

DIVERSIDAD DE GREMIOS DE ARAÑAS EN HUMEDALES URBANOS DE LA
CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI

LUIS FELIPE ESTRADA GAVIRIA

UNIVERSIDAD ICESI,
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES,
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI
2017

DIVERSIDAD DE GREMIOS DE ARAÑAS EN HUMEDALES URBANOS DE LA
CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI

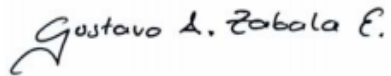
LUIS FELIPE ESTRADA GAVIRIA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
PREGRADO EN: BIOLOGÍA

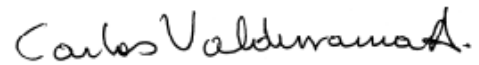
CARLOS VALDERRAMA A., PhD
Director del Departamento de Ciencias Biológicas
Universidad ICESI

SANTIAGO DE CALI
2017

Aprobado por:



Gustavo Zabala PhD
Evaluador



Carlos Valderrama A. PhD
Director del proyecto

Santiago de Cali, 07 de Julio del 2017

Agradecimientos

A Angélica Estrada, Jafitza Gaviria, Guillermo Estrada y Alexis Castrillón por ser el ejemplo, mi apoyo y por su entrega total que permitieron que siguiera adelante con mi decisión de vida. A mi familia en general por el apoyo constante en el transcurso de mi carrera.

A mis compañeros de carrera, quienes de alguna u otra forma estuvieron presentes durante mi formación académica y profesional.

A los profesores con los que tuve la oportunidad de tomar cursos, gracias a ellos aprendí a observar y conocer lo magnífica que es la naturaleza.

Agradezco especialmente a Angie Orejuela que ser siempre quien estuvo dispuesta a colaborar y prestar oído, siendo mi mano derecha durante este proceso.

A mis compañeros y compañeras Carolina Ortiz, Angie Orejuela, María Fernanda Restrepo, Juan Carlos Cárdenas, Jorge Lizaraso, Daniel Salazar y Patricio Macas quienes me acompañaron con mucha actitud a realizar las colectas de información en campo. A mis amigos y amigas María Fernanda Restrepo, Daniela Ayala, Lina Agredo, Felipe Vergara, Alejandro Castaño por estar presentes con buena energía y consejos en el desarrollo de este proyecto de grado.

A Sebastián Moreno, Nicolás Hazzi y Rubén D Palacio por colaborar en la estructuración inicial de mi investigación y dar consejo oportuno para el desarrollo del proyecto de grado. A Manuel Sánchez por tan buena actitud frente al soporte práctico y consejo sobre el desarrollo metodológico.

A los profesores Carlos Valderrama, Gustavo Londoño y Camila por el soporte académico y práctico durante el desarrollo de esta tesis de grado. Muchas gracias por atenderme y corregirme cuando fue necesario. De igual forma, agradezco la disposición de los equipos y materiales necesarios para la metodología.

A la Universidad Icesi por ser el lugar donde empieza a encaminarse el rumbo de mi vida y permitir que de alguna u otra forma me enfrentara a experiencias enriquecedoras.

A CVC - Buga y DAGMA por facilitar los permisos y demás procesos burocráticos para el desarrollo de la presente investigación. A la señora Ana María Valencia, por estar pendiente de los muestreos en los humedales facilitando el acceso a estos lugares.

A todas las personas que influyeron en mi formación personal y profesional, muchísimas gracias de corazón.

Contenido

Resumen	8
Abstract	9
1. Introducción	10
2. Descripción del trabajo	12
2.1. Planteamiento del problema	12
2.2. Marco teórico	13
2.2.1. Importancia de los humedales urbanos a nivel internacional y nacional 13	
2.2.2. Araneofauna en ecosistemas acuáticos	14
2.2.3. Araneofauna en humedales urbanos.....	15
2.3. Objetivos	16
2.3.1. Objetivo general	16
2.3.2. Objetivos específicos.....	16
2.4. Metodología	17
2.4.1. Área de muestreo	17
2.4.2. Toma de datos	19
2.4.3. Procesamiento del material colectado	20
2.4.4. Caracterización del humedal	20
2.4.5. Procesamiento de la información	22
2.5. Resultados	23
2.5.1. Composición general de Araneofauna.....	23
2.5.2. Agrupación por gremios	27
2.5.3. Curvas de acumulación de especies	29
2.5.4. Estructura del ecosistema	33
2.5.5. Correlación de variables	33
2.6. Discusión	38
2.6.1. Composición general de la Araneofauna	38
2.6.2. Curvas de acumulación de especies e índices de riqueza	40
2.6.3. Composición de gremios	42
2.6.4. Composición de las coberturas	44
2.7. Conclusiones	45

2.8. Recomendaciones	46
2.9. Bibliografía	47
2.10. Anexos	52

Lista de tablas

Tabla 1 Descripción de las coberturas vegetales.	19
Tabla 2 Abundancia de individuos por familias por edades combinando la información de tres humedales estudiados.....	23
Tabla 3 Riqueza de especies y porcentaje de riqueza de familias en los tres humedales.	24
Tabla 4 Número de especies presentes en cada una de las coberturas vegetales evaluadas..	25
Tabla 5. Abundancia y porcentaje de abundancia de cada uno de los gremios para los humedales muestreados.	27
Tabla 6. Resumen de estimadores de riqueza no paramétricos calculados para cada humedal muestreado..	30

Lista de Figuras

- Figura 1** Ubicación del Humedal Cañasgordas, Ciudad Jardín – Municipio de Santiago de Cali. Indicando los lugares para cada unidad de muestreo..17
- Figura 2** Ubicación Humedal de La Babilla – Municipio de Santiago de Cali. Indicando los lugares para cada unidad de muestreo.....18
- Figura 3** Ubicación Humedal Chiquique – Municipio de Yotoco. Indicando los lugares para cada unidad de muestreo.....18
- Figura 4** Procedimiento de colecta de hojarasca en 1 metro cuadrado en Zona de Pastizal, en el Humedal Chiquique.20
- Figura 5** Medición de estructura de la vegetación, cuantificando número y altura de los árboles en la zona de borde de quebrada, del Humedal de la Babilla..21
- Figura 6** Medición de densidad de dosel con el densiómetro esférico (convexo) en el Borde de Laguna del Humedal Chiquique.22
- Figura 7.** Riqueza de especies y abundancia de individuos para cada humedal. