especies (*Allocyclosa bifurca*, *Cyrtophora citricola*, *Eriophora ravilla* y *Dictyna annexa*) en ambos sitios para la época de secas y ninguno compartido entre sitios para la época de lluvias. Ocho especies (*Mangora pasiva*, *Micrathena gracilis*, *Micrathena mitrata*, *Neoscona oaxacensis*, *Verrucosa arenata*, *Frontinella pyramitela*, *Leucauge venusta* y *Octonoba sinensis*) y cuatro morfoespecies (*Mangora* sp., *Mastophora* sp., *Octonoba* sp. y *Uloborus* sp) estuvieron presentes en ambas épocas en el Bosque de Encino; mientras que cinco especies (*Mangora pasiva*, *Micrathena gracilis*, *Verrucosa arenata*, *Frontinella pyramitela* y *Octonoba*

sinensis) y tres morfoespecies (*Mastophora sp.*, *Ocrepeira sp.* y *Tetragnatha sp.*) se registraron en ambas épocas para la Selva Baja caducifolia.

Se encontraron 10 géneros (*Ariamnes*, *Cyrtophora*, *Larinoides*, *Dictyna*, *Iviella*, *Diplothyron*, *Linyphia*, *Metellina*, *Octonoba* y *Philoponella*) y 12 especies (*Araneus quirapan*, *Ariamnes mexicanus*, *Kaira hiteae*, *Mangora bimaculata*, *Linyphia triangularis*, *Leucauge venusta*, *Metellina segmentata*, *Octonoba sinensis*, *Octonoba sybotides*, *Philoponella prominens*, *Philoponella tigens* y *Uloborus glomus*) no registrados aún para el estado de Michoacán.

6.3 Estimación de la riqueza

De acuerdo con los estimadores de riqueza (Chao2 y Bootstrap) las especies recolectadas representan más del 83.33% de lo que se espera exista en los sitios y épocas; destacándose las recolectadas en la SBC, con el porcentaje más elevado en relación a lo esperado, con más del 96% y 92% respectivamente; al igual que para la época de lluvias con el 96.55% y 90.32% (Cuadro 4).

Las morfoespecies recolectadas, por su parte, representan más del 81.11% de lo esperado en ambos sitios y épocas, siendo la SBC el sitio con mayor porcentaje de morfoespecies registradas con un 95.56% y 93.48%; junto a la época de lluvias con el 91.67% y 88% de géneros registrados (Cuadro 4).

Cuadro 3. Riquezas de familias y géneros esperados y observados entre sitios y épocas.

CONDICIÓN	ESTIMADOR	ESPECIES			MORFOESPECIES			
		Esp.	Obs.	% Reg.	Esp.	Obs.	% Reg.	
Sitios	Bosque	Chao2	29	26	89.66	47	40	85.11*
		Bootstrap	31		83.87	49		81.63*
	SBC	Chao2	27	26	96.30**	45	43	95.56**
		Bootstrap	28		92.86**	46		93.48**
Épocas	Secas	Chao2	29	25	86.21*	45	40	88.89
		Bootstrap	30		83.33*	46		86.96
	Lluvias	Chao2	29	28	96.55	48	44	91.67
		Bootstrap	31		90.32	50		88.00

* = Menor porcentaje de registros

** = Mayor porcentaje de registros

6.4 Abundancia

6.4.1. Ambos sitios y Épocas

De los 486 individuos, incluyendo solo las especies, Araneidae se posiciona como la familia más abundante con 202 individuos (61%), seguido de Tetragnathidae con 47 (14%) y Linyphiidae con 35 (11%) (Figura 7). Ya considerando las morfoespecies y especies, pese a que se agregan más individuos y todas las familias crecen en número de individuos se reduce la abundancia relativa de casi todas las familias, el caso de Araneidae, que pese a mantenerse como la familia más abundante, baja de un 61% a un 48% (235 individuos) seguido de Tetragnathidae con el 17% (84) y solo Uloboridae aumenta del 11% (28) al 13% (62). Las constructoras de redes orbitelares representaron el 86%, 11% de hamaca y 3% de irregulares (Figura 8).

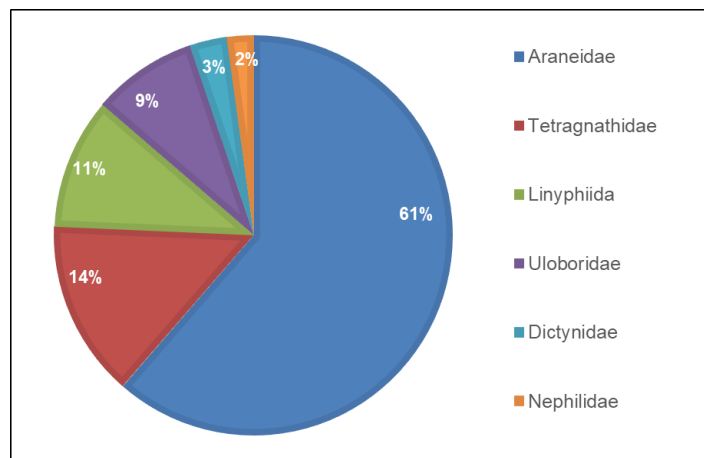


Figura 7. Abundancia relativa de familias registradas para ambos sitios y épocas.

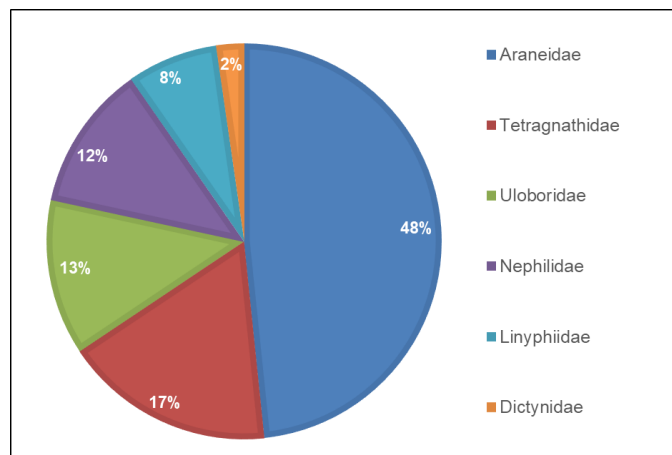


Figura 8. Abundancia relativa de familias para ambos sitios y épocas (Incluyendo morfoespecies).

La familia Araneidae se posiciona como la familia más abundante, considerando o no a las morfoespecies, con más del 48% del total de especies colectadas, para ambos sitios y épocas, con 18 géneros, 16 especies y nueve morfoespecies. Familia caracterizada por la enorme variedad de formas y colores dentro de sus especies y la construcción de telas orbitelares perfectas, posicionada como la familia con la mayor diversidad de especies (2,821 especies en el mundo) dentro de este grupo de tejedoras (Ubick, 2018; World Spider Catalog, 2024).

En relación a las especies, excluyendo las morfoespecies, *Verrucosa arenata* (Araneidae) (17%) se posiciona como la especie abundante, seguida de *Leucauge venusta* (Tetragnathidae) (14%) y *Micrathena gracilis* (Araneidae) (12%), especies con telas orbiculares, que entre las tres suman casi la mitad del total de individuos (43%) (Figura 9). Considerando las especies y morfoespecies, *Verrucosa arenata* (Araneidae) (11%) se mantiene como la especie más abundante seguida de *Trichonephila sp.* (Nephilidae) (10%) y *Leucauge venusta* (Tetragnathidae) (9%) (Figura 10).

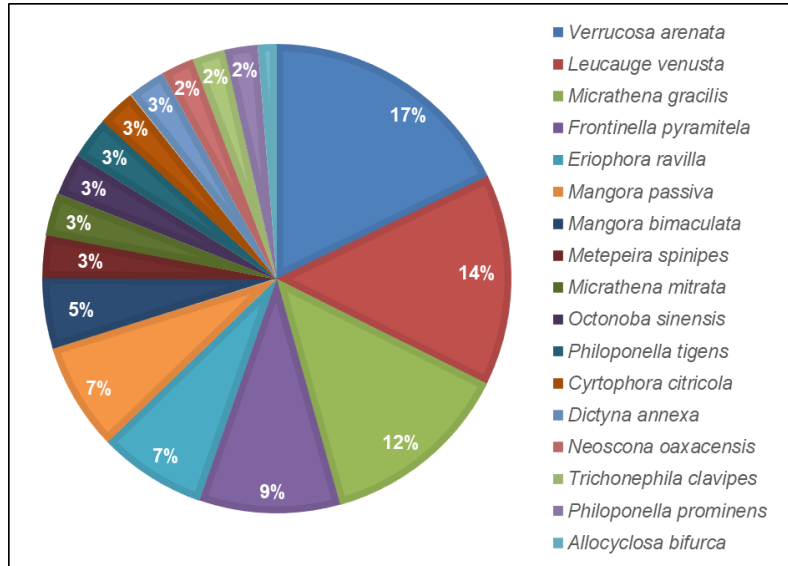


Figura 9. Abundancia relativa de especies registradas para ambos sitios y épocas.

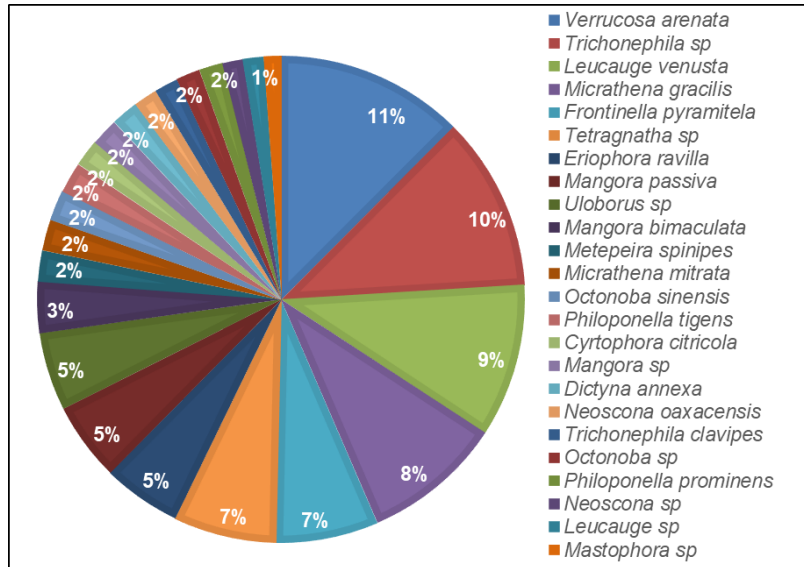


Figura 10. Abundancia relativa de las especies registradas para ambos sitios y épocas. (Incluyendo morfoespecies).

6.4.2 Selva Baja Caducifolia

Para la Selva Baja Caducifolia, la familia más abundante, sin incluir morfoespecies, fue Araneidae con el 68%, seguido de Linyphiidae (12%) y Tetragnathidae (11%), (Figura 11) presentes en ambos sitios. Incluyendo especies y morfoespecies, Araneidae se mantuvo como la familia más abundante con el 53%, seguido de Tetragnathidae (17%) y Uloboridae (14%). Las constructoras de redes orbitales fueron el 84%, 12% de hamaca y 4% de redes irregulares (Figura 12).

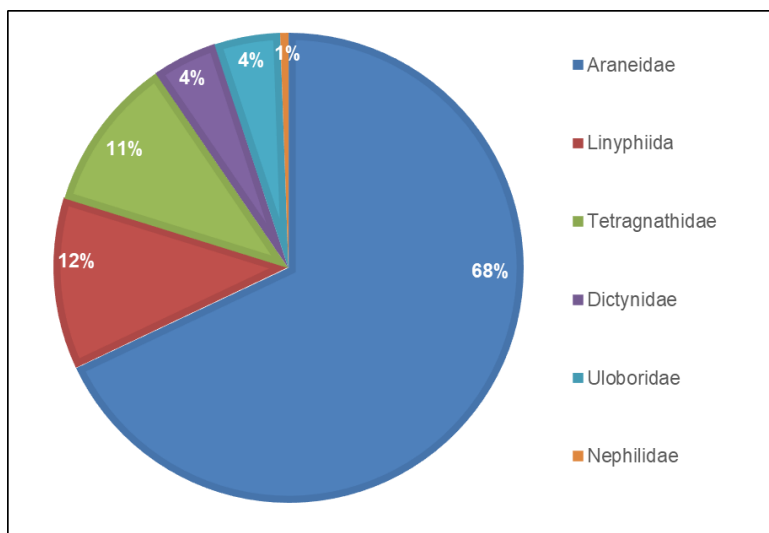


Figura 11. Abundancia relativa de las familias registradas para la SBC durante ambas épocas.

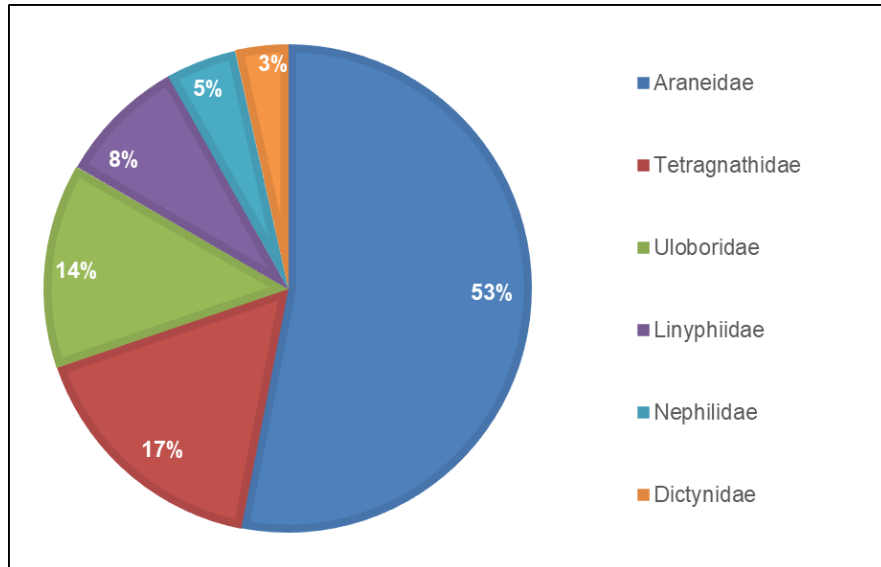


Figura 12. Abundancia relativa de las familias registradas para la SBC para ambas épocas. (Incluyendo morfoespecies)

En relación a las especies, *Verrucosa arenata* (Araneidae) (21%), *Micrathena gracilis* (Araneidae) (13%) y *Frontinella pyramitela* (Linyphiidae) (10%), se posicionan como las especies más abundantes, dos especies de dos de las tres familias más abundantes del sitio (Figura 13). Incluyendo especies y morfoespecies, *Verucosa arenata* (Araneidae) (15%) y *Micrathena gracilis* (Araneidae) (10%) se mantienen como las especies más abundantes dentro de la SBC, solo seguidas de *Uloborus sp.*(Uloboridae) (9%) (Figura 14).

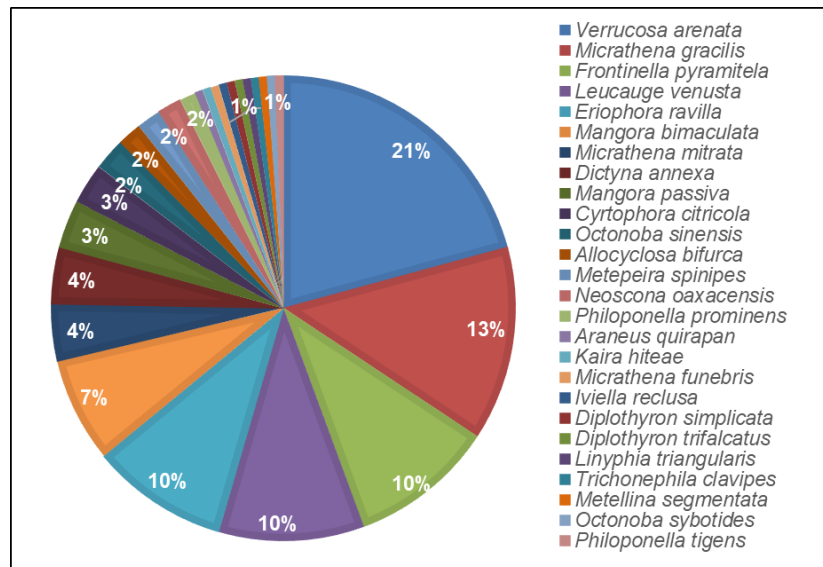


Figura 13. Abundancia relativa de las especies registradas para la SBC para ambas épocas.

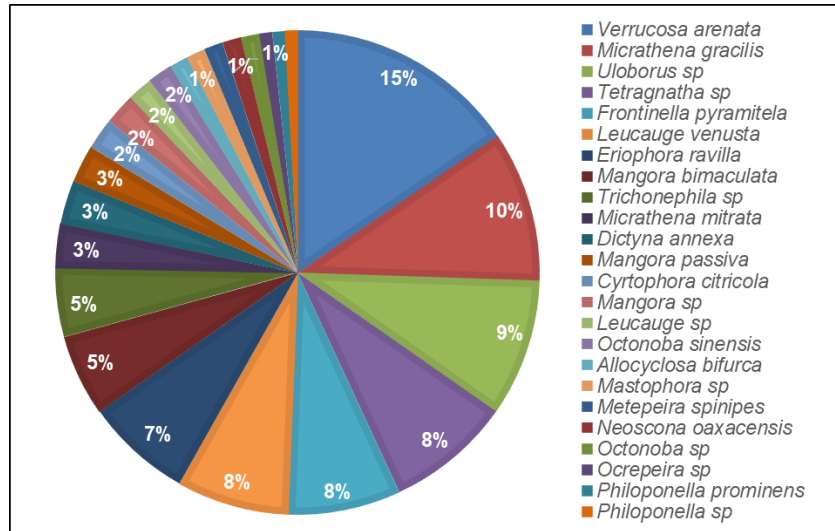


Figura 14. Abundancia relativa de las especies registradas para la SBC para ambas épocas. (Incluyendo morfoespecies)

6.4.3 Bosque de Encino

Para el Bosque de Encino al igual que en la SBC, sin incluir morfoespecies, la familia Araneidae se posiciona como la familia más abundante con más de la mitad de los individuos colectados (54%), seguida por Tetragnathidae (19%) y Uloboridae (13%) (Figura 15). Incluyendo morfoespecies, la familia Araneidae (43%) se mantiene como la más abundante, seguida de Nephilidae (20%) que pasa de 5to lugar a 2do y Tetragnathidae (18%) que baja de 2do a 3er lugar. Las constructoras de redes orbitelares representaron el 90%, con 10% de Hamaca irregulares (Figura 16).

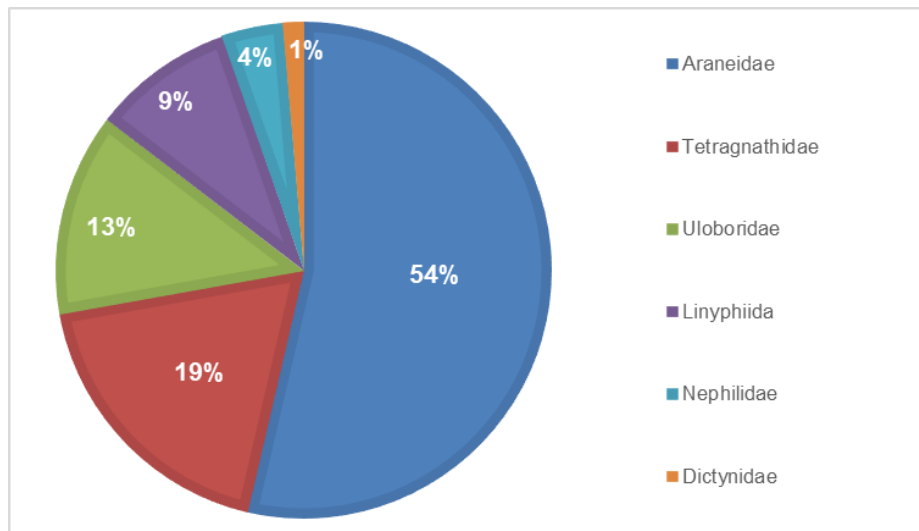


Figura 15. Abundancia relativa de las familias para el BE durante ambas épocas.

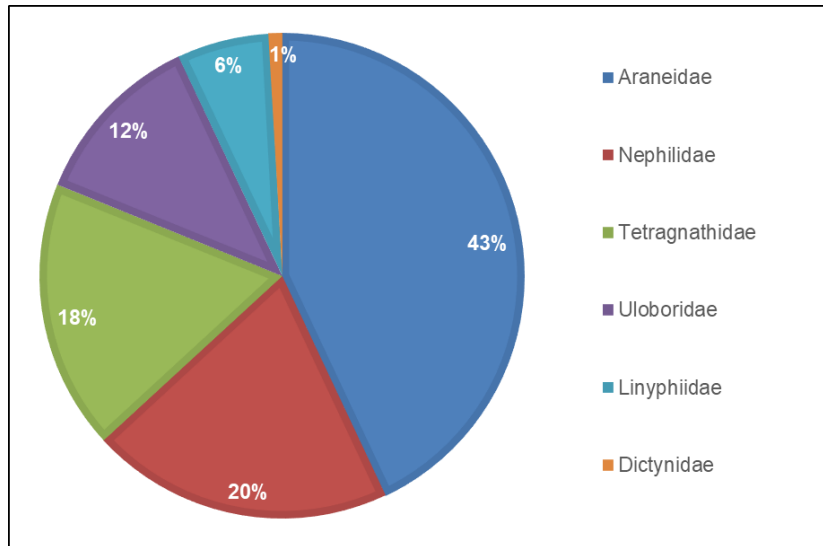


Figura 16. Abundancia relativa de las familias registradas para la BE durante ambas épocas. (Incluyendo morfoespecies).

En relación a las especies, no incluyendo morfoespecies, *Leucauge venusta* (Tetragnathidae) (19%) se posiciona como la más abundante, seguida de *Verrucosa arenata* (Araneidae) (13%) y *Micrathena gracilis* (Araneidae) (12%) (Figura 17). Incluyendo las morfoespecies, *Trichonephila sp.* (Nephilidae) (21%), *Leucauge venusta* (Tetragnathidae) (14%) y *Verrucosa arenata* (Araneidae) (9%), se posicionan como las más abundantes dentro del BE (Figura 18).

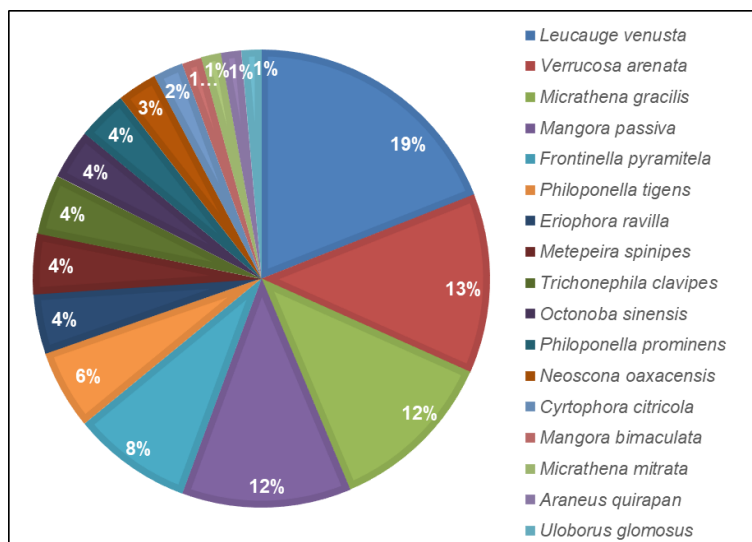


Figura 17. Abundancia relativa de las especies registradas para la BE durante ambas épocas.

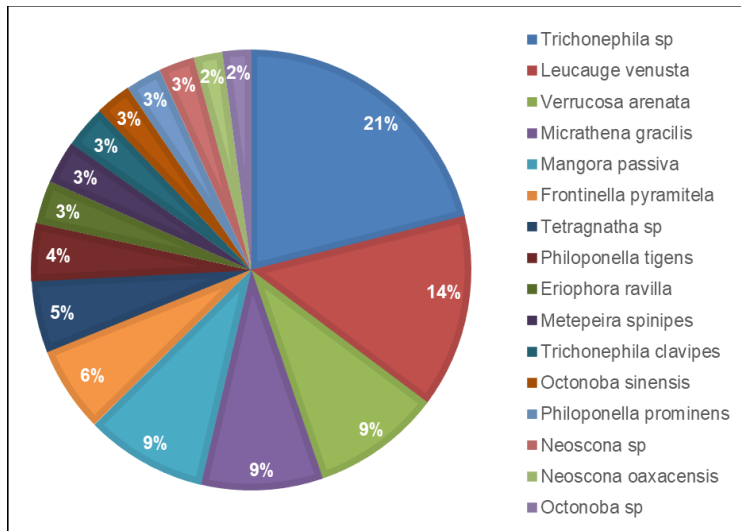


Figura 18. Abundancia relativa de las familias registradas para la BE durante ambas épocas. (Incluyendo morfoespecies)

6.4.5 Secas

Para la época de secas, sin incluir las morfoespecies, la familia Araneidae se posiciona de igual forma, como la más abundante con el 66%, seguido de Linyphiidae (15%) y Uloboridae (7%) (Figura 19). Considerando las morfoespecies, Araneidae (43%) se posiciona de igual forma como la más abundante, seguido de Uloboridae (16%) y Nephilidae (15%). Las constructoras de redes orbitales representan el 80%, 15% de Hamaca y 5% de irregulares (Figura 20).

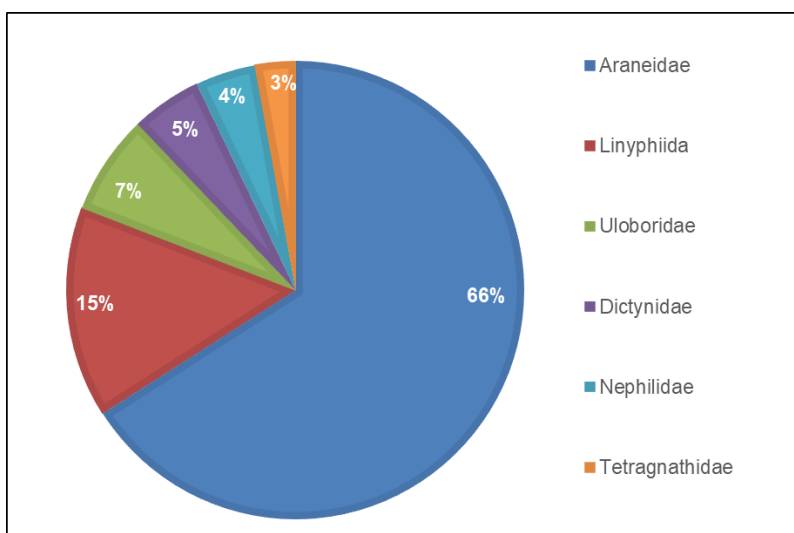


Figura 19. Abundancia relativa de familias registradas para la época de secas para ambos sitios.

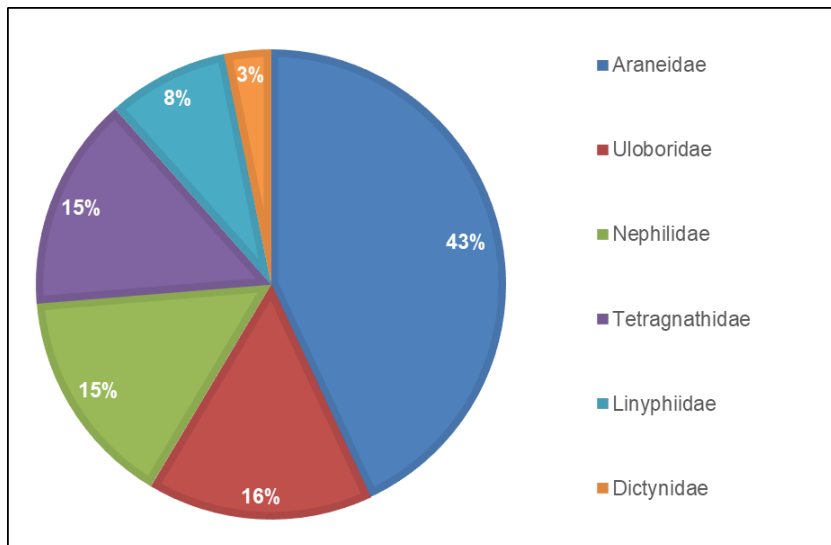


Figura 20. Abundancia relativa de familias para la época de secas para ambos sitios. (Incluyendo morfoespecies)

En relación a las especies, sin incluir morfoespecies, *Mangora pasiva* (14%) y *Verrucosa arenata* (14%) son las especies más abundantes, ambas pertenecientes a la familia Araneidae, seguidas por *Frontinella pyramitela* (Linyphiidae) (13%) (Figura 21). Incluyendo las morfoespecies *Trichonephila* sp. (Nephilidae), *Tetragnatha* sp. (Tetragnathidae) y *Uloborus* sp. (Uloboridae) tres morfoespecies, se posicionan como las más abundantes (Figura 22).

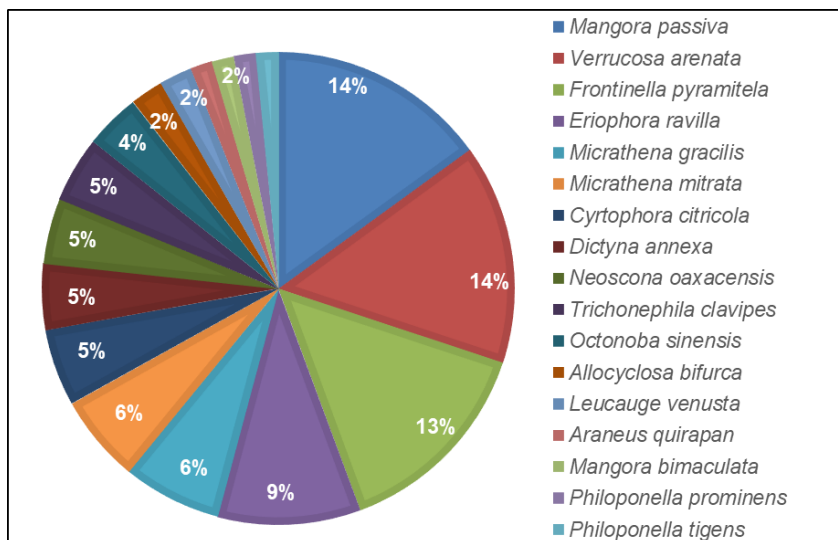


Figura 21. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de secas para ambos sitios.

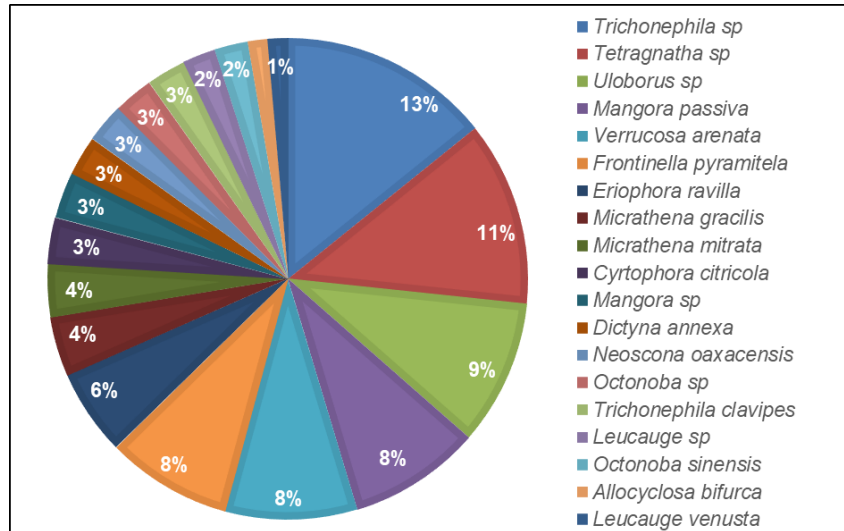


Figura 22. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de secas para ambos sitios. (Incluyendo morfoespecies).

6.4.6 Lluvias

En la época de lluvias la familia Araneidae (58%), al igual que en ambos sitios y en la época de secas, se posiciona como la familia más abundante con más de la mitad de los registros, seguida de la familia Tetragnathidae (23%) y Uloboridae (10%) (Figura 23). Incluyendo las morfoespecies, la familia Araneidae se mantiene como la más abundante con el 54%, seguidos de Tetragnathidae (20%) y Uloboridae (10%). El 91% fueron arañas fueron constructoras de redes orbitales, 7% de Hamaca y 2% de irregulares (Figura 24).

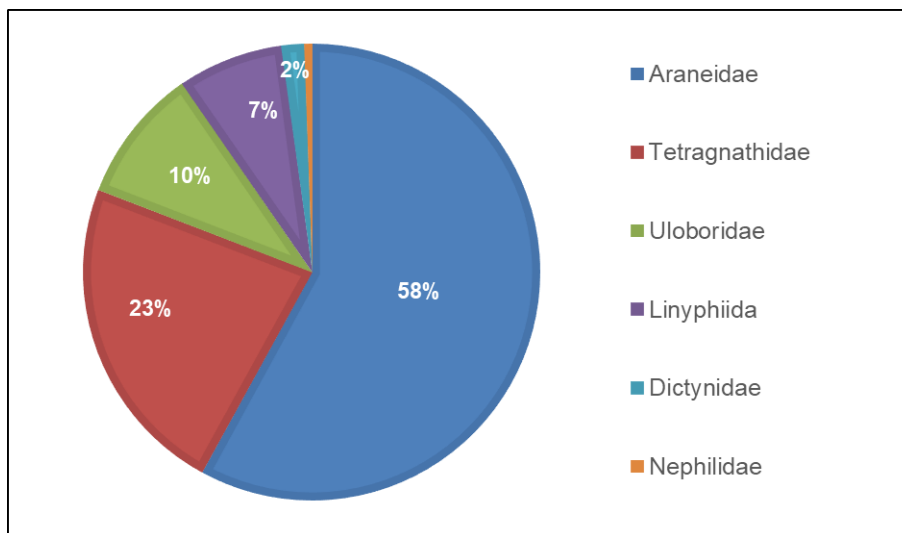


Figura 23. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de lluvias en ambos sitios.

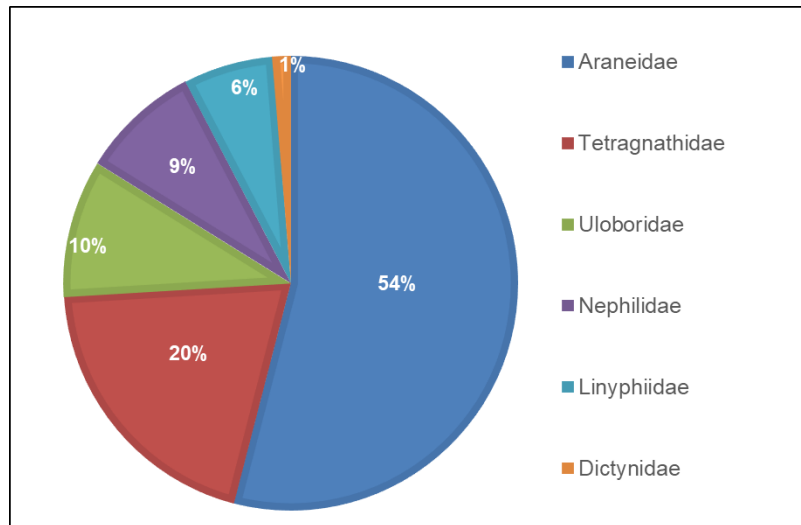


Figura 24. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de lluvias en ambos sitios. (Incluyendo morfoespecies).

En relación a las especies, sin incluir las morfoespecies, *Leucauge venusta* (Tetragnathidae) (22%), *Verrucosa arenata* (Araneidae) (19%) y *Micrathena gracilis* (Araneidae) (17%), se ubican como las especies más abundantes (Figura 25). Incluyendo las morfoespecies, las especies se mantienen en el orden de abundancia con *Leucauge venusta* (Tetragnathidae) (18%), *Verrucosa arenata* (Araneidae) (15%) y *Micrathena gracilis* (Araneidae) (14%) como las más abundantes (Figura 26).

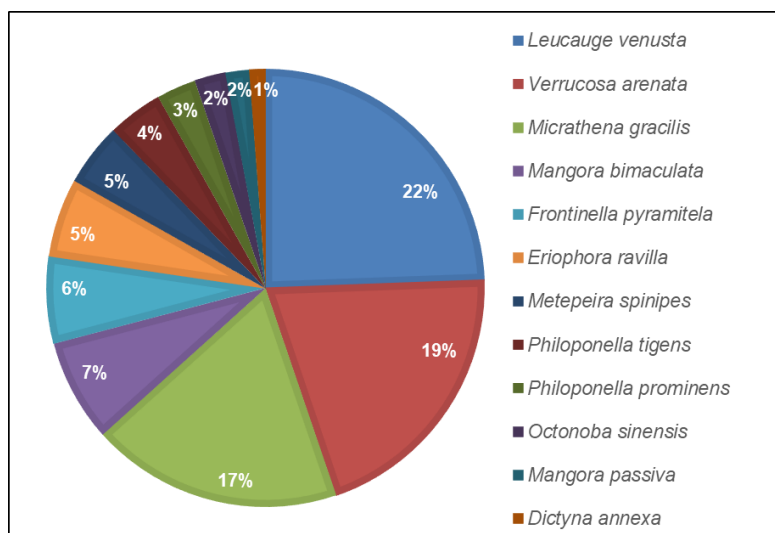


Figura 25. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de lluvias.

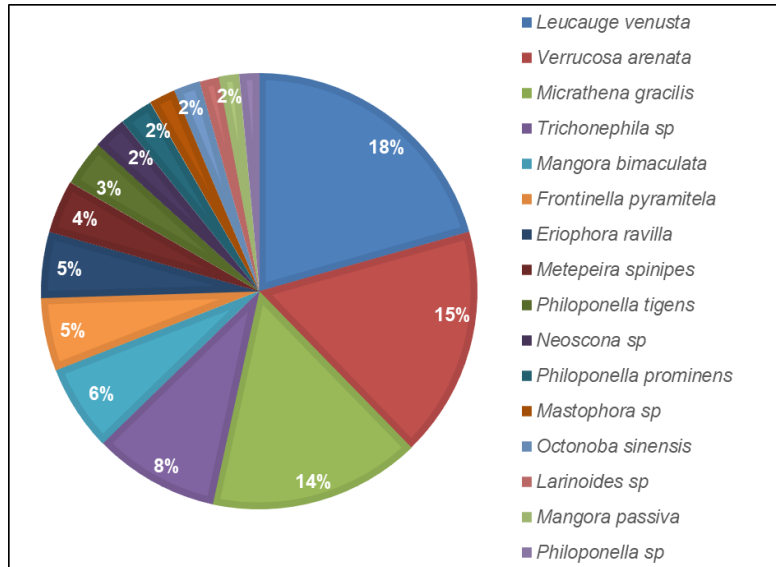


Figura 26. Abundancia relativa de las familias registradas para la época de lluvias en ambos sitios. (Incluyendo morfoespecies).

6.5 Curvas de rarefacción

En las curvas de rarefacción por sitio (Figura 27), se puede observar que el Bosque alcanzó una tendencia clara a la asíntota con un número menor de individuos, del total de seis familias colectadas, a diferencia del SBC que logró registrar las seis familias colectadas en un número de individuos ligeramente mayor, lo cual denota que las diferencias momentáneas en cuanto a riqueza de familias se deben más al efecto del sitio que el tamaño de la muestra. Caso similar, pero más marcado ocurrió en las épocas, donde la época de secas alcanzó la asíntota con un número de individuos considerablemente menor, esto quizá como respuesta natural de las arañas constructoras de telas que bajo dos principios sencillos pudieron establecerse de mejor forma en esa temporada: 1) La alta disponibilidad de estructuras de soporte para la construcción de las redes y 2) la ausencia de gotas o vientos destructores de redes o modificadores de posicionamiento (Barrantes y Sánchez, 2021). En ambos sitios y épocas, esa tendencia a la asíntota denota una riqueza a nivel de familia bien representada para los sitios y épocas.

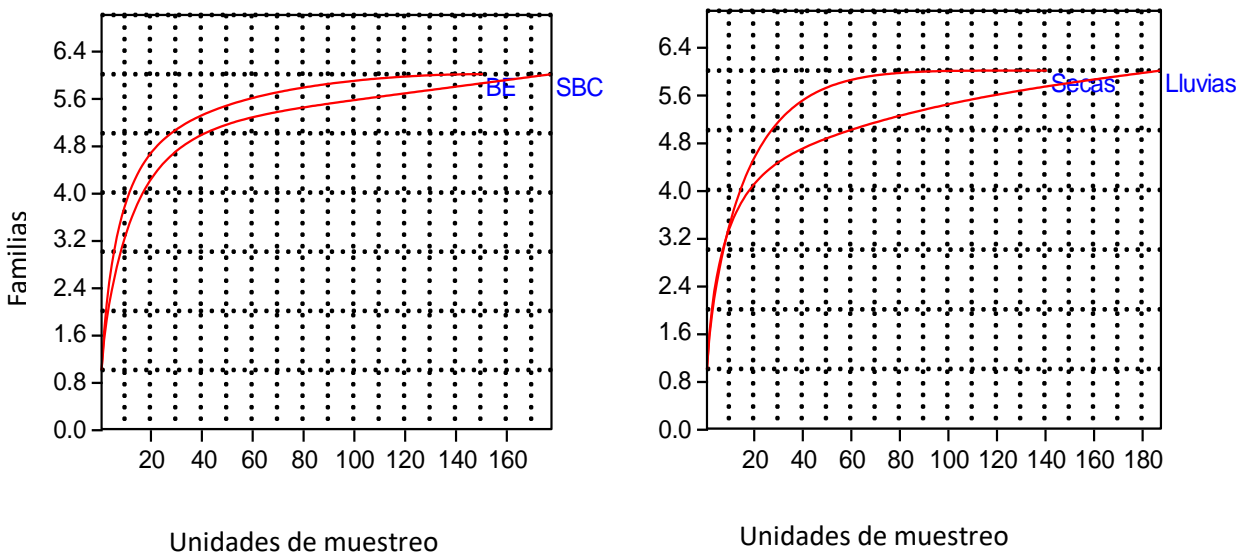


Figura 27. Curvas de rarefacción de familias, entre Sitios (A) y Épocas (B).

En lo relacionado a las especies, el crecimiento de las curvas sigue en aumento, un poco más acelerado y con menor esfuerzo de muestreo, en el caso del BE y la

época de Secas, lo mismo que se observó en las curvas de familias, esto quizá como respuesta a la condiciones y disponibilidad de estructuras para construir las redes en sitios con mayor complejidad vegetal, el caso del BE y las Variantes adecuadas para el mantenimiento y eficacia de las redes, el caso de la época de secas (García-García, et al., 2023; Guzmán García, et al., 2018) (Figura 28).

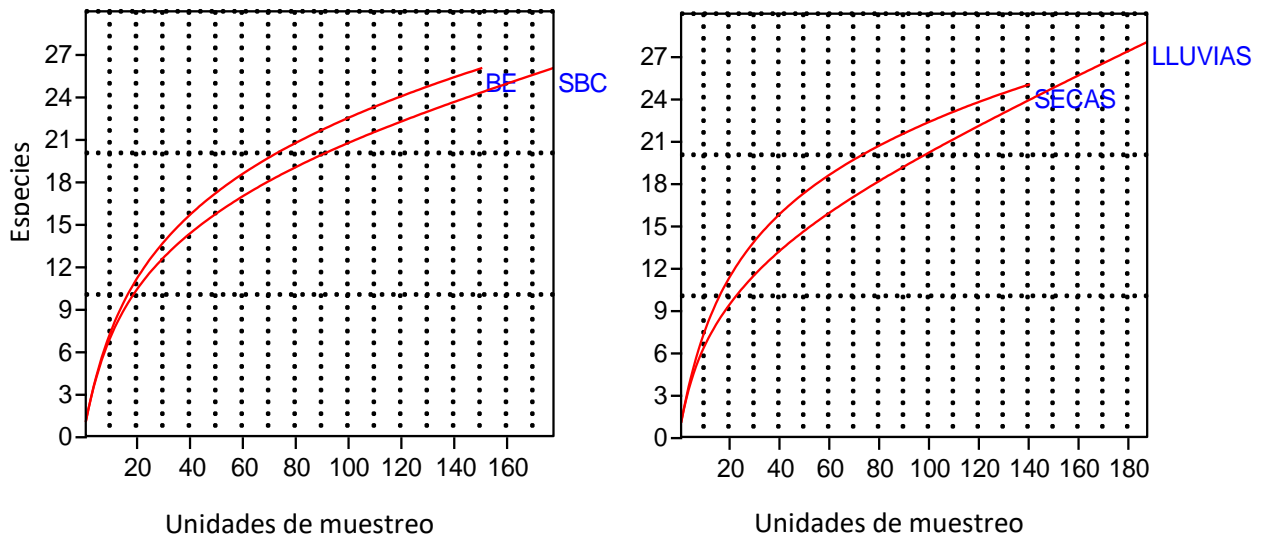


Figura 28. Curvas de rarefacción de especies, entre Sitios (A) y Épocas (B).

En las curvas de rarefacción de morfoespecies entre sitios se denota un crecimiento similar, independientemente del sitio, denotando que la riqueza en estos casos no se ve influenciada por el tipo de sitio o la complejidad de la vegetación. Diferenciado a lo ocurrido en las épocas, donde la lluvia logra despuntar un poco en relación a la época de secas, esto quizá como respuesta a la capacidad de las morfoespecies incluidas de mantener sus redes incluso en condiciones complicadas de lluvias o vientos intensos (Barrantes y Sánchez, 2021) (Figura 29).

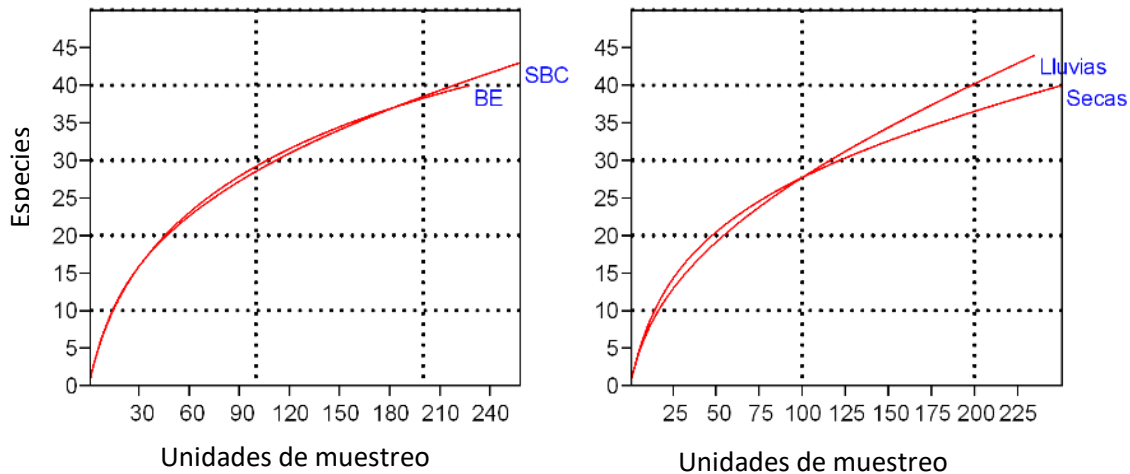


Figura 29. Curvas de rarefacción de especies y morfoespecies, entre Sitios (A) y Épocas (B).

6.5.1 Diversidad

Comparando sitios, de acuerdo con el índice de Shannon-Weiner, se encontraron valores de diversidad similares entre sitios, Bosque de Encino (3.048) y la Selva Baja Caducifolia (3.09) que al compararles a nivel de especie, no se encontraron diferencias significativas de acuerdo a la prueba de t modificada de Hutchenson ($t=0.458$, $p=0.647$).

Al comparar épocas a nivel de especies, podemos observar lo mismo: valores cercanos entre Secas (3.065) y Lluvias (2.896), sin diferencias significativas de acuerdo a la prueba de T modificada de Hutchenson ($t= 1.753$, $p=0.080$) (Cuadro 5)

La similitud, entre los sitios, de acuerdo al Índice de Jaccard, refleja una alta similitud entre los sitios con casi el 80% a nivel de especies, con un índice de complementariedad de casi el 21%, proporción de especies que se perderían si alguno de los sitios no se considerara en un inventario. Las abundancias de la mayoría de las especies son relativamente bajas y bien distribuidas entre géneros de acuerdo a la equitatividad (J'): (SBC=0.80; BE=0.83), lo que resultaría en una baja dominancia para ambos sitios, lo cual puede corroborarse de igual forma con los valores bajos y similares de dominancia obtenidos por Simpson (SBC=0.10; BE=0.08).

Cuadro 5. Valores de diversidad alfa en ambos sitios durante época de secas y lluvias para especies.

Condición		Shannon (H')	t	p(same)
Sitios	Bosque	3.048	0.45818	0.647
	SBC	3.09		
Épocas	Secas	3.065	1.7532	0.0802
	Lluvias	2.896		

Al considerar especies y morfoespecies, comparando sitios con el índice de Shannon-Weiner, el Bosque de Encino (2.72) y la Selva Baja Caducifolia (2.60) presentan valores similares, sin una diferencia estadísticamente significativa, de acuerdo a la prueba de t modificada por Hutchenson ($t=-0.93$; $p=0.34$) (Cuadro 6). En relación a las épocas, involucrando especies y morfoespecies, podemos encontrar una diferencia significativa, entre la época de secas (2.73) y la época de lluvias (2.45), con un valor mayor en la época de secas y con una diferencia estadísticamente significativa de acuerdo a la prueba de t modificada de Hutchenson ($t=2.38$; $p=0.01$) (Cuadro 6). La diferencia es atribuible al incremento de riqueza en alguna época por efecto de el número alto de morfoespecies disponibles (Juveniles) que comienzan a aparecer previo a las lluvias.

De acuerdo al índice de Jaccard, la similitud entre los sitios, incluyendo morfoespecies, es alto, con el 76% de similitud entre los sitios y una complementariedad de casi el 24% (23.41%) corroborando la idea que, dentro de los sitios, las especies y morfoespecies se comparten en gran medida. En relación a la equitatividad (J') entre especies incluyendo morfoespecies, de nueva cuenta pueden apreciarse valores altos (SBC=0.82; BE=0.82) lo cual denotaría abundancias bajas y bien distribuidas entre especies y morfoespecies; con una dominancia baja de acuerdo a el índice de Simpson (SBC=0.06; BE=0.07). Los recursos ambientales son utilizados de tal manera que tienden a la equiproporcionalidad.

Cuadro 4. Valores de diversidad alfa en ambos sitios durante época de secas y lluvias para especies y morfoespecies.

	Condición	Shannon (H')	t	p(same)
Sitios	Bosque	2.722	-0.9366	0.3496
	SBC	2.607		
Épocas	Secas	2.739	2.3825	0.01776
	Lluvias	2.451		

7. CONCLUSIONES

- Las arañas constructoras de redes orbitelares fueron las más abundantes para ambos sitios y épocas (80%), encontrando el sustrato suficiente y las condiciones adecuadas para construir sus redes.
- La estructura de la comunidad del Bosque de Encino mantiene más del 33% de géneros exclusivos en relación a la Selva Baja Caducifolia (20%) lo que indica un aporte importante de arácnidos del BE hacia la SBC.
- La estacionalidad refleja el impacto en algunas arañas constructoras de telas de hamaca e irregulares bajando sus abundancias en época de lluvias, no así el caso de las arañas orbitelares.
- La familia Araneidae estuvo presente en ambos sitios de colecta durante ambas épocas de muestreo, siempre posicionada como la familia más abundante.
- *Verrucosa arenata* fue la especie más abundantes en ambos sitios y épocas, aranéido constructor de redes orbitelares.
- Tanto la Selva Baja Caducifolia como el Bosque de Encino se consideran como sistemas estables, de acuerdo con la alta equitatividad y baja dominancia encontrada en ellos.
- Se encontraron 10 géneros y 12 especies hasta ahora no registradas para el estado de Michoacán.

8. LITERATURA CITADA

- Adis J. y M. S. Harvey. 2000. How many Arachnida and Myriapoda are there world-wide and in Amazonia?. *Stud Neotrop Fauna & Environm.* Vol. 35. 139-141 pp.
- Alencastre, J. M. 2015. Caracterización de las Propiedades Dinámicas de la Seda de Araña. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. 171.
- Alvite, B. N. 2021. Revisión bibliográfica: Propiedades mecánicas y aplicabilidad de las sedas de araña. Tesis de Licenciatura. Universidad de Coruña. 27 pp.
- Baldissera, R., Ganade, G. y Benedet, S. F. 2004. Web spider community response along an edge between pasture and Araucaria forest. *Biological Conservation.* Vol. 118. pp. 403-409.
- Benjamin, S. P. y S. Zschokke. 2004 Homology, behaviour and spider webs: web construction behaviour of *Linyphia hortensis* and *L. triangularis* (Araneae: Linyphiidae) and its evolutionary significance. *Journal of Evolutionary Biology.* Vol. 17. 120-130.
- Blanco-Vargas, E., Amat-García, G. D. y E. Flórez-Daza. 2003. Araneofauna orbitelar (Araneae: Orbiculariae) de los Andes de Colombia: Comunidades en habitats bajo regeneración. *Revista Ibérica de Aracnología.* Vol. 7. pp. 189-203.
- Bond, J. E., Garrison, N. L., Hamilton, C. A., Godwin, R. L., Hedin, M. e I. Agnarsson. 2014. Phylogenomics Resolves a Spider Backbone Phylogeny and Rejects a Prevailing Paradigm for Orb Web Evolution. *Current Biology.* Vol. 24. pp. 1765-1771.
- Borda, C. E., M. S. Delgado y M. J. F. Rea. 2005. Arácnidos de importancia médica de las especies *Loxosceles* en la región de influencia de la Universidad Nacional del Nordeste. *Comunicaciones científicas y tecnológicas. Resumen m-141.* 4 pp.
- Caballero, M. L. y D. A. Gaviria. 2019. Desarrollo y caracterización de películas de fibroina de seda para reparación condral. *Rev. Colomb. Biotecnol.* Vol. XXI: 1. 71 – 81 pp.

- Coddington J. A. y H. W. Levi. 1991. Systematics and Evolution of spider (Araneae). Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 22: 565-592.
- Correa, P. G., D. Carmona, V. y L. Cisneros, I. 2003. Características Geográficas de los Municipios. In: Correa, P. G. y Vargas, T. F. (Eds.). Atlas Geográfico del Estado de Michoacán, México. pp. 191-220.
- De la Rosa, G. G. 2008. Variación de comunidades de arañas entre bosques de especies nativas y plantaciones de Eucalipto en el estado de Michoacán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma metropolitana. Ciudad de México, México. 78 pp.
- Desales, M. A. L. 2020. Respuesta de la araneofauna a la recuperación de los acuíferos de la región del Churince, en el valle de Cuatrociénegas. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México. 111 pp.
- Díaz, D. C. P. 2007. Relación entre la ubicación, el área y el tipo de red, con la captura de presas en arañas de sotobosques Tolima. Tesis de Licenciatura. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 36 pp.
- Foelix, R. F. 2011. Biology of spiders. 3ra. Edition. Oxford university press. USA. 428 pp.
- Gómez, J. E., Lohmiller, J y A. Joern. 2016. Importance of vegetation structure to the assembly of an aerial web-building spider community in North American open grassland. Journal of Arachnology. 44: 28-35.
- Guzmán-García, C. E., Ponce-Saavedra, J. y G. Vallejo-Castro. 2017. Diversidad genérica de arañas en una huerta de aguacate y un bosque de pino adyacente en el municipio de Ario de Rosales, Michoacán, México. Entomología Mexicana. Vol. 4. pp. 15-21.
- Halaj, J., Ross, D. W. y A. R. Moldenke. 1998. Habitat structure and prey availability as predictors of the abundance and community organization of spiders in Western Oregon Forest Canopies. The Journal of Arachnology. Vol. 26. pp. 203-220.

- Hammer, Q., Harper, A. D., Ryan, D. P. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1), 9 pp.
- Hatley, C. L. y J. A. Macmahon. 1980. Spider Community Organization: Seasonal Variation and the Role of Vegetation Architecture. *Environmental Entomology*. (9) 5: 632-639.
- Hernández, Y. R. Plan de desarrollo municipal 2018-2021. Charo, Michoacán. Charo se construye para todos. 191 pp.
- INEGI. Compendio de información geográfica municipal 2010. Charo. Michoacán de Ocampo. 10 pp.
- Janetos, A. C. 1982. Foraging Tactics of Two Guilds of Web-Spinning Spiders. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. Vol. 10. pp. 19-27.
- Levi, H. W. 1986. The Neotropical Orb-weaver Genera *Chrysometa* and *Homalometa* (Araneae:Tetragnathidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*. (151) 3: 91:215.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press 58 pp.
- Maldonado-Carrizales, J., Guzmán -García, C. E., Fuentes-Ortiz, E. G. 2024. Checklist of spiders (Arachnida: Araneae) from Michoacán state, México. Manuscrito en preparación.
- Maya-Morales, J. 2010. Diversidad de arañas de la vegetación en un bosque mesófilo de montaña en Chiapas, México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Campeche, México. 69 pp.
- Oliver, I., & Beattie, A. J. 1996. Invertebrate Morphospecies as Surrogates for Species: A Case Study. *Conservation Biology*, 10 (1) 99–109. doi:10.1046/j.1523-1739.1996.10010099.x
- Peñaloza, B. R. 2000. Arañas (Araneae: Araneidae, Salticidae, Tetragnathidae y Theridiidae) de cuatro localidades de la zona de transición a la Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México 81 pp.

- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8),583-590. [fecha de Consulta 3 de Abril de 2024]. ISSN: 0378-1844. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911906zar>
- Roberson, E., Chips, M. J., Carson, W. P. y T. P. Rooney. 2016. Deer herbivory reduces web-building spider abundance by simplifying forest vegetation structure. *PeerJ*. 15 pp.
- Romo, M. I y E. Flórez. 2008. Comunidad de arañas orbitelares (Araneae: Orbiculariae) asociada al Bosque Altoandino del Santuario Flora y Fauna Galeras, Nariño, Colombia. *Boletín científico Museo de Historia Natural*. (13) 1:114-126.
- Sánchez, T. M. A. 1991. Arañas de dos localidades del municipio de Morelia, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 145 pp.
- Santiago-Pacheco, G., García-García, M. A. y L. Martínez-Martínez. 2017. Diversidad de arañas (Chelicerata: Araneae) en cultivos de maíz en San Andrés Huayapam, Oaxaca México. *Entomología mexicana*, 4: 15–20.
- Schmidt, M. H. y T. Tschardt. 2005. Landscape context of sheetweb spider (Araneae: Linyphiidae) abundance in cereal fields. *Journal of Biogeography*.
- Schutt, Karin. 1995. *Drapetisca socialis* (Araneae: Linyphiidae): Web reduction - ethological and morphological adaptations. *European Journal of Entomology*. Vol. 95: 553-563.
- Soliz, I. R. 2014. Composición del ensamblaje de arañas tejedoras (Araneae) en dos tipos de bosques en el centro de estudio de investigación Alta Vista, Santa Cruz (Bolivia). *Revista Ibérica de Aracnología*. Vol. 24: 91-97.
- Suter, R. B., Hirscheimer, A. J. y C. Shane. 1987. Senescence of Web construction behavior in male *Frontinella pyramitela* (Araneae, Linyphiidae). *The Journal of Arachnology*. Vol. 15 (2) 177-183.
- Torres, T, M. A. 1987. Arañas de la Región de Arroyo Frío, Mpio, de Tacámbaro, Mich. México (Theridiidae – Araneidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 112 pp.

- Ubick, D. P. Paquin, P. E. Cushing y V. Roth. 2017. Spiders of North America: An Identification Manual. Second Edition. American Arachnological Society. 436 pp.
- Villanueva-Bonilla, G. A., García, A. G., Domingos, A. B., y J. Vasconcellos-Neto. 2017. Abundance and richness of orb-web spiders (Arachnida: Araneae) in a secondary high-andean forest of Colombia. *Revista Ibérica de Aracnología*. 30: 53-60.
- Vollrant, F. y P. Selden. 2007. The Role of Behavior in the Evolution of Spiders, Silks, and Webs. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. Vol. 38: 819-846.
- World Spider Catalog, 21. <https://wsc.nmbe.ch/statistics>. Mayo, 2024. (Consultado en Julio, 2024)
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall Ediciones. 3a Edición. USA. 867 pp.

CAPITULO II

Caracterización vertical y horizontal de los sitios de anclaje de las redes de Arañas tejedoras Orbitelares y de Hamaca (Arachnida: Araneae) en dos tipos de vegetación, en una localidad en el municipio de Charo, Michoacán, México.

Carlos Ernesto Guzmán García, Javier Ponce Saavedra y Juan Maldonado Carrizales.

9. INTRODUCCIÓN

El orden Araneae se destaca por habitar casi todos los ambientes del mundo, algunos dulceacuícolas e intermareales, la producción de veneno, así como su variado y vistoso uso de la seda en la construcción de sus telarañas (Levi, 1986; Coddington y Levi 1991; Adis y Harvery, 2000; Borda et al., 2005).

Dentro de este subgrupo se destacan dos tipos de arañas constructoras, por un lado, las arañas de telas orbiculares (telaraña bidimensional), uno de los linajes más diversos de arañas, quienes fabrican telas en forma circular compuestas de hilos radiales que convergen en una mancha central con hilos como marco que delinear la red (Foelix, 2011). Son consideradas como una de las trampas más económicas y efectivas, gracias a su construcción altamente geométrica y bidimensional, con la capacidad de transformar la energía cinética del vuelo de las presas y transformarla en energía de deformación, así como en energía de disipación (Díaz, 2007; Alencastre, 2015); además de transmitir señales de vibración desde la periferia hasta la araña, esto durante el cortejo, e incluso transporta señales químicas como feromonas; considerándole como una extensión sensorial de la araña (Foelix, 2011). Y por otro lado las constructoras de redes de Hamaca quienes realizan una red tridimensional de una tela casi transparente bastante compleja, dividida en tres secciones: Una sección vertical de hilos que funcionan como estructura de derribo en la parte superior; Una segunda en forma de lámina semiesférica cóncava con seda pegajosa en la parte media, que funciona como receptáculo de captura y protección para la araña de los depredadores y una tercera sección de hilos como

soporte a la vegetación que conectan a la lámina con el sustrato (Janetos, 1982; Schutt, 1995; Ubick et al., 2017, Suter et al., 1987, Benjamin y Zschokke, 2004).

Una de las limitantes para cualquier variante de construcción de tipo de red, es la estructura de la vegetación, debido a la alta sensibilidad de las arañas tejedoras ante cualquier disminución o modificación de la complejidad vegetal. Ante una mayor cobertura y complejidad vegetal, habrá mayor cantidad de puntos de anclaje o soporte para la construcción, y por ende mayor disponibilidad de presas, lo que resulta en una mayor riqueza, abundancia y diversidad de redes (Maya-Morales, 2010; Rypstra, 1983). Por todo lo anterior es necesario, además de incrementarentar el conocimiento sobre la composición y estructura de este tipo de comunidades, es importante entender la influencia directa que tiene la estructura de la vegetación, tanto vertical como horizontal, en la fijación de los sitios de anclaje, las características de construcción y dimensionales de las redes.

Entre los diferentes estudios araneofaunísticos en el mundo, el grupo de arañas tejedoras siempre se destaca. Enfocados principalmente a comparativas entre ambientes y distribución vertical (estratificación). La mayoría realizados en Sudamérica el caso de las Arañas orbitelares (AO) y en Asia y Europa para las arañas de hamaca (AH).

Relacionados a la estratificación vegetal, Toft (1987) encontró la mayor abundancia de AH entre los 18 y 36 cm del suelo en un brezal de Calluna en Dinamarca; Fasola y Mogavero (1995) encontraron las mayoesr abundancias de redes de AH en un seto de pastos y arbustos entre los 9 y 15 cm; Herberstein (1998) al comparar la distribución vertical de redes (AH) en un Bosque Caducifolio Mixto maduro en el este de Austria, encontró el posicionamiento en el estrato arbóreo en la parte más baja (50-160 cm); Blanco-Vargas (2003) al estudiar dos sitios contrastantes de Piedecuesta, Colombia, encontró la mayor abundancia AO en el estrato herbáceo (11-100 cm). Dos años después Hardwood y Obrycki (2005) al observar el posicionamiento de las redes (AH) en un cultivo de alfalfa en la Universidad de Kentucky en USA, encontró el mayor número de redes en alturas bajas (12-160 cm); después Rico-G et al. (2005) en la Isla Gorgona, Colombia comparó seis ambientes

contrastantes, con distinto grado de perturbación, encontrando la mayor abundancia de AH en el estrato bajo y alto (0-200 cm) (herbáceo y arbustivo), lo mismo que Cepeda y Florez, (2006) en un bosque alto Andino de Cundinamarca, Colombia (5-90 cm); Romo y Flórez (2008) al comparar tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) en un bosque del departamento de Nariño, Colombia (0-130 cm); De la Cruz-Pérez et al., (2009) en una plantación de Cacao en Teapa, Tabasco, México (5-100 cm); Ferreira-Ojeda et al., (2009) en un bosque húmedo subtropical de Magdalena, Colombia. Por su parte Oleszczuk, et al. (2010) en campos de maíz cercanos a un bosque en Turew, Polonia, encontraron las redes de AH en los estratos más bajos (0-150 cm): Rodrigues y Mendonca et al., (2012) en un bosque ripario del estado de Rio Grande do Sul, Brazil (5-150 cm); Quijano-Cuervo et al., (2019) en dos fragmentos de Bosque Seco tropical en Atlántico, Colombia (2-200 cm) y Oguri et al., (2014) al comparar dos plantaciones de coníferas en un bosque de la Universidad de Nagoya en Japón encontró la mayor abundancia y riqueza de telas (AO) en el estrato más bajo (0-180 cm) del estudio, entre follaje, hojarasca y ramas muertas.

10. MATERIALES Y MÉTODOS

10.1 Área de estudio

El trabajo de campo se desarrolló en la localidad “El Palmar”, dentro del rancho “La Sidra” en el municipio de Charo, Michoacán, México. El sitio cuenta con una superficie aproximada de 35 ha y los muestreos se realizaron en dos zonas: un manchón de selva baja caducifolia con una superficie de 6.99 ha ubicado entre las coordenadas extremas 19.61450 latitud norte, 19.61109 latitud sur, -101.03719 longitud oeste y -101.03422 longitud este; y un bosque de encino adyacente con coordenadas extremas 19.611474 latitud norte, 19.608064 latitud sur, -101.029931 longitud este y -101.034529 longitud oeste, con una superficie de 9.52 ha (Figura 30).

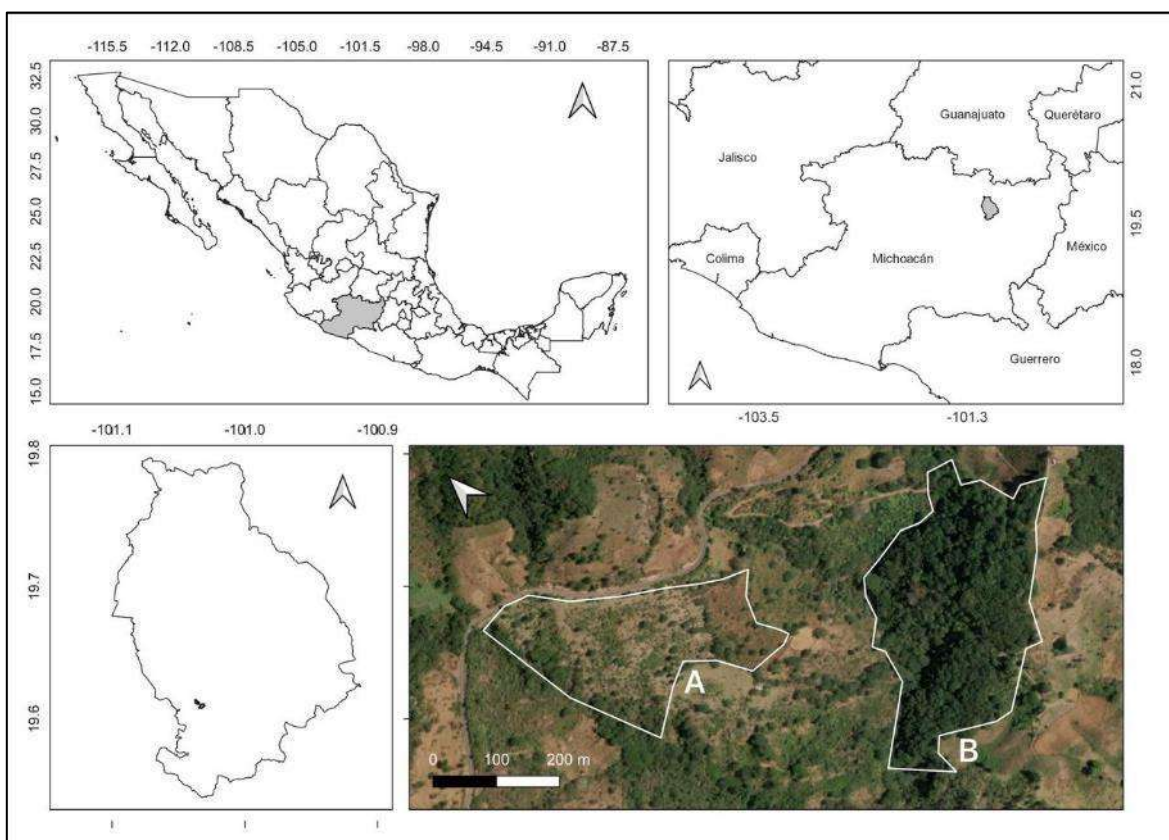


Figura 25. Sitios de estudio. (A) Selva Baja Caducifolia; (B) Bosque de encino.

10.2 Trabajo en campo

10.2.1 Cuadrantes de observación

Para caracterizar los sitios de anclaje de las redes, se establecieron dos cuadrantes de observación permanente de 60 x 60 m por sitio, con un esquema de muestreo interno en un arreglo de cinco de oros en el que cada cuadrante interno fue de 20 x 20 m, muestreando los cuatro cuadrantes de las esquinas y el central; acomodo y dimensiones recomendadas para áreas con dimensiones iguales o menores a 10 ha (Senasica, 2012) (Figura 30).

En cada cuadrante de 20 x 20 m se obtendrán coordenadas con un GPS digital; las medidas bidimensionales, profundidad, ancho máximo, ancho mínimo y altura de anclaje fueron tomadas con un vernier digital CALDI-6MP y una cinta métrica Truper FH-8M; los ángulos fueron medidos con un transportador.

La caracterización de la estructura vertical se realizó considerando tres estratos de vegetación, en relación con la distinción de sus tallos: a) estrato herbáceo con tallos verdes y flexibles que carecen de crecimiento en grosor; b) arbustivo con tallos leñosos o semileñosos y ramificaciones desde la base, con crecimiento secundario poco evidente; y c) un estrato arbóreo que se caracteriza por poseer un tallo como eje principal denominado tronco o fuste, con ramificaciones en la copa y crecimiento vertical (secundario) evidente (Meza, 2019). La estructura horizontal de la vegetación (abundancia y densidad por m², cobertura vegetal, disposición del follaje, transmitancia solar, penetrabilidad del viento y tamaño de las hojas) (Figura 3), será siguiendo los criterios de Aramburu y Escribano (2014) y Ochoa (1999) (Para ver como se categorizaron cada una de las Variantes y los supuestos, revisar Anexos).

Esto se realizará de manera bimestral en un periodo de un año, con la finalidad de observar la variación en las redes y arañas, teniendo en cuenta los cambios aparentes y no aparentes entre la vegetación por la temporalidad durante un año; tres muestreos en la época de estiaje (diciembre, febrero y abril) y tres en la de lluvias (junio, agosto, octubre) cinco salidas en total (Corcuera, et al., 2004, Jiménez, et al., 2015).

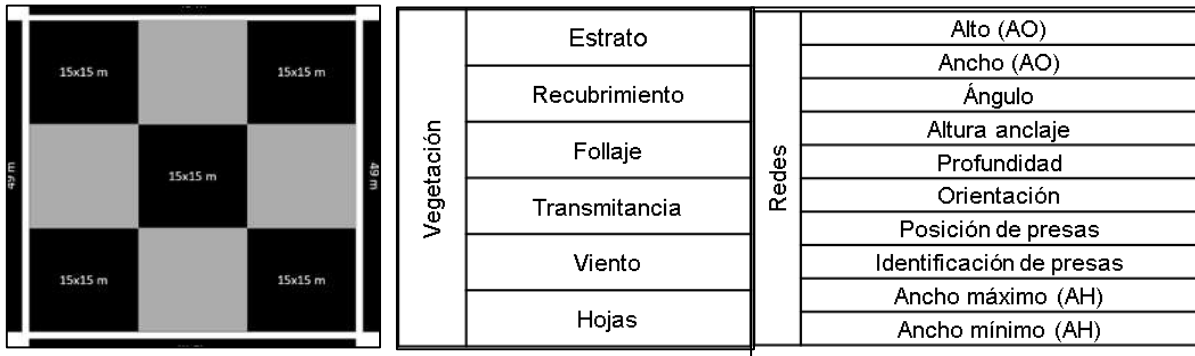


Figura 26. Cuadrantes de observación y categorías de caracterización.

10.2.2 Análisis de datos

De las arañas capturadas se elaboró una matriz en Microsoft Excel®, registrando datos de: estrato, abundancia y densidad por m², cobertura vegetal, disposición del follaje, transmitancia solar, penetrabilidad del viento y tamaño de las hojas de la planta o plantas que ofrecen las zonas de anclaje de cada una de las redes en ambos sitios de muestreo.

Se llevó a cabo un análisis de correlación para las Variantes bidimensionales y ángulos medidos en las telas, además de un análisis de correspondencia, técnica estadística multivariada utilizada para explorar y visualizar relaciones entre categorías en datos cualitativos, particularmente útil para analizar tablas de contingencia, permitiendo identificar patrones y asociaciones entre filas (Variantes) y columnas (Estratos / Épocas / Familias); convirtiendo datos categóricos en coordenadas en un espacio multidimensional, para facilitar la interpretación visual mediante gráficos de dispersión, donde las proximidades entre puntos indican relaciones más estrechas, simplificando la complejidad de las relaciones categóricas (Fernández, 2002).

También se hizo un análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico, técnica estadística utilizada para representar la estructura y relación de datos complejos en un espacio de menor dimensión basado en sus similitudes o disimilitudes, ofreciendo una representación visual en la que de acuerdo a la distancia entre los puntos se representan las similitudes y disimilitudes entre estos (Herrera et al.,

2012); ambos análisis para detectar posibles coincidencias ambientales entre los tipos de red y su distribución espacial en los sitios de estudio.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1 Correlaciones

Orbítelas. Se estudiaron 611 redes orbitales, para las cuatro Variantes bidimensionales (Alto, Ancho, Angulo y altura de anclaje), obteniendo 2,443 mediciones para las cinco salidas a campo realizadas, 1,507 mediciones en 377 redes orbitales para el BE y 936 mediciones en 234 redes para la SBC, mediciones a las que se les realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para comprobar normalidad de las muestras, prueba que evidenció las cuatro Variantes no presentan una distribución normal en los datos (Cuadro 7), por ende se realizó una correlación de acuerdo a la ρ de Spearman, modelo no paramétrico. Prueba que arrojó tres de seis correlaciones estadísticamente significativas (Cuadro 8), una correlación positiva entre Ancho y Alto ($r_s = 0.88 - p = <0.0001$); una correlación negativa entre Altura de anclaje y Angulo ($r_s = -0.30 - p = <0.0001$) y otra correlación positiva, entre la Altura de anclaje y el Ancho ($r_s = 0.08 - p = 0.0341$) (Cuadro 8).

Cuadro 5. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las Variantes de las redes Orbitales.

	Alto	Ancho	Angulo	Altura anclaje
N	610	611	611	611
Shapiro-Wilk W	0.6102	0.8056	0.6325	0.9255
p(normal)	7.36E-35	1.87E-26	4.01E-34	7.85E-17

Cuadro 6. Correlaciones entre las Variantes bidimensionales y de estructura de redes Orbitales.

Variable (X)	Variable (Y)	ρ de Spearman	Prob > ρ	Gráfico
Ancho	Alto	0.8839	<.0001*	
Ángulo	Alto	-0.0672	0.0971	
Ángulo	Ancho	-0.0642	0.1129	
Altura anclaje	Alto	0.0461	0.2558	
Altura anclaje	Ancho	0.0857	0.0341*	
Altura anclaje	Angulo	-0.3068	<.0001*	

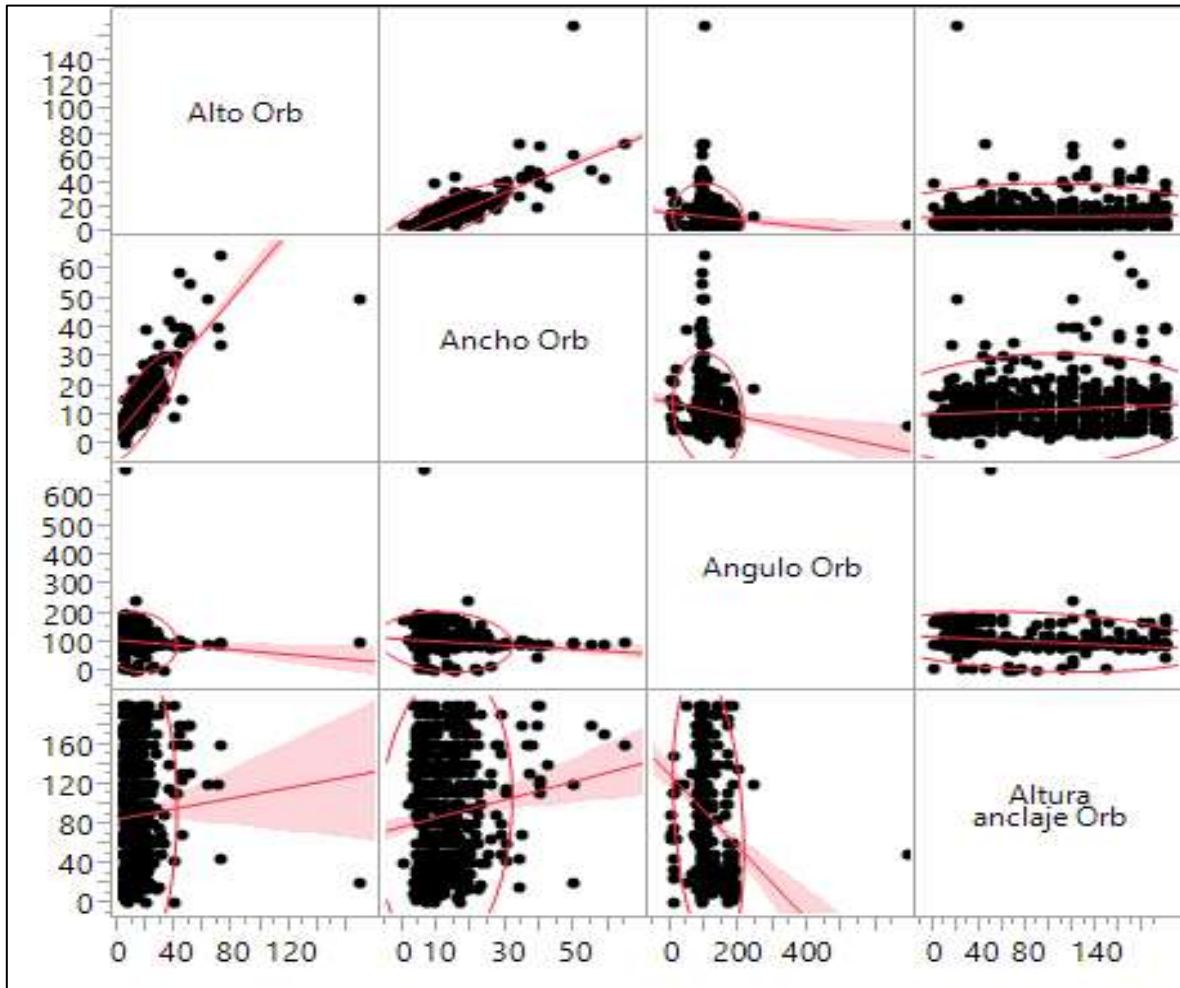


Figura 27. Diagramas de dispersión entre las Variantes de construcción de las redes.

Correlación lógica, el caso de Ancho y Alto, ante el entendimiento de la forma básica de las telas orbitales (circular); caso contrario la relación entre la altura de anclaje y ancho de la red, donde a mayor altura la red es menos ancha, esto como respuesta al tamaño de las presas y la velocidad de impacto de estas, debido a la mayor apertura entre la vegetación, cerrando las redes, haciéndolas más densas y aumentando el ancho de la malla, como respuesta física al choque y retención de la presa (Castrejón, 2022; Herberstein, 2000) o bien, como respuesta a las condiciones un poco más adversas, como son los vientos más fuertes o lluvia más intensa, situación semejante al caso de la correlación negativa entre la altura de anclaje y el ángulo de posicionamiento, ya que a mayor altura, se observó menor

valor en el ángulo, lo que permitiría evitar complicaciones ante vientos fuertes y golpes de presas más intensos.

HAMACA. Las redes de Hamaca, por su parte, de las 269 redes se registraron 1,076 mediciones para las cuatro Variantes (Altura de anclaje, Ancho máximo, Ancho mínimo y Altura máximo hilos), 684 mediciones en 171 redes de hamaca para el BE y 392 mediciones en 98 redes de hamaca para la SBC. Mediciones, que al igual que en el caso anterior, se les aplicó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, evidenciando la falta de normalidad para las cuatro Variantes. Por ende, se les aplicó una correlación de acuerdo a la prueba de no paramétrica de ρ de Spearman (Cuadro 9), prueba que arrojó tres correlaciones positivas: Ancho mínimo y Ancho máximo ($r_s = 0.84 - p = <0.0001$); Altura máxima de hilos y Ancho máximo ($r_s = 0.78 - p = <0.0001$) y Altura máxima de hilos y Ancho mínimo ($r_s = 0.78 - p = <0.0001$) y tres correlaciones negativas: Ancho máximo y Altura de anclaje ($r_s = -0.32 - p = <0.0001$); Ancho mínimo y Altura de anclaje ($r_s = -0.35 - p = <0.0001$) y Altura máxima de hilos y Altura de anclaje ($r_s = -0.32 - p = <0.0001$) (Cuadro 10).

Cuadro 7. Prueba de normalidad de los datos para las Variantes de las redes Hamaca.

	Altura de anclaje	Ancho máx.	Ancho mín.	Altura máx. hilos
N	269	269	269	269
Shapiro-Wilk W	0.8638	0.92	0.9097	0.8432
p(normal)	1.10E-14	7.99E-11	1.20E-11	8.11E-16

Cuadro 8. Correlaciones entre Variantes bidimensionales y de estructura de las redes de Hamaca.

Variable	por variable	ρ de Spearman	Prob > $ \rho $	Gráfico
Ancho máx.	Altura de anclaje	-0.3205	<.0001*	
Ancho mín.	Altura de anclaje	-0.3587	<.0001*	
Ancho mín.	Ancho máx.	0.8466	<.0001*	
Altura máx. hilos	Altura de anclaje	-0.3226	<.0001*	
Altura máx. hilos	Ancho máx.	0.7867	<.0001*	
Altura máx. hilos	Ancho mín.	0.7891	<.0001*	

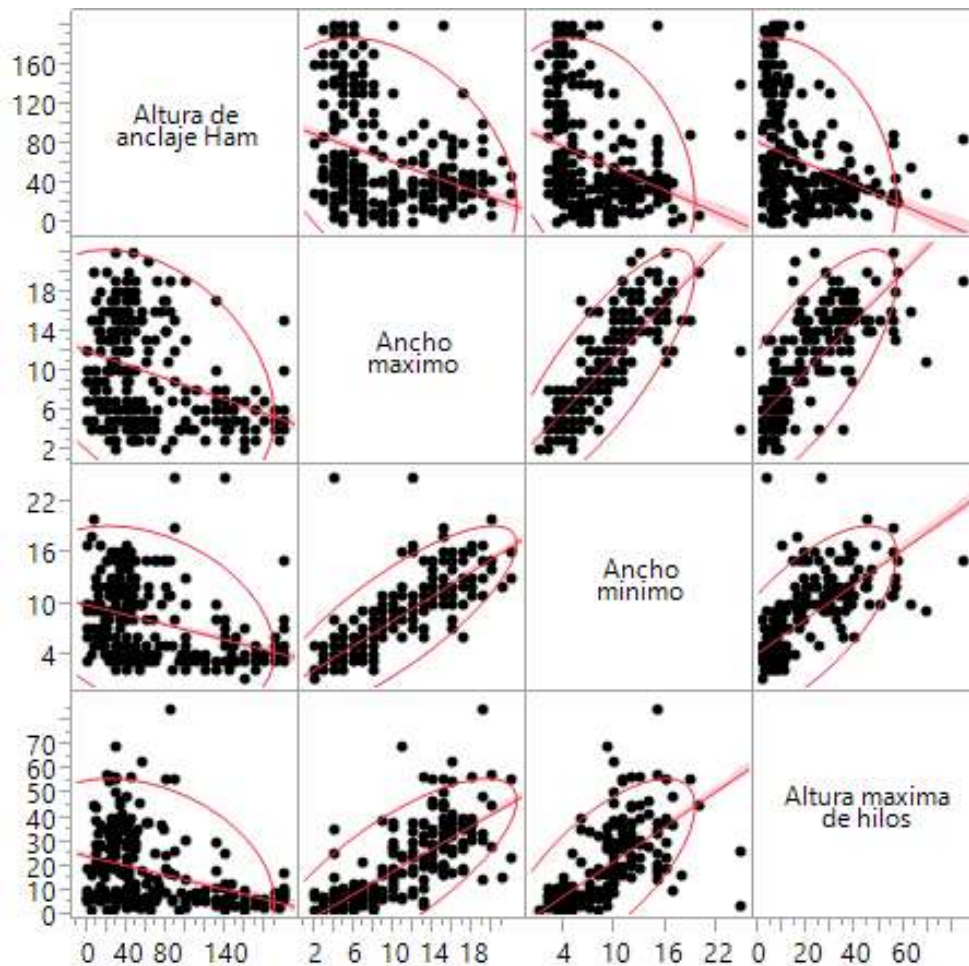


Figura 28. Diagramas de dispersión entre las Variantes de construcción de las redes.

Es interesante la Interacción de Variantes que respaldan la idea de que mientras mayor sea la altura de anclaje de construcción de las redes, menores serán las medidas del Ancho máximo, Ancho mínimo y Altura máxima de hilos, es decir, toda la arquitectura de la red; lo que a su vez permite explicar el por qué las familias Dictynidae y Linipyphiidae, prefieren estratos bajos como el suelo, rocas y el herbáceo para establecer su red las cuales son más grandes a las de otras familias. Esto puede corroborar lo encontrado por Pompozzi (2014) en Buenos aires, Argentina, quién al comparar cultivos invernales, encontró que la familia Linyphiidae se posiciona como la más dominante en el suelo, lo mismo que fue reportado por Almada y Sarquis (2017) quienes, en su estudio sobre arañas del suelo, encontraron a Linyphiidae entre las familias más abundantes y dominantes del estudio.

10.2. Análisis de correspondencia

En lo relacionado al análisis de correspondencia se realizó el cruzamiento de las Variantes (Tipo de red - Estrato - Abundancia y densidad - Recubrimiento - Follaje - Transmitancia - Viento y Tamaño de hojas) en categorías posicionadas en las filas y las condicionantes (Tipo de vegetación – Temporalidad – Tipo de red – Familias) en columnas, en un total de 28,160 observaciones, con 7,040 por condicionante en una tabla de contingencia.

Dentro del primer análisis desarrollado, se realizaron entrecruzamiento de las Variantes (Cuadro 1) en relación a los tipos de red (Orbitelas y Hamacas) y la temporalidad por tipo de vegetación (SB-Lluvias, SB- Secas, BE-Lluvias y BE-Secas) así como por tipo de tela (Orbitelares-Lluvias, Orbitelas-Secas, Hamaca-Lluvias y Hamaca-Secas), encontrando un gráfico con dos dimensiones muy bien explicadas (Dim 1. 69.84% y Dim 2. 13.15%) es decir, con dos dimensiones se obtuvo más del 80% de la variación explicada.

Se puede observar una separación clara entre los condicionantes en el eje Y entre las telas orbitelares y las telas de hamacas, mientras que en el eje X se separan las temporalidades, independientemente del tipo de tela o tipo de vegetación (Figura 34).

































Con relación a las Variantes, podemos observar que las telas de hamaca se encuentran más relacionadas con el Bosque de Encino, en estratos: con el suelo, con hierbas y rocas, con abundancia y densidad de la vegetación poco frecuente, recubrimientos cerrados, follaje agrupado, transmitancia transparente, vientos calmados y tamaño de hojas pequeñas. Estas Variantes describen de mejor forma el tipo de microambiente donde las arañas constructoras de hamaca prefieren construir sus redes, y sustenta a su vez lo mencionado en las correlaciones, donde se podía observar esa preferencia de los Linyphiidae y Dictynidae por construir redes en los estratos más bajos.

Por su parte las redes orbitelares presentan una relación más directa con el estrato arbustivo, con abundancia y densidad de vegetación frecuente y alta,

recubrimientos abiertos y dispersos, con ambientes continuos en vegetación, una transmitancia semitransparente, vientos de brisa suave y moderada, con tamaños de hojas medianas o sin hojas. Estas características son entendibles ante los requerimientos de construcción y disponibilidad de recursos, espacio más abierto que permita la entrada de más presas, lo que aumenta el tamaño de las redes y por ende el área de captura. Pasa exactamente lo mismo al agregar familias al análisis (Figura 35), con una variación explicada en dos dimensiones superior al 85%.

Estos datos ecológicos permiten entender de una manera más precisa las preferencias de sitios, con relación a la caracterización de la vegetación, tanto vertical como horizontal dando una idea más clara sobre detalles específicos de preferencias microhábitats elegidos por las arañas para construir sus redes en el BE y la SBC, con relación directa a las preferencias ecológicas y de caza; entender pues el cómo las especies eligen sus espacios y ajustan su forma de red.

Cuadro 9.Variantes con categorías relacionadas a los puntos de anclaje de las redes, tanto de hamaca como orbitales.

SIMBOLOGÍA					
VARIABLE	CATEGORIA	SIMBOLO	VARIABLE	CATEGORIA	SIMBOLO
TIPO DE RED	HAMACA		FOLLAJE	AGRUPADO	
	ORBITELAR			CONTINUO	
ESTRATO	SUELO		TRANSMITANCIA	IRREGULAR	
	HERBACEO			SIN HOJAS	
	ARBUSTIVO		TRANSPARENTE		
	ARBOREO		SEMITRANSARENTE		
	<i>Opuntia sp.</i>		DENSO		
ABUNDANCIA Y DENSIDAD	ROCAS		VIENTO	CALMA	
	ESCASA			BRISA MUY SUAVE	
	POCO FRECUENTE			BRISA LEVE	
	FRECUENTE			BRISA SUAVE	
	ABUNDANTE			BRISA MODERADA	
RECUBRIMIENTO	MUY ABUNDANTE		TAMAÑO DE HOJAS	PEQUEÑAS	
	CERRADAS			MEDIANAS	
	ABIERTAS			GRANDES	
	DISPERSA			SIN HOJAS	

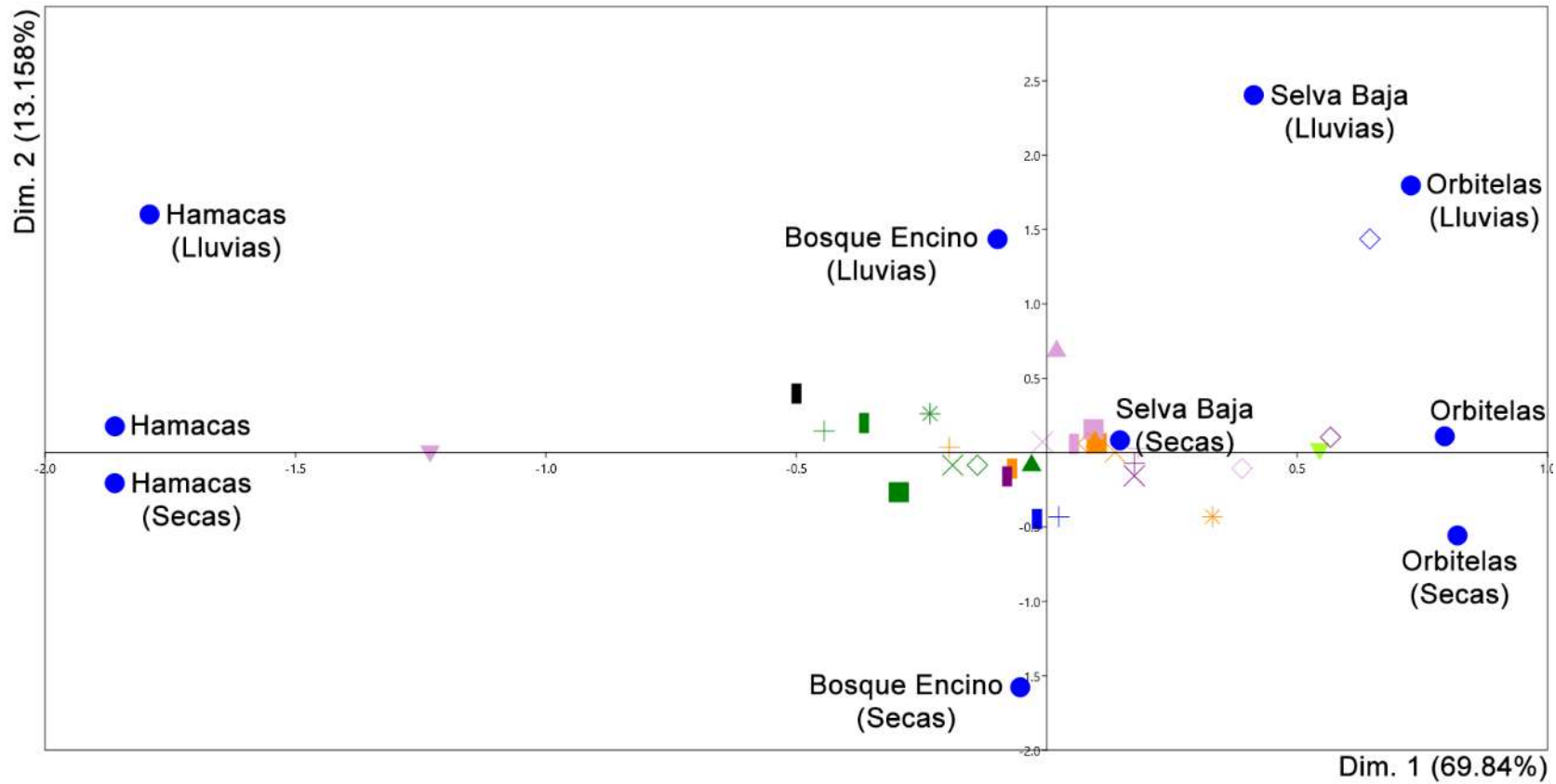


Figura 29. Análisis de correspondencia para Variantes y categorías de la vegetación vertical y horizontal en relación a los puntos de anclaje de redes orbitales y de hamaca, para ambas épocas (Lluvias y secas) y ambos sitios de muestreo (Bosque de Encino y Selva Baja Caducifolia)

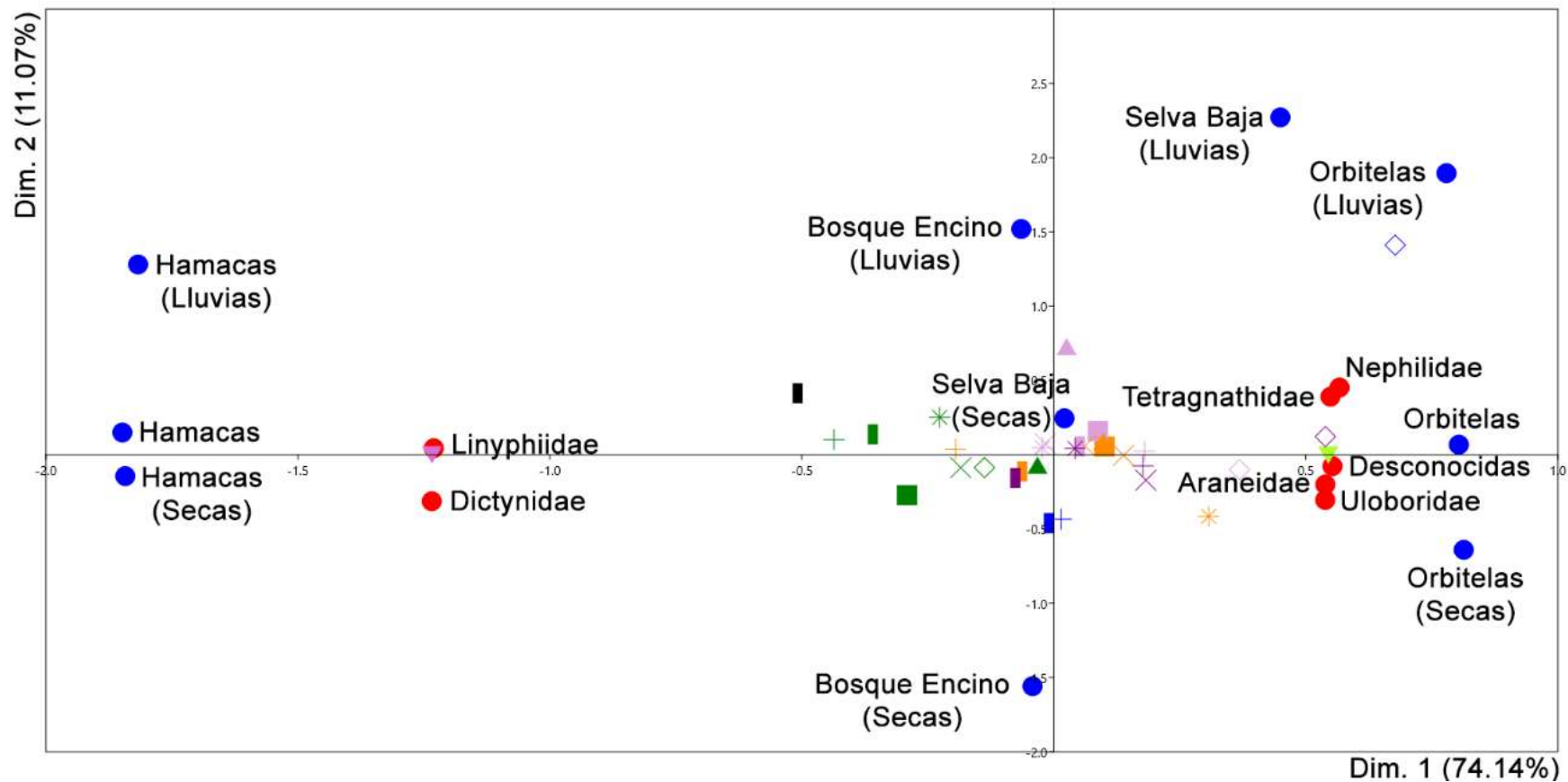


Figura 30. Análisis de correspondencia para Variantes y categorías de la vegetación vertical y horizontal en relación a los puntos de anclaje de redes orbitales y de hamaca, para todas las familias, ambas épocas (Lluvias y secas) y ambos sitios de muestreo (Bosque de Encino y Selva Baja Caducifolia).

10.3 Escalamiento multidimensional

De acuerdo al Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS), para el primer análisis, se pudieron observar tres grupos bien definidos, los relacionados a las redes de Hamacas, Orbitelas y las compartidas, estos en relación a las Variantes de la vegetación para los puntos de anclaje y posicionamiento de las redes, tanto vertical como horizontal. El ordenamiento con dos ejes tiene más del 95% de la varianza explicada (Eje 1 = 0.78; Eje 2 = 0.17), con un estrés final del 2.92%, lo cual denota una buena representación de los datos en menos dimensiones (Figura 36). Situación similar a lo ocurrido al agregar al análisis las familias, bajando un poco el valor de variación explicada en dos direcciones a poco más del 85% con un estrés final de 4.2% (Figura 37).

Las Variantes se observan divididas en tres grupos: aquellas Variantes relacionadas directamente con las redes de Hamacas, las redes Orbitelares y las Variantes compartidas para las redes.

Cuadro 10. Relación entre Variantes de la vegetación en relación a los puntos de anclaje de las redes, para cada una de los tipos de redes y las categorías relacionadas.

Variantes/Tipos de red	Hamacas	Compartidas	Orbitelares
Estrato	Rocas Suelo Arbóreo	Herbáceo Opuntia	Arbustivo
Abundancia y densidad	X	Poco frecuente Abundante Muy abundante	Escasa Frecuente
Recubrimiento	Cerradas	X	Abiertas Dispersa
Follaje	Agrupado	X	Irregular Sin hojas Continuo
Transmitancia	Denso	Semitransparente	Transparente
Viento	Brisa leve Brisa suave	Calma	Brisa leve
Tamaño de hojas	Pequeñas	Grandes	Medianas Sin hojas

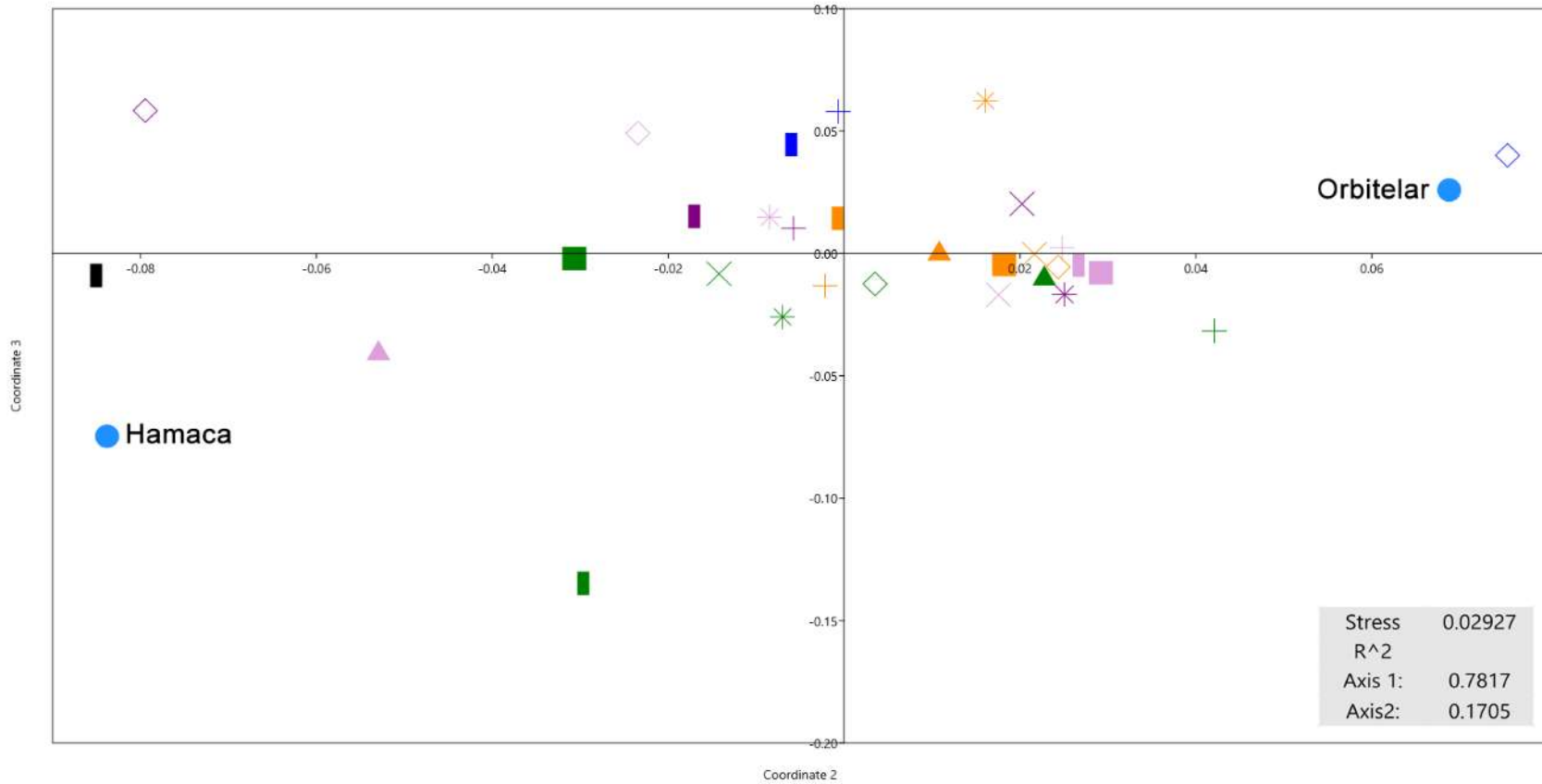


Figura 31. Escalamiento Multidimensional No Métrico para Variantes y categorías de la vegetación vertical y horizontal en relación a los puntos de anclaje de redes orbitelares y de hamaca, para ambas épocas (Lluvias y secas) y ambos sitios de muestreo (Bosque de Encino y Selva Baja Caducifolia).

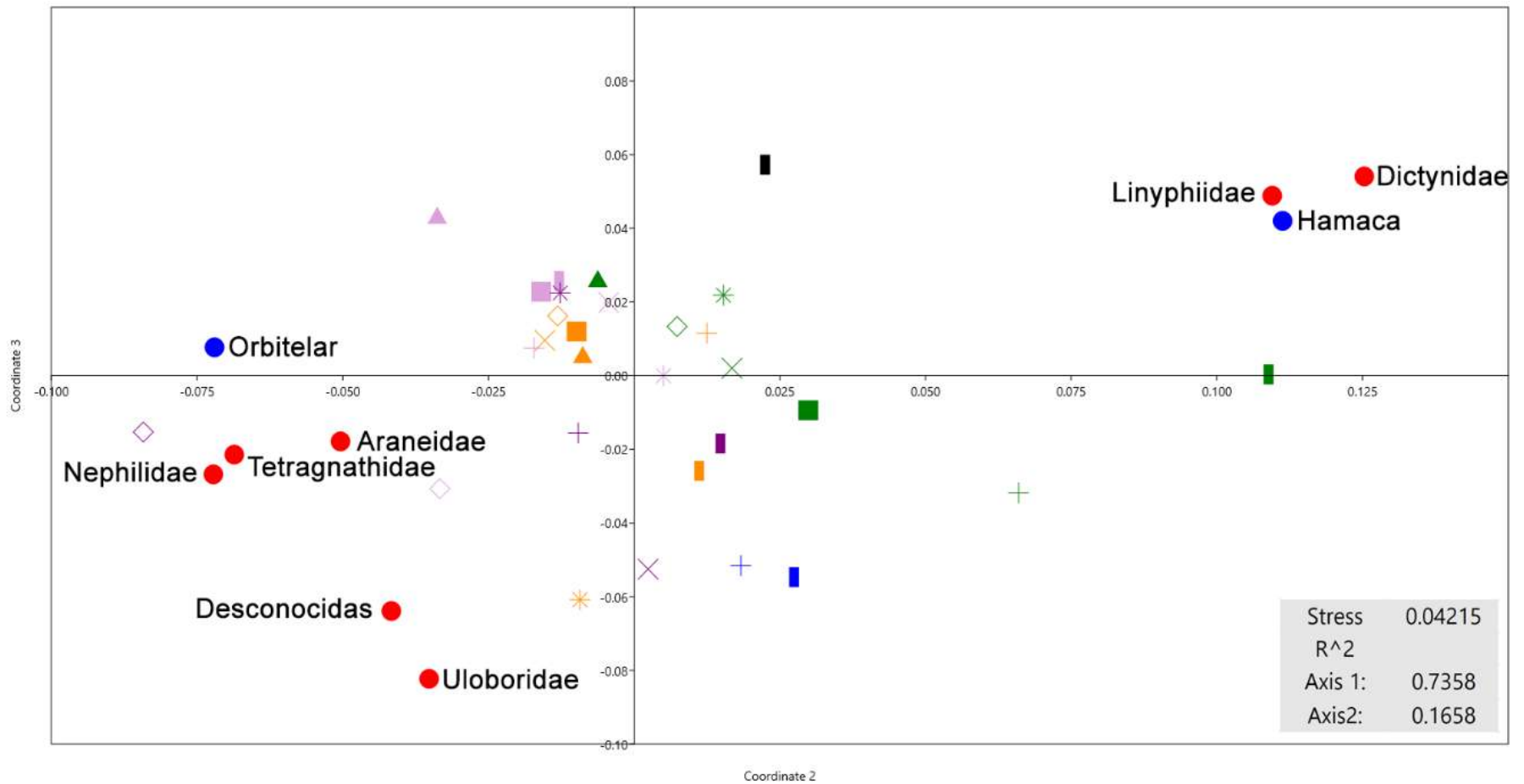


Figura 32. Escalamiento multidimensional no métrico para Variantes y categorías de la vegetación vertical y horizontal en relación a los puntos de anclaje de redes orbitelares y de hamaca entre familias, para ambas épocas y sitios.

11. CONCLUSIONES

- La arquitectura de las redes, tanto orbitales como de hamaca, se ven influenciadas por la altura de anclaje, en función de a mayor altura de anclaje menor el ángulo y el ancho de red en el caso de las Orbitelas; o en función del ancho de la semiesfera y los hilos de andamiaje en el caso de las redes de Hamaca.
- Las arañas constructoras de telas de hamaca desarrollan telas más grandes mientras más cerca del suelo se encuentren, disminuyendo proporciones mientras más alto se construyan.
- Las redes orbitales disminuyen su ancho y sus ángulos mientras la altura de anclaje disminuye.
- Las redes orbitales se posicionan principalmente sobre el estrato arbustivo, debido a que su arquitectura favorece en términos de resistencia al viento y choque de presas, ofreciendo los puntos de anclaje suficientes para sostener sus grandes redes, mientras que las de hamaca se posicionan sobre el suelo o rocas quienes le ofrecen los puntos de anclaje suficientes para configurar y armar las redes tan complejas que construyen.
- Los microhábitats de anclaje de telarañas orbitales, están relacionados a sitios con poca vegetación, pocas hojas o sin hojas, sitios con alta cantidad de luz y brisas leves.
- Los microhábitats de anclaje de las telarañas de hamaca, están relacionados a sitios cerrados, con hojas agrupadas, densos en vegetación y hojas pequeñas.

- Este estudio es el primero en relacionar distintas Variantes de vegetación para el posicionamiento de las redes, permitiendo entender mejor forma como es que se eligen o determinan los puntos de posicionamiento de cada uno de los tipos de red.

12. LITERATURA CITADA

- Adis J. y M. S. Harvey. 2000. How many Arachnida and Myriapoda are there world-wide and in Amazonia?. *Stud Neotrop Fauna & Environm.* Vol. 35. 139-141 pp.
- Alencastre, J. M. 2015. Caracterización de las Propiedades Dinámicas de la Seda de Araña. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. 171.
- Almada, M. S. y J. A. Sarquis. 2017. Diversidad de arañas del suelo y su relación con ambientes heterogéneos del Parque General San Martín, Entre Ríos, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* Vol. 88. 654-663 pp.
- Aramburu, M. M. P. y R. Escribano, B. 2014. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. 4a edición. Fundación del Conde del Valle de Salazar. España. 904 pp.
- Benjamin, S. P. y S. Zschokke. 2004 Homology, behaviour and spider webs: web construction behaviour of *Linyphia hortensis* and *L. triangularis* (Araneae: Linyphiidae) and its evolutionary significance. *Journal of Evolutionary Biology.* Vol. 17. 120-130.
- Blanco-Vargas, E., Amat-García, G. D. y E. Flórez-Daza. 2003. Araneofauna orbitelar (Araneae: Orbiculariae) de los Andes de Colombia: Comunidades en habitats bajo regeneración. *Revista Ibérica de Aracnología.* Vol. 7. pp. 189-203.
- Borda, C. E., M. S. Delgado y M. J. F. Rea. 2005. Arácnidos de importancia médica de las especies *Loxosceles* en la región de influencia de la Universidad Nacional del Nordeste. *Comunicaciones científicas y tecnológicas.* Resumen m-141. 4 pp.
- Cepeda, J. V. y E. D. Florez. 2006. Arañas tejedoras: uso de diferentes microhábitats en un bosque andino de Colombia. *Revista Ibérica de Aracnología.* (14): 39-48 pp.

- Coddington J. A. y H. W. Levi. 1991. Systematics and Evolution of spider (Araneae). Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 22: 565-592.
- Correa, P. G., D. Carmona, V. y L. Cisneros, I. 2003. Características Geográficas de los Municipios. In: Correa, P. G. y Vargas, T. F. (Eds.). Atlas Geográfico del Estado de Michoacán, México. 191-220 pp.
- Díaz, D. C. P. 2007. Relación entre la ubicación, el área y el tipo de red, con la captura de presas en arañas de sotobosques Tolima. Tesis de Licenciatura. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 36 pp.
- Fasola, M. y F. Mogavero. 1995. Structure and habitat use in a web-building spider community in northern Italy. Journal of Zoology. Vol. 62:2. 159-166 pp.
- Fernández, O. F. J. 2002. El uso del análisis de correspondencia Simple (ACS) como ayuda en la interpretación del dato en arqueología: Un caso de estudio. Boletín Antropológico. Vol. 20 (55). 687-713 pp.
- Ferreira-Ojeda, L. y Florez-D., E. y A. Sabogal-Gonzalez. 2009. Arañas orbitelares de un bosque húmedo subtropical de la sierra nevada de Santa Marta (Magdalena, Colombia). Caladisa. (31) 2:381-391.
- Foelix, R. F. 2011. Biology of spider. 3ra. Edition. Oxford university press. USA. 428 pp.
- Harwood, J. D. y J. J. Obrycki. 2005. Web-Construction Behavior of Linyphiid Spiders (Araneae, Linyphiidae): Competition and Co-Existence Within a Generalist Predator Guild. Journal of Insect Behavior. Vol. 18: 5. 593-607 pp.
- Herberstein, M. E. 1998. Web placement in sympatric linyphiid spiders (Arachnida, Araneae): individual foraging decisions reveal inter-specific competition. Acta Oecología. Vol. 19:1.67-71pp.
- Hernandez, Y. R. Plan de desarrollo municipal 2018-2021. Charo, Michoacán. Charo se construye para todos. 191 pp.

- Herrera, V. M., Guerra, B. C. W., Torres, C. V. y Y. P. Caraballo. 2012. Escalamiento Multidimensional y Mapas Autoorganizados para visualizar el uso de los Métodos Estadísticos no paramétricos en la rama de las Ciencias Agraria y Biológica. *Ciencias de la información*. Vol. 43 (1). 51-56 pp.
- INEGI. Compendio de información geográfica municipal 2010. Charo. Michoacán de Ocampo. 10 pp.
- Jiménez, M. L. Nieto-Castañeda, I. G., Correo-Ramírez, M. M. y C. Palacios-Cardiel. 2015. Las arañas de los oasis de la región meridional de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 86. 319-331 pp.
- Janetos, A. C. 1982. Foraging Tactics of Two Guilds of Web-Spinning Spiders. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. Vol. 10. pp. 19-27.
- Levi, H. W. 1986. The Neotropical Orb-weaver Genera *Chrysometa* and *Homalometa* (Araneae:Tetragnathidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*. (151) 3: 91:215.
- Maya-Morales, J. 2010. Diversidad de arañas de la vegetación en un bosque mesófilo de montaña en Chiapas, México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Campeche, México. 69 pp.
- Meza, M. C. 2019. Formas de vida vegetal. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje. CUAED/Facultad de Arquitectura. Consultado el (16/09/22) de (http://132.248.48.64/repositorio/moodle/pluginfile.php/1725/mod_resource/content/3/contenido/index.html).
- Oguri, H., T. Yoshida, A. Nakamura, M. Soga y N. Hijii. 2014. Vertical stratification of spider assemblages in two conifer plantations in central Japan. *The Journal of Arachnology* 42: 34-43 pp.
- Oleszczuk, M., Ulikowska, M. y K. Kujawa. 2010. Effect of distance from Forest Edge on the distribution and Diversity of Spider webs in adjacent maize field. *Polish Journal Of Ecology*. Vol. 58: 4. 759-768 pp.

- Pompozzi, G. A. 2014. Estudio de la diversidad de arañas (Araneae) en cultivos invernales de la provincia de Buenos Aires y su importancia como enemigos naturales de insectos plaga. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. Buenos Aires Argentina. 175 pp.
- Quijano-Cuervo, L., J, Rangel-Acosta, N. Martínez-Hernández y A. Sabogal-González. 2019. Estratificación vertical de arañas tejedoras (Araneae) en fragmentos de bosque seco tropical del Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*. (67) 1: 224-242 pp.
- Rico-G, A., J. P. A. Beltrán, A. D. Álvarez y Florez E. D. 2005. Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en el Parque Nacional natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. *Biota Neotropical*. (5) 1: 12 pp.
- Rodrigues, E. N. L. y M. S. Mendonca. 2012. Spider guilds in the tree-shrub strata of riparian forests in southern Brazil. *The Journal of Arachnology* 40: 39–47 pp.
- Romo, M. I y E. Flórez. 2008. Comunidad de arañas orbitelares (Araneae: Orbiculariae) asociada al Bosque Altoandino del Santuario Flora y Fauna Galeras, Nariño, Colombia. *Boletín científico Museo de Historia Natural*. (13) 1:114-126.
- Rypstra, A. L. 1983. The importance of food and space in limiting web-spider densities; a test using field enclosures. *Oecologia*. Vol. 59. 312-316 pp.
- Senasica. 2012. Ficha Técnica Ácaro Rojo de la Palma: *Raoiella indica* Hirst. http://langif.uaslp.mx/plagasdevastadoras/documentos/fichas/Acaro_rojo.pdf
- Schutt, Karin. 1995. *Drapetisca socialis* (Araneae: Linyphiidae): Web reduction - ethological and morphological adaptations. *European Journal of Entomology*. Vol. 95: 553-563.
- Suter, R. B., Hirscheimer, A. J. y C. Shane. 1987. Senescence of Web construction behavior in male *Frontinella pyramitela* (Araneae, Linyphiidae). *The Journal of Arachnology*. Vol. 15 (2) 177-183.

Toft, S. 1987. Microhabitat identity of two species of sheet-web spiders: field experimental demonstration. *Oecologia*. Vol. 72. 216-220 pp.

Ubick, D. P. Paquin, P. E. Cushing y V. Roth. 2017. *Spiders of North America: An Identification Manual*. Second Edition. American Arachnological Society. 436 pp.

Análisis morfométrico de las telarañas orbitelares y de hamaca presentes en dos tipos de vegetación de una localidad del municipio de Charo, Michoacán, México.

Carlos Ernesto Guzmán-García, Javier Ponce Saavedra y Juan Maldonado Carrizales.

13. INTRODUCCIÓN

Las arañas son consideradas como uno de los grupos de los artrópodos más diversos, compuesto por individuos enteramente depredadores con una forma de caza diversa, pero especializada; aquellas con la capacidad de emboscar o perseguir presas (Salcitrae o Lycosidae), los que utilizan finos hilos indetectables para emboscar presas en movimiento dentro de la periferia de su resguardo (Mygalomorphae) y otro grupo más extenso con la capacidad de utilizar un biomaterial sumamente flexible y resistente como estrategia de caza, las constructoras de telas (Bond et al., 2014).

Dentro de este grupo de constructoras se destacan dos tipos considerados como los más exitosos: por un lado, uno de los linajes más diversos de arañas, las constructoras de telas orbiculares (ATO) con más de 62 géneros y 162 especies para México; y 36 géneros y 63 especies para Michoacán (World Spider Catalog, 2024; Maldonado-Carrizales et al., 2024). Telas circulares compuestas de hilos radiales que convergen en una mancha central con hilos como marco que delinean la red (Foelix, 2011) (Figura 38), considerada como una de las trampas más económicas y efectivas, gracias a su construcción altamente geométrica y bidimensional, con la capacidad de transformar la energía cinética del vuelo de las presas y transformarla en energía de deformación, así como en energía de disipación (Díaz, 2007; Alencastre, 2015); además de funcionar como vía en la transmisión de señales de vibración y transportar señales químicas como feromonas; considerándosele una extensión sensorial de la araña (Foelix, 2011).



Figura 33. Red de *Micrathena gracilis* en el Bosque de Encino.

La fabricación de este tipo de telas sigue un complejo proceso de fabricación, donde se depende tanto de cuestiones físicas como el viento o la presión atmosférica, como de cuestiones ecológicas como la vegetación circundante, tanto vertical como horizontal (Véase el capítulo II).

La construcción de este tipo de tela es bastante específica: por las mañanas, la araña se desplaza hasta un sitio alto donde, primero, sujeta un hilo de seguridad, que funcionará como el primer punto de anclaje; después en dependencia total del viento se desprenderá este hilo que a merced del viento encontrará un segundo punto de anclaje, formando una especie de puente. Creado el puente, forman otro hilo con los mismos primero dos puntos de anclaje, pero con dimensiones mayores, de donde descienden justo del centro con un segundo hilo de seguridad, hasta sujetarlo al otro sustrato y formar, en solo un movimiento, los primeros tres radios. Lo que sigue es un danzar de ascensos y descensos formadores de radios, a la par del marco y puntos de anclaje. Finalmente teje las estructuras de espirales y distribuye la seda pegajosa entre estos (Alvite, 2021) (Figura 39).

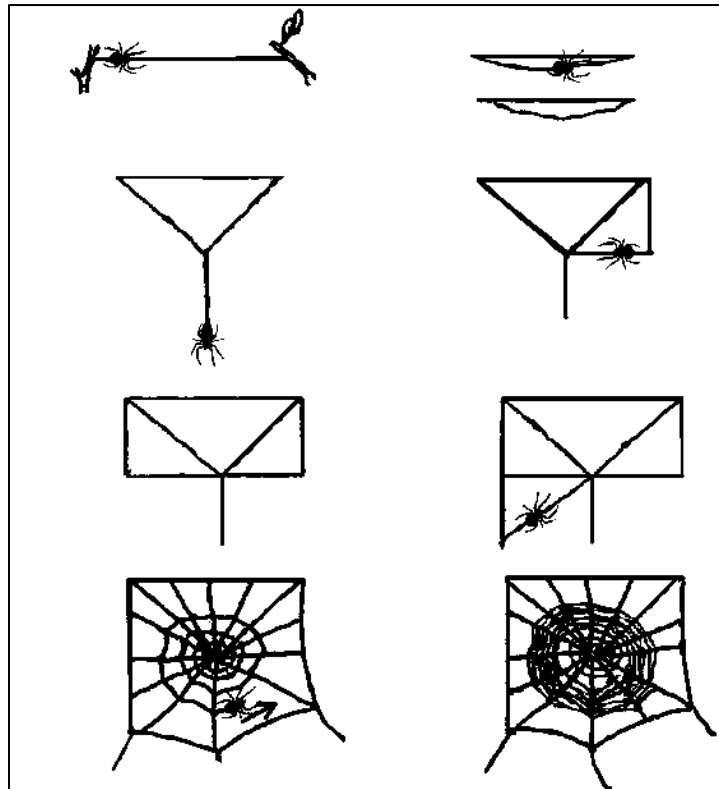


Figura 34. Construcción de una red orbicular (Fam. Araneidae). Formación del puente (a,b); formación de los primeros radios (c,d); continúan formándose los radios (f,g); inicio de la espiral de seda seca (g) y formación de la seda viscosa (h).(Molinero, 2013).

Por otro lado, el segundo grupo de tejedoras logró ser incluso más exitoso que las orbitelares, esto al transformar la arquitectura de dos dimensiones de la red a tres dimensiones, el caso de las arañas constructoras de telas en lámina, hamaca o “web sheet”, que se cree fue el resultado de una estrategia de modificación de la tela, para que además de su función principal (capturar presas y detectar señales del ambiente o entre individuos) funcionara como protección a depredadores (Janetos, 1982). Considerado como el grupo más dominante de arañas constructoras de telas aéreas en el mundo, tanto en abundancias como en diversidad de especies descritas (634 géneros y 4848 especies) (Blackledge, et al., 2003; World Spider Catalog, 2024).

Este tipo de arañas, construye un tipo de tela casi transparente bastante compleja, dividida en tres secciones: 1) Una estructura vertical de hilos de andamiaje casi transparentes que funcionan como estructura de derribo en la parte superior. 2) Una lámina primaria semiesférica cóncava con seda pegajosa en la parte media; con la

araña posicionada debajo, para protegerse de los depredadores. En ocasiones, una segunda lamina de seda se construye por debajo de esta primera. 3) Los hilos de soporte a la vegetación que conectan a la lámina con el sustrato; y los hilos tensores que le dan la forma cóncava semiesférica a la red, estos hilos son los que provocan la deformación de la lámina, de otro modo sería una lámina plana y sin tensión suficiente (Figura 40) (Janetos, 1982; Schutt, 1995; Ubick et al., 2017; Suter et al., 1987; Benjamin y Zschokke, 2004).



Figura 35. Red de Hamaca construida por *Frontinella pyramitela* (Linyphiidae)

Entender pues la forma base de cada una de las redes es relevante, pero lograr detectar cambios o variación en este tipo de configuraciones, tanto en redes de hamaca como orbitales, resulta relevante ante el hecho de comprender la relacionan existente entre los cambios de formas en dependencia a la estructura o microambientes de anclaje, preferencias ecológicas (Capitulo II), taxones y tipos de vegetación, lo que constituiría redes con diferentes geometrías o configuraciones (Vollrath et al., 2007; Liao et al., 2009; Blamires et al., 2011).

La morfometría geométrica es una técnica que permite la descripción de esta variación, mediante descomposición de la “forma” en dos componentes: forma y tamaño. La información de la estructura biológica se conserva por medio de coordenadas cartesianas en puntos de referencia anatómicos (Toro et al., 2010), y la variación se puede describir como cuadrículas de deformación. La Morfometría Geométrica se ha utilizado previamente para comparar estructuras anatómicas de arañas, como el caso de Fernández-Montraveta y Marugán-Lobón (2017) quienes compararon mediante esta técnica la diferenciación del dimorfismo sexual de *Donacosa merlini* (Lycosidae).

Por todo lo anterior la morfometría geométrica ofrece las herramientas necesarias para entender la influencia directa que tiene la estructura de la vegetación de un Bosque de Encino y una Selva Baja Caducifolia, en la fijación de los sitios de anclaje y por ende en la arquitectura básica (forma) de las redes. Diferencias que, bajo sus principios de geometría y estadística, nos permitiría observar la variación más detallada de cada punto de la circunferencia, el caso de las redes orbitelares, o los extremos máximos de las semicircunferencias o hilos superiores, en el caso de las redes de hamaca, como respuesta a las condicionantes: Tipo de vegetación y Taxones.

14. MATERIALES Y MÉTODOS

14.1 Área de estudio

El trabajo de campo se desarrolló en la localidad “El Palmar”, dentro del rancho “La Sidra” en el municipio de Charo, Michoacán, México. El sitio cuenta con una superficie aproximada de 35 ha y los muestreos se realizaron en dos zonas: un manchón de selva baja caducifolia con una superficie de 6.99 ha ubicado entre las coordenadas extremas 19.61450 latitud norte, 19.61109 latitud sur, -101.03719 longitud oeste y -101.03422 longitud este; y un bosque de encino adyacente con coordenadas extremas 19.611474 latitud norte, 19.608064 latitud sur, -101.029931 longitud este y -101.034529 longitud oeste, con una superficie de 9.52 ha (Figura 41).

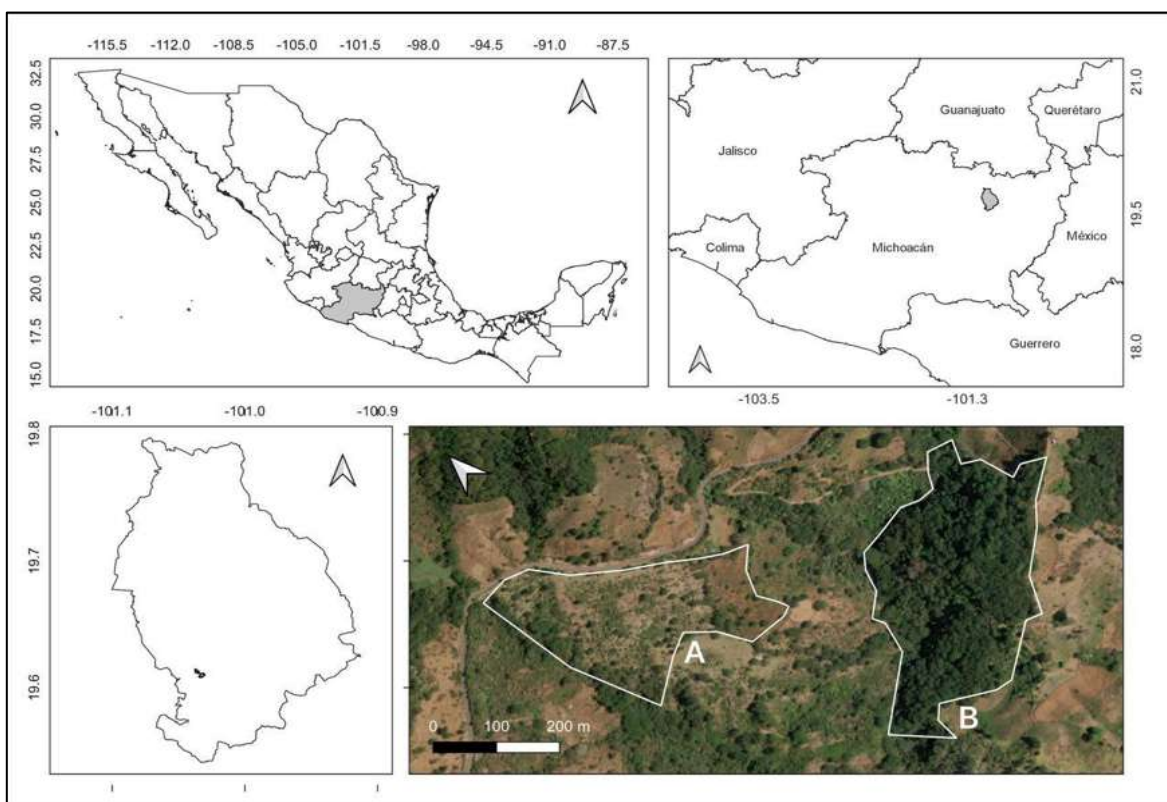


Figura 36. Sitios de estudio. (A) Selva Baja Caducifolia; (B) Bosque de encino.

La localidad se posiciona en un relieve muy accidentado, constituido por el Sistema Volcánico Transversal, formado por diversas sierras locales como Curucupatzeo y Otzumatlán; además de la sierra de Mil Cumbres y los cerros Las Encinillas, Borregas y Potrerillos.

Presenta un clima templado con lluvias en verano (Cw), con una precipitación pluvial anual de 1,145.5 mm, siendo julio y agosto los meses de mayor precipitación. Las temperaturas oscilan entre los 4.5 y 36.4°C, con una temperatura media anual de 20.2 °C registrándose la máxima antes del solsticio de verano. Las masas de aire polar marítimo y continental llagan a invadir con cierta frecuencia en la estación de invierno provocando algunas lluvias; el mayor calentamiento producido a fines de primavera y durante el verano, determinan mayor evaporación y una diferente circulación del viento, por lo que la estación de mayor precipitación es el verano, prolongándose a parte del otoño, con seis meses de estiaje (diciembre-mayo).

En el sitio predominan los bosques de coníferas, mixtos, matorrales y manchones de selva baja, con suelo principalmente chernozem de uso primordialmente forestal y en menor medida ganadero y agrícola (Hernández, 2018; INEGI, 2010; Correa, et al., 2003).

El sitio cuenta con una superficie aproximada de 35 ha. Los muestreos se realizaron en dos zonas: un manchón de selva baja caducifolia con una superficie de 6.99 ha. ubicado entre las coordenadas extremas 19.61450 latitud N, 19.61109 latitud S, -101.03719 longitud O y -101.03422 longitud E; y un bosque de encino adyacente con coordenadas extremas 19.611474 latitud N, 19.608064 latitud S, -101.029931 longitud E y -101.034529 longitud O, con una superficie de 9.52 ha.

12.2 Trabajo en campo

14.2.1 Cuadrantes de observación

Para la toma de fotografía de redes, se establecieron dos cuadrantes de observación permanente de 60 x 60 m por sitio (Bosque de Encino y Selva Baja Caducifolia), con un esquema de muestreo interno en un arreglo de cinco de oros en el que cada cuadrante interno fue de 20 x 20 m, muestreando los cuatro cuadrantes de las esquinas y el central; acomodo y dimensiones sugeridas para áreas con dimensiones iguales o menores a 10 ha (Senasica, 2012) (Figura 42).



Figura 37. Cuadrantes de observación y categorías de caracterización de la vegetación.

Las fotos fueron tomadas mediante una cámara Canon t8i con un lente 18-55 Canon y flash 2tt600, dentro de los cuadrantes, esto durante el día y la noche. Previo a la toma de cada fotografía se evidenciaron las telas y cada una de sus estructuras mediante una modificación de la técnica de “revelado de telas”, propuesta por Eberhard en 1976, que consistió en rociar, a una distancia considerable, agua mediante un aspersor pequeño y después espolvorear suavemente y a favor del viento un poco de harina de maíz natural de color blanco, evitando dañar las redes, todo esto para facilitar la toma de fotografía y posterior colocación de Landmarcks, para la comparación de la forma de las redes entre sitios y familias mediante morfometría geométrica.

La toma de fotografía se realizó de manera bimestral en un periodo de un año, con la finalidad de observar la variación en las redes, teniendo en cuenta los cambios aparentes y no aparentes entre la vegetación por la temporalidad durante un año;

tres muestreos en la época de estiaje (noviembre, febrero y abril) y dos en la de lluvias (junio y agosto) (Corcuera, et al., 2004, Jiménez, et al., 2015).



Figura 38. Técnica de revelación de telas, mediante un aspersor pequeño y una nube de harina de maíz natural color blanca.

14.2.2 Análisis de datos

Con el fin de comparar la forma y los cambios de las redes entre sitios y familias, se ubicaron en ellas puntos homólogos y consistentes (Landmarks), los cuales representan la forma del carácter, los Landmarks se posicionaron mediante el programa MakeFan (Sheets, 2005c) esto para producir radios equidistantes, que sirvieran como líneas guía para digitalizar el contorno. Se marcaron 16 Landmarcks por foto; estos se transformaron a coordenadas cartesianas y se analizaron con técnicas estadísticas multivariantes, para explorar y clasificar los grupos de acuerdo a la morfometría geométrica (Slice, 2007; Zelditch et al., 2004) utilizando el software tpsUtil Ver. 1.74 (Rohlf, 2017), tpsDig2 Ver. 2.30 (Rohlf, 2017) y MorphoJ Ver. 1.07a (Klingenberg, 2011). Se utilizó un Análisis de Variantes Canónicas (CVA) para determinar posibles diferencias estadísticas en la forma de las redes.

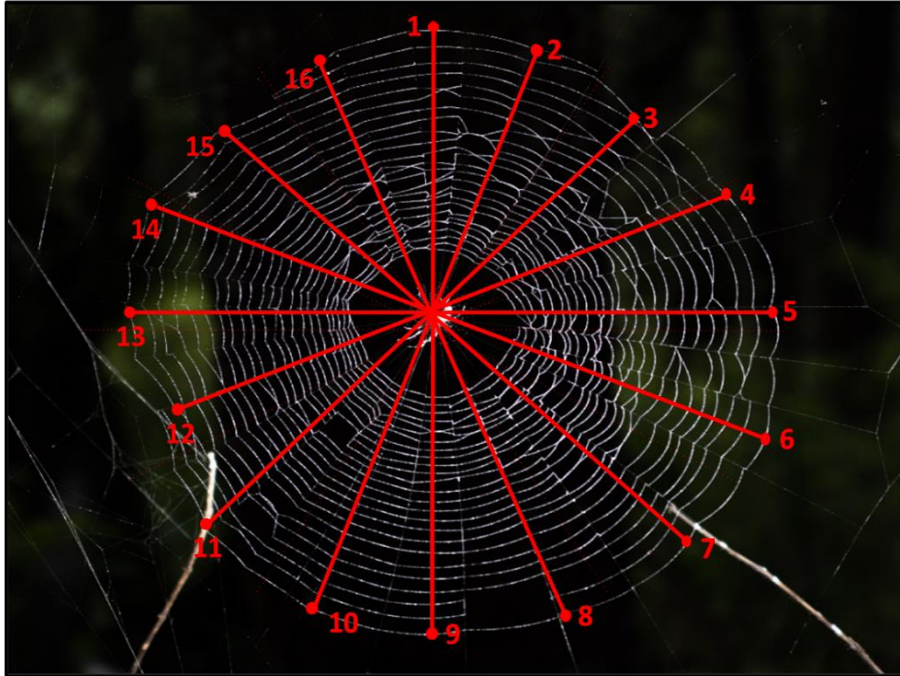


Figura 39. Red orbitelar con radios equidistantes remarcados desde el centro de la red.

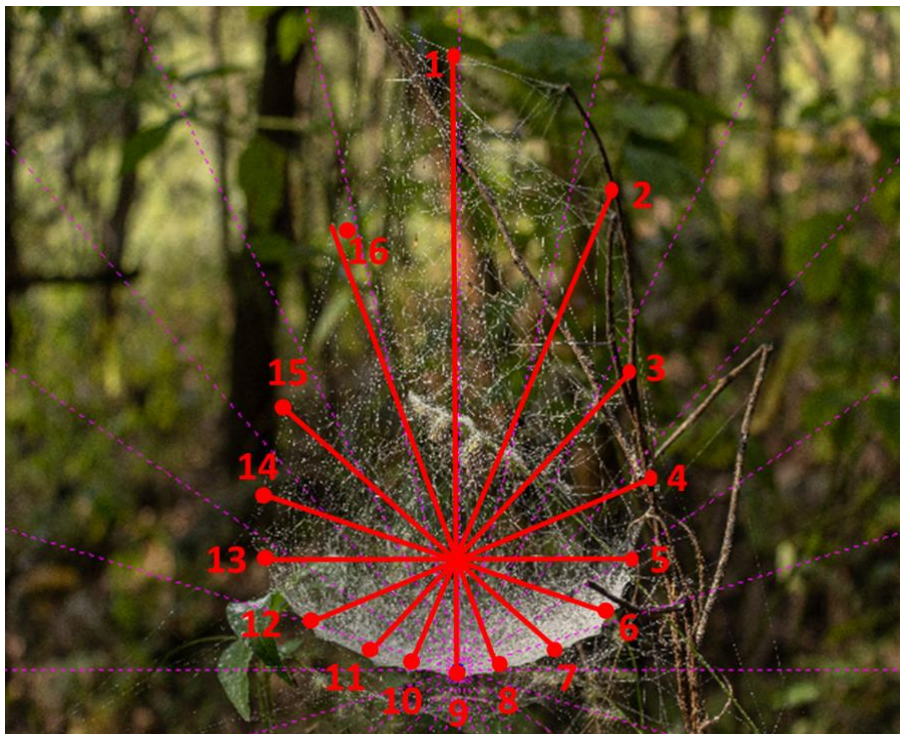


Figura 40. Red de hamaca con radios equidistantes remarcados desde el centro de la red.

15. RESULTADOS

Se fotografiaron 880 telarañas, 269 (30.6%) de Hamaca y 611 (69.4%) Orbitelares; 548 (62.3%) para el Bosque de Encino y 332 (37.7%) para la Selva Baja Caducifolia; con 224 (25.4%) para la época de lluvias y 656 (74.6%) para la época de lluvias.

Se colocaron 16 Landmarcks por foto, posicionados en los límites de las redes, justo en el cruce con radios equidistantes del centro. Fueron generados mediante MakeFan 8 (Sheets, 2005c), como alternativa a la falta de puntos homólogos entre las redes, a causa de la alta variedad de radios, espirales, semicircunferencias, hilos y puntos de anclaje entre cada una de ellas, ya que la morfometría geométrica utiliza puntos homólogos como coordenadas para el posicionamiento de los Landmarcks (Figura 44 y 45).

15.1 Ambos tipos de redes

15.1.1 Tipo de red.

Para encontrar diferencias en forma, mediante morfometría geométrica se utilizó el Análisis de Variantes Canónicas (CVA). Un primer CVA, integrando el total de las fotos y sus respectivos Landmarcks, permitió separar gráficamente y estadísticamente, los dos grandes grupos de redes: Hamaca y Orbitelares ($p < 0.0001$, Mahalanobis distance = 4.04) (Figura 46). Un tipo de Red caracterizada por construir arreglos bidimensionales en formas circulares o semicirculares con radios emergiendo desde el centro. Se encontraron ocupando estratos arbustivos y zonas abiertas (Véase Capítulo 2), en este trabajo, representados por cuatro familias (Araneidae, Nephilidae, Tetragnathidae y Uloboridae), con sus redes llegando a medir, desde imponentes 6361 cm² a diminutos 4.64 cm² de área de captura; por otro lado, el grupo de constructoras de redes de Hamaca, caracterizadas por una construcción tridimensional en forma piramidal, con una base semiesférica con anchos desde 2 hasta 22 cm y alturas máxima de hilos de 2 cm a 85 cm. Estas características evidencian las diferencias encontradas en el CVA, diferencias en forma que son valoradas fuertemente por la morfometría geométrica.

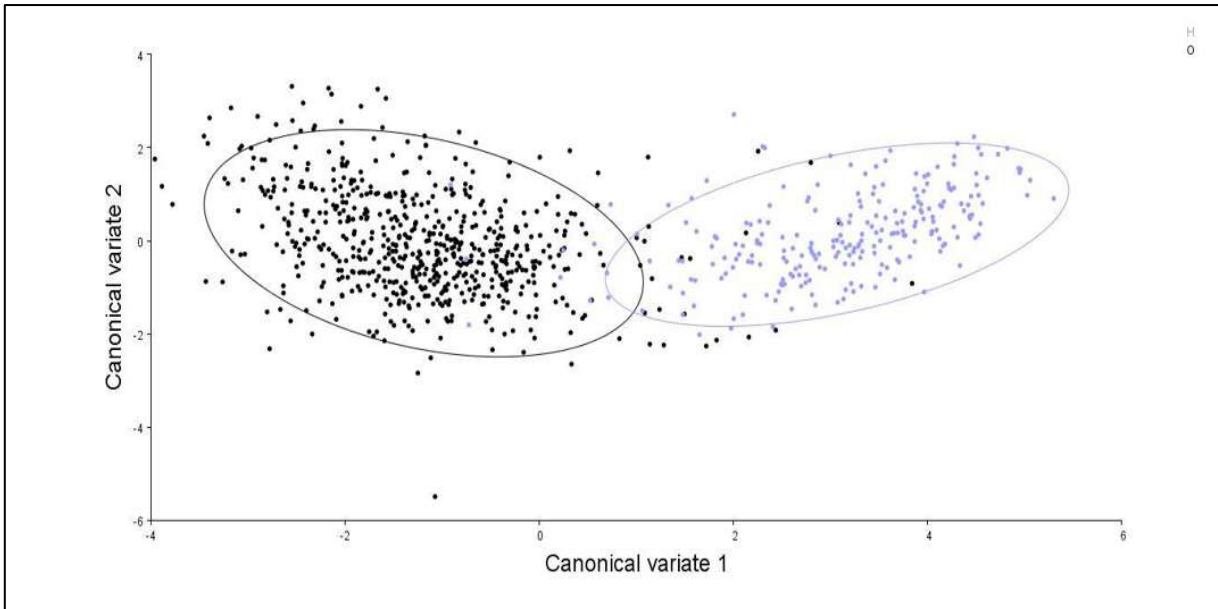


Figura 41. Análisis de variantes canónicas para todas las redes: Hamacas (Puntos Violetas) y Orbitelares (Puntos Negros).

15.1.2 Forma (O y H).

En relación con la forma de la base de las redes y la forma promedio de cada una de estas, se puede observar una diferencia clara en relación a la forma; una ajustándose a una circunferencia definida, como es el caso de las redes orbitelares (Figura 47) y el otro tipo, la red de Hamaca, en un acomodo piramidal (Figura 47), evidenciando la diferencia en la forma base de cada una de estas y por ende la diferenciación clara en el diagrama de dispersión y la distancia de Mahalanobis generada por el CVA.

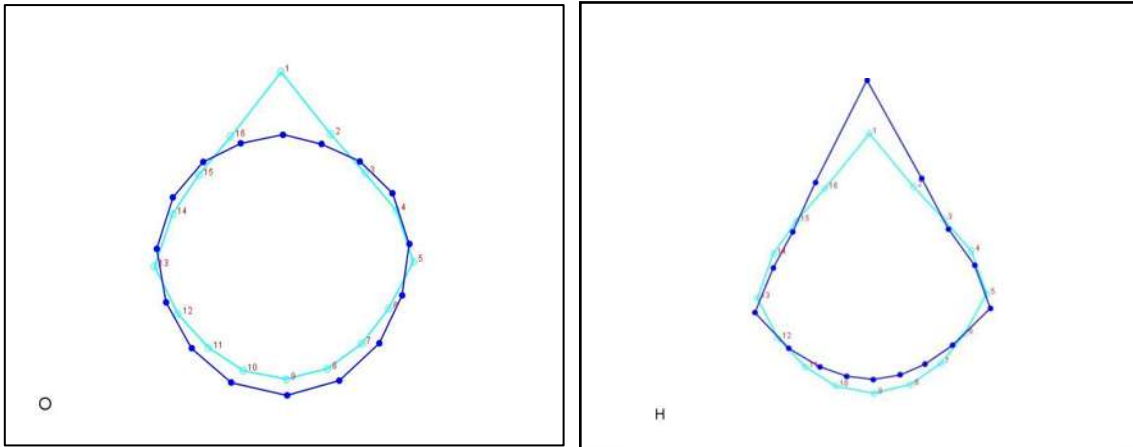


Figura 42. Forma promedio de todas las redes (Línea clara) en contraste con la forma promedio de las redes Orbitelares (O) y de Hamaca (H) (Línea oscura).

15.1.3 Sitios.

Un segundo análisis involucrando la influencia de los sitios o tipos de vegetación (Selva Baja Caducifolia y Bosque de Encino), el cual permitió apreciar, diferencia estadísticamente significativa (Mahalanobis distance = 0.75, $p < 0.0001$) pero gráficamente poco evidente (Figura 48).

Estas diferencias en forma y tamaño pueden interpretarse como respuesta a la alta sensibilidad y preferencias específicas de construcción, modificando el tipo de forma de la red en relación con los espacios de construcción y nichos ecológicos (Walter, 2008), y como respuesta a las aperturas en el espacio, transmitancia de luz, viento, tipo de sustrato, especie y familia (Véase capítulo II).

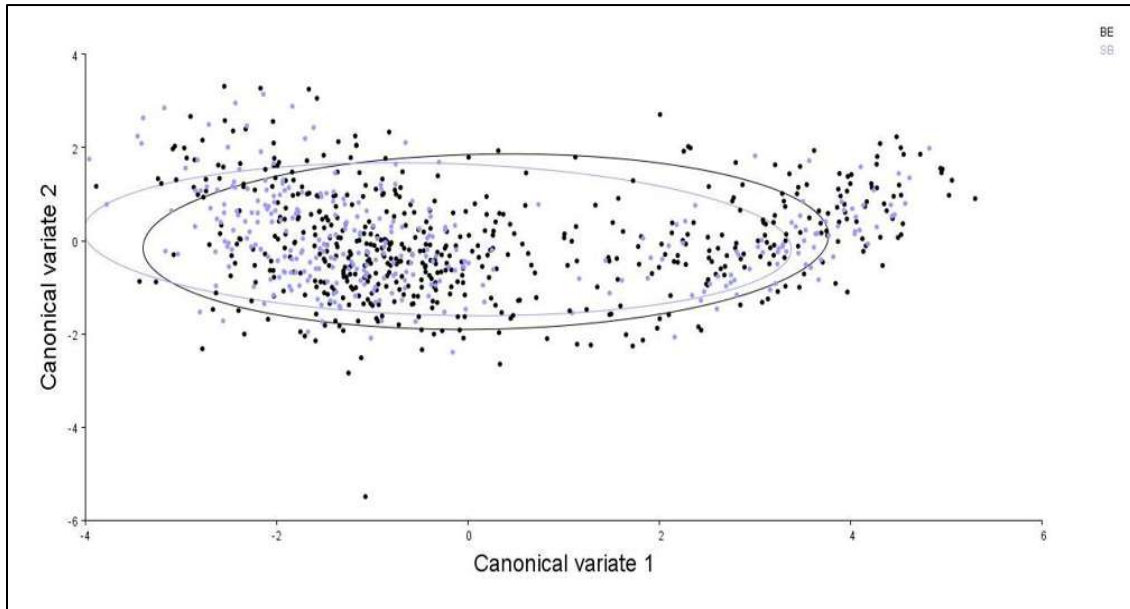


Figura 43. Análisis de variantes canónicas para todas las redes: Selva Baja Caducifolia (Puntos Violetas) y Bosque de Encino (Puntos negros).

15.1.4 Forma (BE y SB)

Al relacionar la forma base de las redes entre cada uno de los sitios, podemos observar diferencias sutiles, pero claras en los Landmarcks inferiores (LM8, LM9 y LM10); en el caso del BE presenta un acomodo promedio de estos tres LM por sobre la forma promedio de las redes, caso contrario a lo observado en la SB, donde los LM antes mencionados se posicionan debajo de los de la forma promedio (Fig. 49).

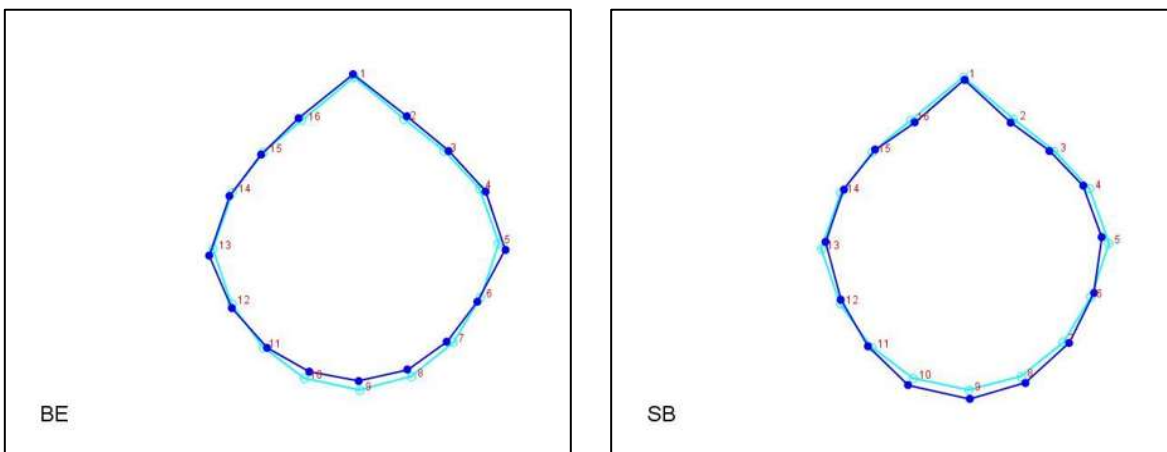


Figura 44. Forma promedio de todas las redes (Línea clara) en contraste con la forma promedio de redes del Bosque de Encino (BE) y Selva Baja Caducifolia (SB) (Línea oscura).

15.1.5 Familias

En un tercer análisis involucrando las familias identificadas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre familias, esto mediante un CVA (Cuadro 13). Por un lado las dos familias constructoras de redes de Hamaca (Linyphiidae y Dictynidae) sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas, pero si con el resto de familias (Araneidae, Tetragnathidae, Nephilidae y Uloboridae); a su vez la familia Nephilidae presentó diferencias estadísticamente significativas con relación al resto de familias; agrupando a la familia Araneidae, Tetragnathidae y Uloboridae en un grupo independiente, diferencias no visibles gráficamente (Figura 50), pero sí estadística (Cuadro 13); acomodo ya observado en la sección de CVA por tipo de red.

Cuadro 11. Distancias de Mahalanobis entre familias constructoras de telas de Hamaca y Orbitelares (sobre la diagonal) y valores de p, para la hipótesis nula de media igual (debajo de la diagonal).

	Araneidae	Desconocidas	Dictynidae	Linyphiidae	Nephilidae	Tetragnathidae	Uloboridae
Araneidae		1.6628	4.36	4.1	1.8	0.57	1.01
Desconocidas	0.01		4.25	4.07	2.75	1.77	1.79
Dictynidae	<0.001	<0.001		1.45	5.54	4.47	4.19
Linyphiidae	<0.001	<0.001	0.051		5.39	4.24	4
Nephilidae	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		1.74	2.11
Tetragnathidae	0.4	0.005	<0.001	<0.001	<0.001		1.1
Uloboridae	0.005	0.11	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	

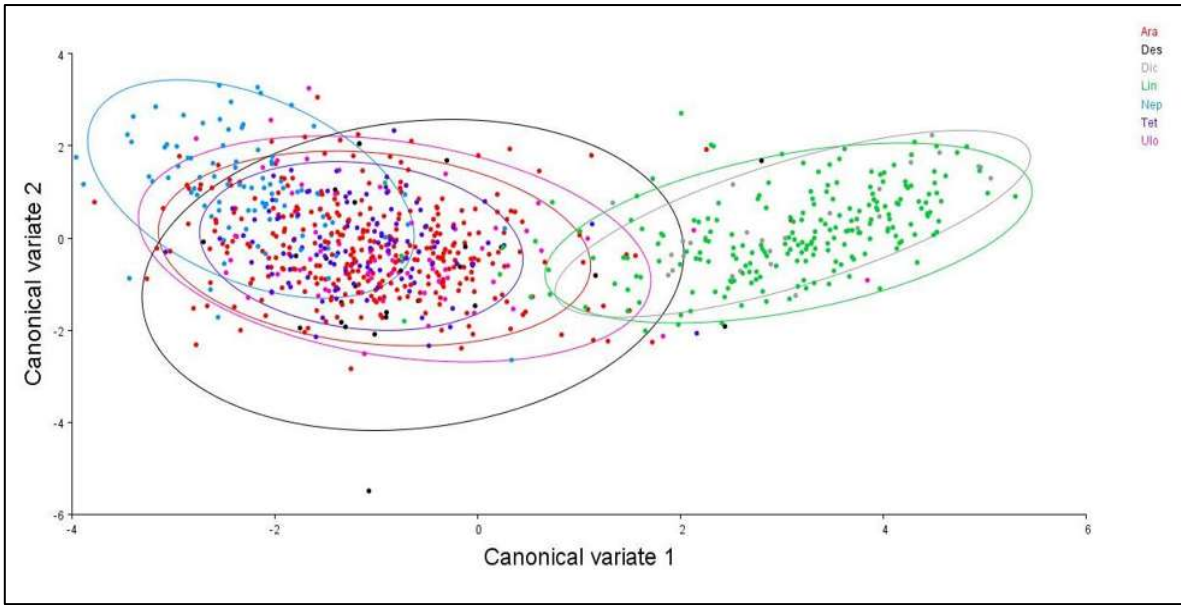


Figura 45. Análisis de variantes canónicas para todas las redes entre familias: Araneidae (Puntos Rojos), Desconocidas (Negros), Dictynidae (Grisés), Linyphiidae (Verdes), Nephilidae (Azules), Tetragnathidae (Morados) y Uloboridae (Rosas).

15.1.6 Forma (Familias)

Relacionando la forma base de las redes, tanto de hamaca como orbitales, con las familias constructoras puede apreciarse algo interesante y es que la modificación de las redes o formas promedio es considerablemente distinta, distinguiendo telas casi simétricas y circulares, como es el caso de Araneidae y Tetragnathidae; ovaladas en el caso de Nephilidae y Uloboridae una más ancha en dirección vertical y la otra horizontal, respectivamente; y las dos piramidales en el caso de Dictynidae y Linyphiidae (Figura 51).

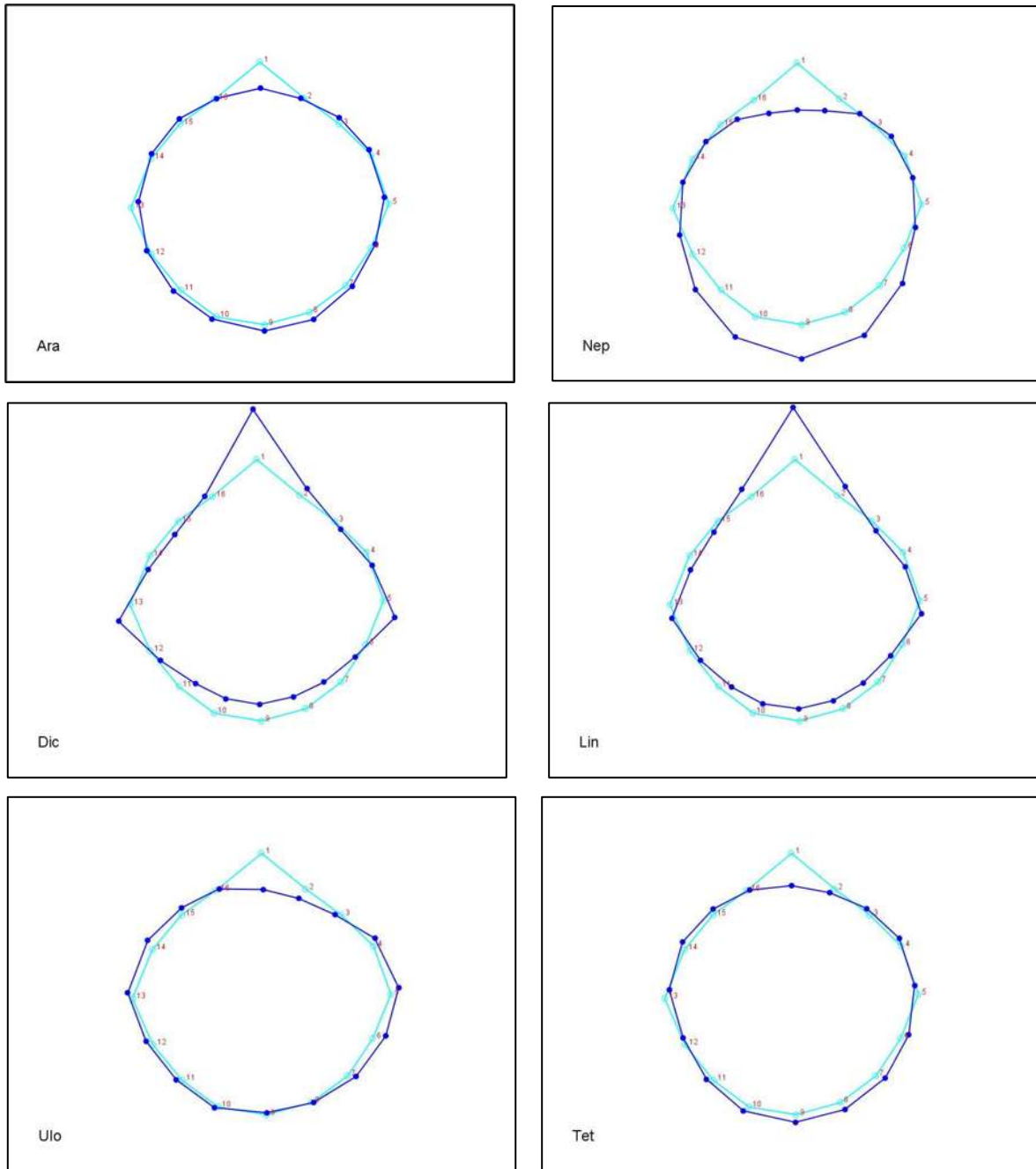


Figura 46. Forma promedio de todas las redes (Línea clara) en contraste con la forma promedio de cada una de las familias: Araneidae (Ara), Nephilidae (Nep), Dictynidae (Dic), Linyphidae (Lin), Tetragnathidae (Tet) y Uloboridae (Ulo) (Línea oscura).

15.2 Orbitelares

15.2.1 Sitios

Dentro del grupo de constructoras de redes orbitelares (Araneidae, Nephilidae, Tetragnathidae y Uloboridae) al diferenciar formas de redes en relación al tipo de vegetación (SBC y BE), se puede apreciar un sobre posicionamiento de elipses en el gráfico, pero diferenciadas estadísticamente mediante un CVA (Mahalanobis distance= 0.75, p-value= <0.0001) (Figura 52). Diferencias apreciables en los Landmarcks superiores en relación con los inferiores, en el caso de las redes del BE (Figura X), presentan Landmarcks superiores (LM16, LM1, LM2) más lejanos al centro e inferiores (LM8, LM9, LM10) más cercanos, evidenciando una alta variación entre el posicionamiento del centro de la red y la distancia entre los límites de radios superiores y los inferiores. Caso contrario a lo encontrado en la SBC donde el límite de los radios superiores (LM16, LM1, LM2) es más cercano al centro de la red y los límites de los radios inferiores (LM8, LM9, LM10) más lejanos.

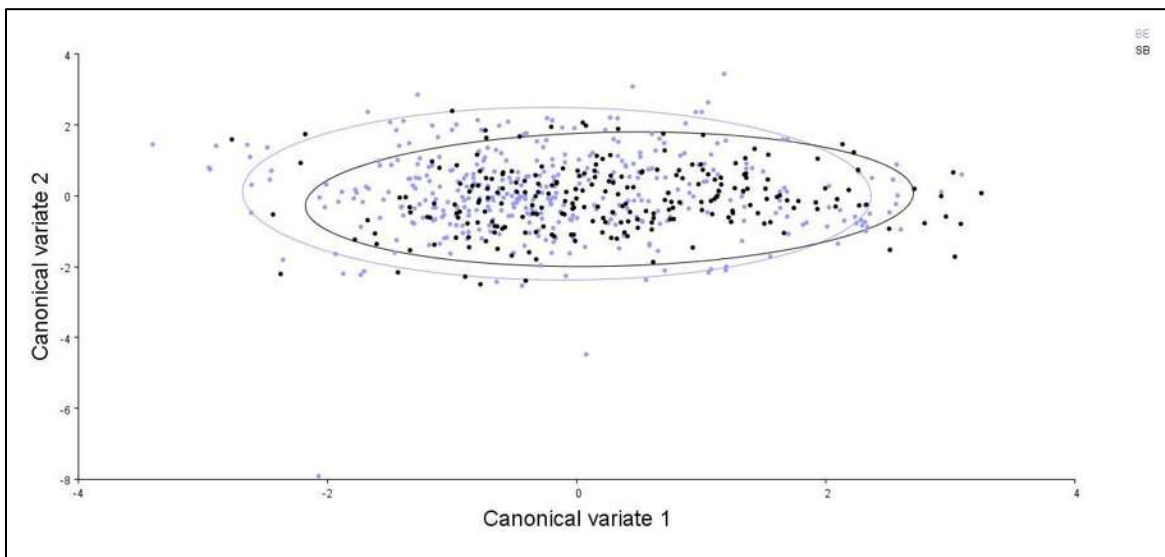


Figura 47. Análisis de variantes canónicas para redes orbitelares entre sitios: Bosque de Encino (Puntos violetas) y Selva Baja Caducifolia (Puntos Negros).

15.2.2 Forma (Sitios)

Al comparar todos los registros y Landmarcks de las redes orbitelares en relación a los sitios, podemos apreciar diferencias aparentemente minúsculas en relación al

posicionamiento y acomodo de los límites de los radios y los centros de las redes, con los Landmarcks inferiores y superiores, en el caso del BE por encima de la forma promedio; caso contrario a lo observado en la SB donde los Landmarcks tanto inferiores como superiores se encuentran por debajo de la forma promedio.

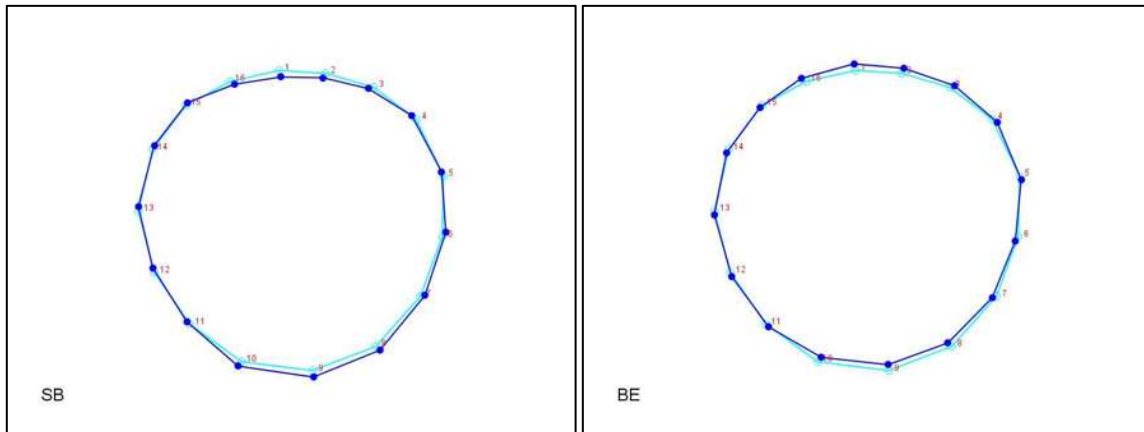


Figura 48. Forma promedio de las redes orbitelares (Línea clara) en contraste con la forma promedio de las redes en el Bosque de Encino (BE) y Selva Baja Caducifolia (SB) (Línea oscura).

15.2.3 Familias

Un segundo análisis, relacionando y comparado entre grupos a las familias, podemos apreciar una diferencia estadísticamente significativa entre todas las familias, a excepción a la relación entre la Familia Araneidae y Tetragnathidae, ya que ambas se forman mediante una construcción inicial de un marco, seguido de una serie de radios que cruzan un eje central, ambas simétricas y casi perfectamente circulares, pero con diferencias puntuales de construcción, el caso de las redes de los Tetragnathidos presentan un centro desnudo, sin hilos o adornos donde la tela se posiciona, con radios poco visibles y espiral perfectamente posicionado equidistante entre hilos y radios; caso contrario a las redes de la familia Araneidae, que de igual forma construyen redes simétricas, pero con hilos y adornos en el centro de la red, radios visibles y un espiral no posicionado equidistantemente (Ubick, et al, 2017).

Cuadro 12. Distancias de Mahalanobis entre familias constructoras orbitelares (sobre la diagonal) y valores de p, para la hipótesis nula de media igual (debajo de la diagonal).

	Araneidae	Desconocidas	Nephilidae	Tetragnathidae	Uloborodidae
Araneidae		1.6	1.78	0.59	1.08
Desconocidas	0.02		2.51	1.75	1.96
Nephilidae	<0.0001	<0.0001		1.68	1.98
Tetragnathidae	0.36	0.003	<0.0001		1.13
Uloborodidae	0.0006	0.014	<0.0001	0.0004	

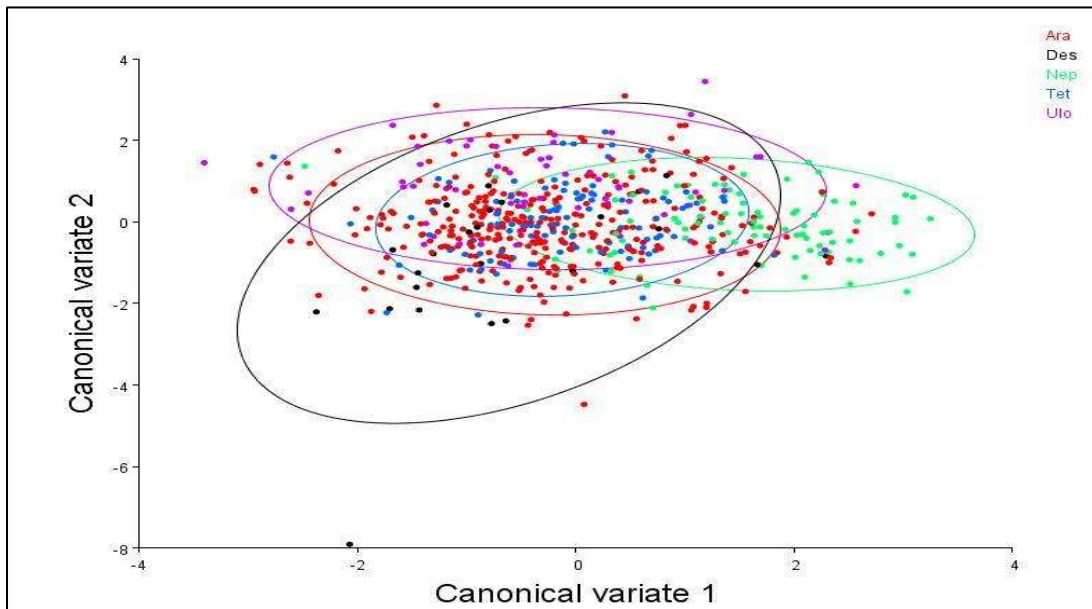


Figura 49. Análisis de variantes canónicas para las redes orbitelares: Araneidae (Puntos rojos), Desconocidas (Negros), Nephilidae (Verdes), Tetragnathidae (Azules) y Uloborodidae (Rosas).

15.2.4 Forma (Familias)

Relacionando solo a las familias constructoras de redes orbitelares (Araneidae, Nephilidae, Tetragnathidae y Uloborodidae) (Figura 55) con la forma promedio de las redes orbitelares, podemos apreciar configuraciones interesantes y claramente diferenciables, el caso de Nephilidae quien presenta un alargamiento prolongado en los Landmarcks inferiores, y una pérdida de distancias de los Landmarcks superiores o el límite de los radios superiores al centro de la red, característica peculiar en este tipo de redes; diferencia lo observado en el caso de Araneidae y Tetragnathidae, quienes simétrica y estadísticamente parecen ser muy cercanas y no presentar una

diferencia estadísticamente significativa, si el caso de Uloboridae quien aparenta tener una configuración más ancha que larga, configuración lo suficientemente marcada que estadísticamente es diferente al resto de las familias.

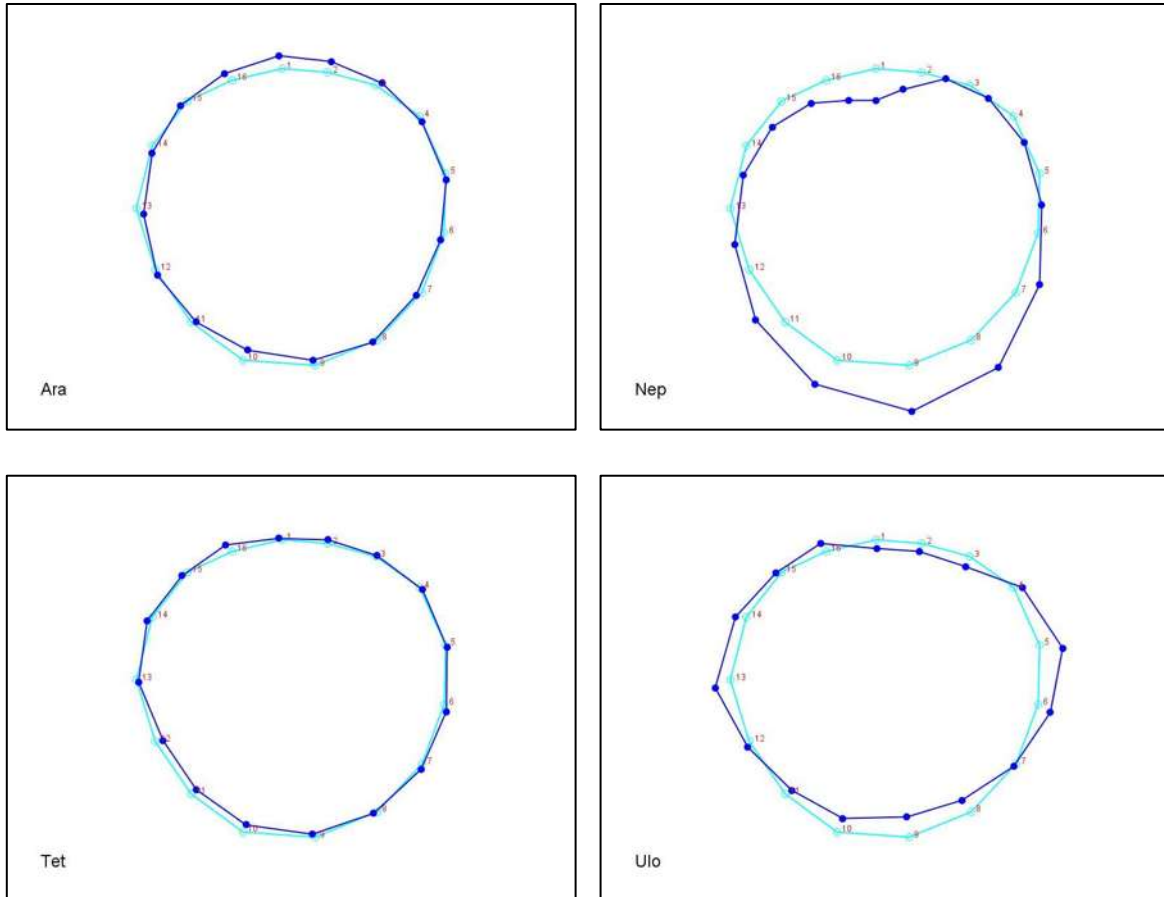


Figura 50. Forma promedio de las redes orbitales (Línea clara) en contraste con la forma promedio de Araneidae (Ara), Nephilidae (Nep), Tetragnathidae (Tet) y Uloboridae (Ulo) (Línea oscura).

15.3 Hamacas.

15.3.1 Sitios

Enfocando el análisis (CVA) exclusivamente a las telas de Hamaca, se puede encontrar una diferencia clara en la influencia que tienen los sitios sobre la forma final de las redes en cada uno de ellos, encontrando en el BE semicircunferencias desde los 2 a los 22 cm, con hilos de andamiaje de entre 2 y 69 cm; y en la SB con anchos de semicircunferencia de entre 22 y 3 cm, con hilos de andamiaje de 3 a 85 cm, diferencias relacionadas a la disponibilidad de sustrato (Rocas, suelo y hierbas),

vegetación cerrada o abierta, la transmitancia de luz y los vientos (Véase el capítulo II) (Mahalanobis distance = 2.13, p-value = <0.0001) (Figura 56).

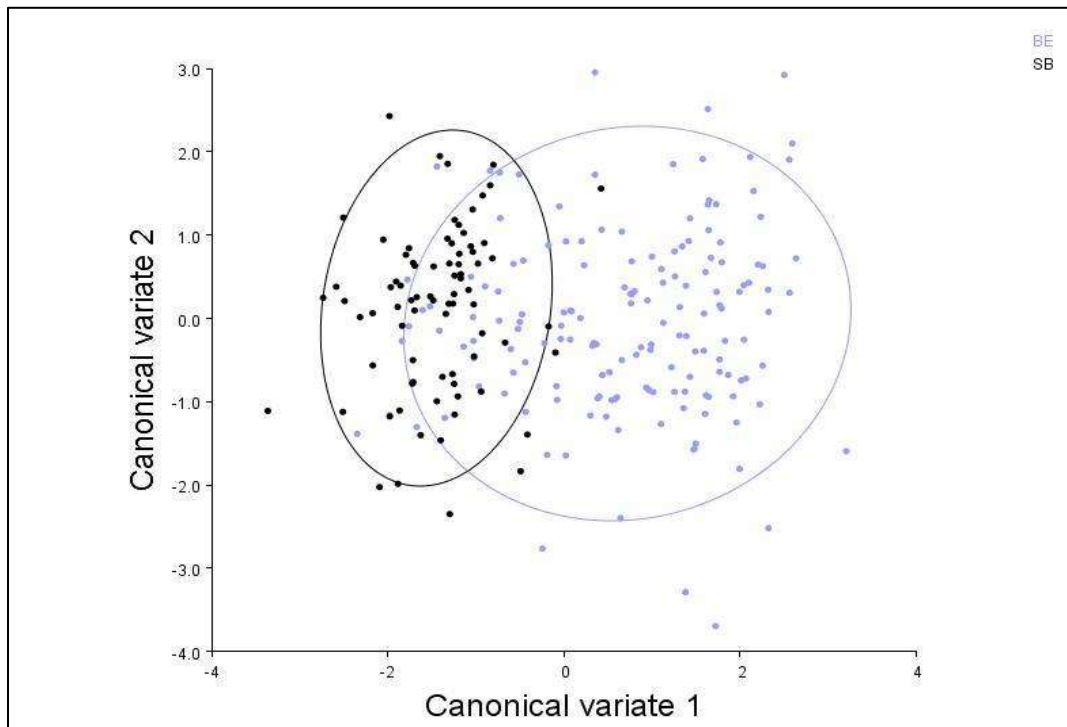


Figura 51. Análisis de variantes canónicas para las redes de Hamacas: Bosque de Encino (Puntos Negros) y Selva Baja Caducifolia (Puntos Violetas).

15.3.2 Forma (Sitios)

La influencia directa que presenta cada uno de los sitios sobre la construcción de cada una de las redes, puede apreciarse en la (Figura 57), donde denota que, en el BE, se construyen redes con la semiesférica más ancha con hilos de andamiaje no tan largos; diferencia opuesta a lo observado en el SB donde, donde las redes suelen ser de menor ancho en la semiesférica con hilos de andamiaje mucho más extenso que los de la forma promedio de redes orbitelares.

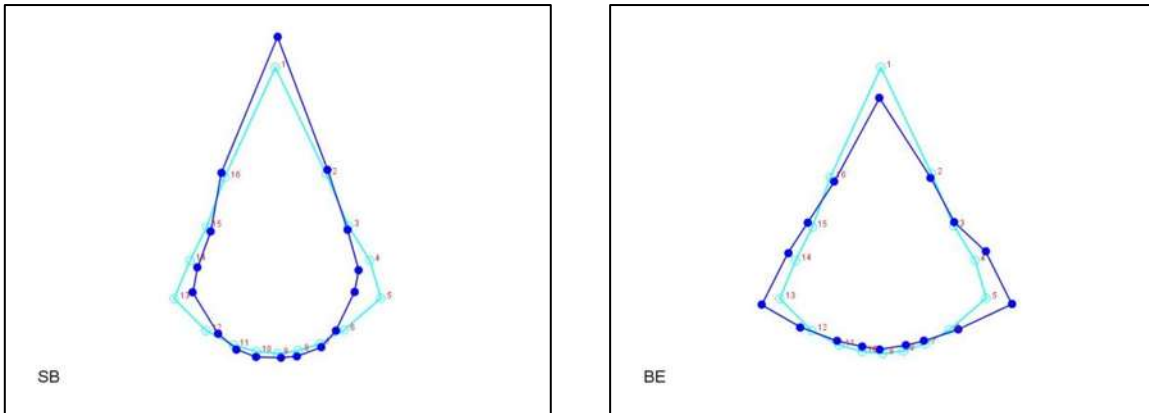


Figura 52. Forma promedio de las redes de Hamaca (Línea clara) en contraste con la forma promedio de las redes de la Selva Baja Caducifolia (SB) y Bosque de Encino (BE) (Línea oscura).

15.3.3 Familias

Un último análisis (Figura 58) nos permitió refutar la idea, que se señaló en el análisis entre familias incluyendo todas las redes, pese a que existe una diferencia en forma entre las redes de la familia Dictynidae y Linyphiidae, principalmente en el nivel de altura de los hilos de andamiaje y ancho de la hamaca, no existe diferencia estadísticamente significativa (CVA) para separar en forma a las dos familias (Mahalanobis distance = 1.37, p-value = <0.08).

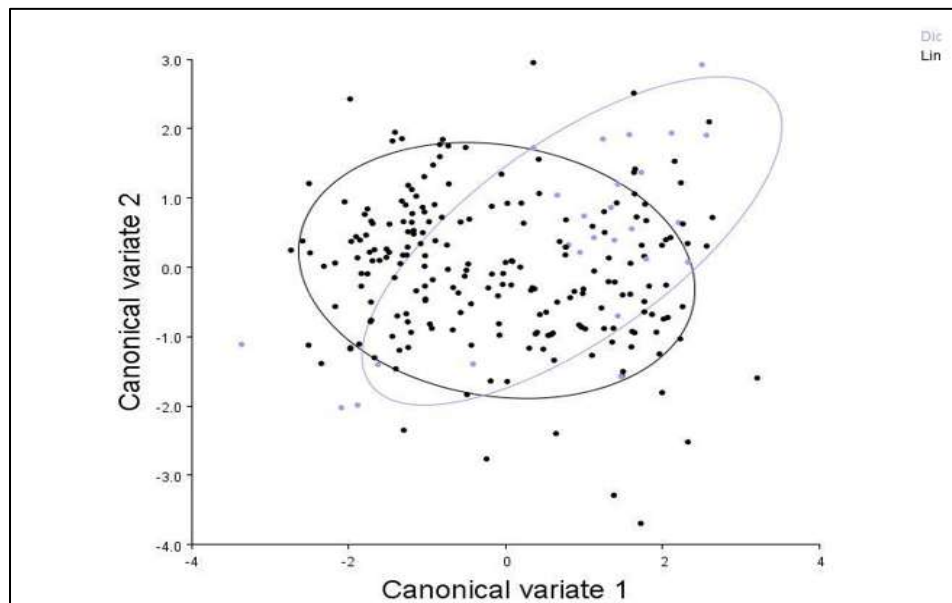


Figura 53. Análisis de variantes canónicas para las redes de Hamacas: Dictynidae (Puntos Violetas) y Linyphiidae (Puntos Negros).

15.3.4 Forma (Familias)

Al contrastar la forma promedio de las redes de Hamaca, podemos observar una distinción clara entre la configuración de las redes construidas por Linyphiidae y Dictynidae, donde Linyphiidae se caracteriza por construir redes con andamiajes muy extensos y un ancho de la semiesférica menos ancho que lo observado en las redes de los Dictynidae, que además de ser más ancho que los Linyphiidos, pero con menos ancho en la semiesférica.

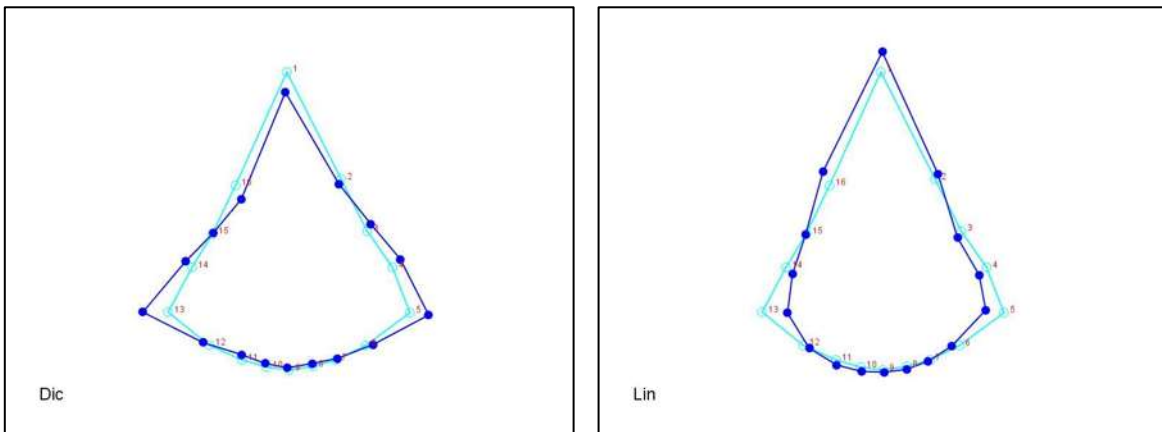


Figura 54. Forma promedio de las redes de hamaca (Línea clara) en contraste con la forma promedio de las redes de Dictynidae (Dic) y Linyphiidae (Lin) (Línea oscura).

Entender el cómo se comportan y posicionan las redes bajo ciertas condiciones, tanto físicas como de las características estructurales de la vegetación, tanto horizontales y verticales, da una idea sobre el tipo de redes que podríamos encontrar bajo ciertas condiciones (Capítulo II), un paso en la búsqueda de establecer una identificación de arañas solo con la presencia de su red.

16. CONCLUSIONES

- Las redes de araña que habitan en BE y SB pueden diferenciarse visual y estadísticamente en tres niveles: entre el tipo de redes, las familias que las construyen y los sitios con sus condiciones ambientales.
- Entre familias, Nephilidae es la única familia que se diferencia del resto de las familias, debido a su configuración de construcción entre el acomodo de los límites de sus radios superiores y la relación con el centro de la red.
- La morfometría geométrica ofrece una estrategia relevante, para la distinción entre grupos, tanto a nivel de condición como de taxones.
- El posicionamiento de Landmarcks mediante MakeFan ofrece una alternativa confiable y funcional, ante la idea de posicionar Landmarcks en objetos, organismos o estructuras que no presentan homología repetida de estructuras.
- La morfometría geométrica ofrece una alternativa confiable y visualmente poderosa en la comparación de grupos y cambios de forma atribuibles a diversas condiciones o causas.
- Este es el primer trabajo en el mundo que utiliza la morfometría geométrica, como técnica de comparación de forma para telarañas.

17. LITERATURA CITADA

- Alencastre, J. M. 2015. Caracterización de las Propiedades Dinámicas de la Seda de Araña. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. 171.
- Alvite, B. N. 2021. Revisión bibliográfica: Propiedades mecánicas y aplicabilidad de las sedas de araña. Tesis de Licenciatura. Universidad de Coruña. 27 pp.
- Benjamin, S. P. y S. Zschokke. 2004. Homology, behaviour and spider webs: web construction behaviour of *Linyphia hortensis* and *L. triangularis* (Araneae: Linyphiidae) and its evolutionary significance. *Journal of Evolutionary Biology*. Vol. 17. 120-130.
- Blackledge, T. A., Coddington, J. A. y R. G. Gillespie. 2003. Are three-dimensional spider webs defensive adaptations?. *Ecology Letters*. Vol. 6. pp. 13-18.
- Blamires, S. J. 2011. Nutritional implications for sexual cannibalism in a sexually dimorphic orb web spider. *Austral Ecology*. Vol. 36. 389-394 pp.
- Bond, J. E., Garrison, N. L., Hamilton, C. A., Godwin, R. L., Hedin, M. e I. Agnarsson. 2014. Phylogenomics Resolves a Spider Backbone Phylogeny and Rejects a Prevailing Paradigm for Orb Web Evolution. *Current Biology*. Vol. 24. pp. 1765-1771.
- Corcuera, P., Jiménez, M. L. y G. López. 2004. Comparación en la diversidad de arañas asociadas al follaje en una selva baja caducifolia de Jalisco. *Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*. Vol. 54. pp. 17-26
- Correa, P. G., D. Carmona, V. y L. Cisneros, I. 2003. Características Geográficas de los Municipios. In: Correa, P. G. y Vargas, T. F. (Eds.). *Atlas Geográfico del Estado de Michoacán, México*. pp. 191-220.
- Díaz, D. C. P. 2007. Relación entre la ubicación, el área y el tipo de red, con la captura de presas en arañas de sotobosques Tolima. Tesis de Licenciatura. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 36A pp.
- Eberhard, W. G. 1976. Photography of orb webs in the field. *Bulletin of the British Arachnological Society*. Vol. 2 (7). 200-204 pp.

- Fernández-Montraveta, C. y J. Marugán-Lobón. 2017. Geometric morphometrics reveals sex-differential shape allometry in a spider. *PeerJ*. Vol. 5. 11pp.
- Foelix, R. F. 2011. *Biology of spider*. 3ra. Edition. Oxford university press. USA. 428 pp.
- Hernandez, Y. R. Plan de desarrollo municipal 2018-2021. Charo, Michoacán. Charo se construye para todos. 191 pp.
- INEGI. Compendio de información geográfica municipal 2010. Charo. Michoacán de Ocampo. 10 pp.
- Janetos, A. C. 1982. Foraging Tactics of Two Guilds of Web-Spinning Spiders. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. Vol. 10. pp. 19-27.B
- Jiménez, M. L. Nieto-Castañeda, I. G., Correo-Ramírez, M. M. y C. Palacios-Cardiel. 2015. Las arañas de los oasis de la región meridional de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol 86. pp. 319-331.
- Klingenberg, C. P. 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11: 353-357 pp.
- Liao, H. C., Liao, C. P., S. J. Blamires y I. M. Tso. 2018. Multifunctionality of an arthropod predator's body coloration. *Functional Ecology*. Vol. 33. 1067-1075 pp.
- Maldonado-Carrizales, J., Guzmán -García, C. E., Fuentes-Ortiz, E. G. 2024. Checklist of spiders (Arachnida: Araneae) from Michoacán state, México. Manuscrito en preparación.
- Molinero, A. G. 2013. La taxonomía de Araneidos y el comportamiento de elaboración de Telas. *Revista de Divulgación e Investigación en Ciencias Naturales*. Vol 1. 7:35.
- Rohlf, F.J. 2017. TpsDig2 (Version 2.30). Obtenido de <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>
- Rohlf, F.J. 2017. TpsUtil (Version 1.74). Obtenido de <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>

- Schutt, Karin. 1995. *Drapetisca socialis* (Araneae: Linyphiidae): Web reduction - ethological and morphological adaptations. *European Journal of Entomology*. Vol. 95: 553-563.
- Senasica. 2012. Ficha Técnica Ácaro Rojo de la Palma: *Raoiella indica* Hirst. http://langif.uaslp.mx/plagasdevastadoras/documentos/fichas/Acaro_rojo.pdf
- Sheets, H. D. 2005c. MakeFan, a tool for drawing alignment “fans” at equal angular spacing. www3.canisius.edu/~sheets/morphsoft.html; última consulta: 05.VIII.2011
- Slice, D. E. 2007. Geometric Morphometrics. *Annual Review Of Anthropology*, 36 (1). <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.34.081804.120613>
- Suter, R. B., Hirscheimer, A. J. y C. Shane. 1987. Senescence of Web construction behavior in male *Frontinella pyramitela* (Araneae, Linyphiidae). *The Journal of Arachnology*. Vol. 15 (2) 177-183 pp.
- Toro, I. M. V., Manriquez, S. G. y G. I. Suazo. 2010. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology*. Vol. 28 (4). 977-990 pp.
- Ubick, D. P. Paquin, P. E. Cushing y V. Roth. 2017. *Spiders of North America: An Identification Manual*. Second Edition. American Arachnological Society. 436 pp.
- Vollrant, F. y P. Selden. 2007. The Role of Behavior in the Evolution of Spiders, Silks, and Webs. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. Vol. 38: 819-846.
- Walter, A. 2008. The adaptative value of web decorations for *Argiope* spider (Araneae, Araneidae). Tesis Doctorado. Facultad de Matemáticas, Ciencias Naturales y Tecnología. Universidad Martin Luther Halle Wittenberg. 111 pp.
- World Spider Catalog. 2024. *World Spider Catalog*, 21. <https://wsc.nmbe.ch/statistics>. Abril, 2024. (Consultado en Abril, 2024)

Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., Sheets, H. D. y Fink, W. L. 2004. Geometric Morphometrics For Biologists: A Primer. 1st Edición. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-778460-1.x5000-5>

18. ANEXOS

GUIA DE CARACTERIZACIÓN VEGETAL (Aramburu y Escribano (2014); Ochoa (1999))

A. Estratificación vertical:

1. Estrato

- A. Suelo
- B. Herbáceo
- C. Arbustivo
- D. Arbóreo
- E. *Opuntia sp*
- F. Rocas

B. Estratificación horizontal:

2. Grado de recubrimiento vegetal del suelo




- A. *Formaciones cerradas*: Los individuos tienen contacto unos con otros.
- B. *Formaciones abiertas*: Espacios entre los individuos
- C. *Formaciones dispersas*: Terreno sin vegetación y suelo entre los individuos.

3. Disposición del follaje

- A. *Continuo*: Las hojas se distribuyen uniformemente sobre todo el follaje.
- B. *Irregular*: Las hojas más densas en sectores, pero sin aberturas apreciables.
- C. *Agrupados*: Las hojas se agrupan, que el follaje queda abierto en partes.
- D. *Sin hojas*.

4. Transmitancia solar

- A. *Transparente* (30 - 50%)
- B. *Semitransparente* (16 - 29%)
- C. *Denso* (5 - 15%)

		
Ramaje llorón	Ramaje horizontal	Ramaje desparramado
Ligero (Transparente)	Hojas grandes (Semitransparente)	Denso
30 - 50 %	16 - 29 %	5 - 15 %

5. Penetrabilidad del Viento

Grado	Tipo	Velocidad m/s	Efectos sobre las personas	Efectos en edificios y vegetación
0	Calma	0 - 0,5	Ninguno.	El humo asciende verticalmente, la superficie del agua está tranquila.
1	Brisa muy suave	0,6 - 1,5	Movimiento apenas percibido debido al enfriamiento.	La dirección del viento la muestra el humo pero nimbos veleros
2	Brisa leve	1,6 - 3,3	Se siente el viento en la cara.	Atrullido de las hojas.
3	Brisa suave	3,4 - 5,4	El cabello y la ropa se mueven, empieza la incomodidad.	Se mueven las hojas y ramitas de los árboles, estensión de banderas y nzos en el agua.
4	Brisa moderada	5,5 - 7,9	El cabello se desamolla, medianamente incómodo	Se levantan polvo y papeles, las ramas de los árboles se mueven.
5	Viento fuerte	8,0 - 10,7	La fuerza del viento se siente incómodamente sobre el cuerpo.	Los árboles con follaje empiezan a inclinarse, olas con cresta blanca.
6	Viento muy fuerte	10,8 - 13,8	Se escucha el viento, el cabello se extiende, es difícil caminar	Las hojas se desprenden, la arena o nieve vuela, las ramas más grandes se mueven.
7	Vendaval	13,9 - 17,1	Caminar contra el viento equivale a subir una cuesta de 1/7.	Todos los árboles se encuentran en movimiento.
8	Ventarrón	17,2 - 20,7	Caminar contra el viento equivale a subir una cuesta de 1/5.	Las ramas grandes se doblan y las pequeñas se rompen.
9	Ventarrón fuerte	20,8 - 24,4	Las ráfagas empujan, equivale a subir una cuesta de 1/4.	Las estructuras ligeras se dañan, las hojas se mueven.
10	Borrasca	24,5 - 28,4	El viento hace casi imposible moverse, equivale a subir una cuesta de 1/3.	Las estructuras están considerablemente dañadas y los árboles partidos o amancados de cuajo.
11	Borrasca fuerte	28,5 - 29,0	Hombres y animales arrastrados o elevados.	Edificios destruidos y troncos enteros arrancados.
12	Huracán	más de 29,0	Destrucción total.	Destrucción total.

6. Tamaño de las hojas	A. Pequeñas (1 cm.) B. Medianas (10 cms.) C. Grandes (20 cms.) D. Sin hojas
7. Abundancia y densidad	<i>Escasa:</i> 1-4 individuos por m ² <i>Poco frecuente:</i> 5-4 individuos por m ² <i>Frecuente:</i> 15-29 individuos por m ² <i>Abundante:</i> 30-99 individuos por m ² <i>Muy abundante:</i> >100 individuos por m ²
C. REDES	1. Coordinadas 2. Alto 3. Ancho 4. Ángulo 5. Altura de anclaje 6. Orientación 9. Ancho máximo (AH) 10. Ancho mínimo (AH)

Cuadro 13. Manual de caracterización vegetal vertical y horizontal (Modificado de Aramburu y Escribano 2014 y Ochoa, 1999).

19. LITERATURA CITADA GENERAL

- Alencastre, J. M. 2015. Caracterización de las Propiedades Dinámicas de la Seda de Araña. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. 171.
- Alvite, B. N. 2021. Revisión bibliográfica: Propiedades mecánicas y aplicabilidad de las sedas de araña. Tesis de Licenciatura. Universidad de Coruña. 27 pp.
- Benjamin, S. P. y S. Zschokke. 2004 Homology, behaviour and spider webs: web construction behaviour of *Linyphia hortensis* and *L. triangularis* (Araneae: Linyphiidae) and its evolutionary significance. *Journal of Evolutionary Biology*. Vol. 17. 120-130.
- Blackledge, T. A., Coddington, J. A. y R. G. Gillespie. 2003. Are three-dimensional spider webs defensive adaptations?. *Ecology Letters*. Vol. 6. pp. 13-18.
- Coddington J. A. y H. W. Levi. 1991. Systematics and Evolution of spider (Araneae). *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 22: 565-592.
- Díaz, D. C. P. 2007. Relación entre la ubicación, el área y el tipo de red, con la captura de presas en arañas de sotobosques Tolima. Tesis de Licenciatura. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 36 pp.
- Emerton, J. H. 1902. *The Common spiders of the United States*. Ginn & Company, Publishers. the athenaeum press. 225 pp.
- Foelix, R. F. 2011. *Biology of spider*. 3ra. Edition. Oxford university press. USA. 428 pp
- Holland, G. P., Jenkins, J. E., Creager, M. S., Lewis, R. V. y J. L. Yarger. 2008. Solid-State NMR Investigation of Major and Minor Ampullate Spider Silk in the Native and Hydrated States. *Biomacromoleculares*. Vol. 9. 651-657.
- Janetos, A. C. 1982. Foraging Tactics of Two Guilds of Web-Spinning Spiders. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. Vol. 10. pp. 19-27.
- Mariano-Martins, P., Lo-Man-Hung, N. y T. T. Teixeira. 2020. Evolution of Spiders and Silk Spinning: Mini Review of the Morphology, Evolution, and Development of Spiders' Spinnerets. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 8:109.

- Maya-Morales, J. 2010. Diversidad de arañas de la vegetación en un bosque mesófilo de montaña en Chiapas, México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Campeche, México. 69 pp.
- Molinero, A. G. 2013. La taxonomía de Araneidos y el comportamiento de elaboración de Telas. Revista de Divulgación e Investigación en Ciencias Naturales. Vol 1. 7:35.
- Perea, B. 2010. Influencia de la radiación ultravioleta en el comportamiento mecánico y en la microestructura de las fibras de seda de Araña. Tesis de Doctorado. Universidad politécnica de Madrid. 168.
- Rypstra, A. L. 1983. The importance of food and space in limiting web-spider densities; a test using field enclosures. Oecologia. Vol. 59. pp. 312-316.
- Schutt, Karin. 1995. *Drapetisca socialis* (Araneae: Linyphiidae): Web reduction - ethological and morphological adaptations. European Journal of Entomology. Vol. 95: 553-563.
- Suter, R. B. 1984. Web tension and gravity as cues in spider orientation. Behavioral Ecology and Sociobiology. Vol. 16: 41-36.
- Suter, R. B., Hirscheimer, A. J. y C. Shane. 1987. Senescence of Web construction behavior in male *Frontinella pyramitela* (Araneae, Linyphiidae). The Journal of Arachnology. Vol. 15 (2) 177-183pp
- Ubick, D. P. Paquin, P. E. Cushing y V. Roth. 2017. Spiders of North America: An Identification Manual. Second Edition. American Arachnological Society. 436 pp.
- World Spider Catalog. 2024 World Spider Catalog, 21. <https://wsc.nmbe.ch/statistics>. Junio, 2020. (Consultado en Julio, 2021)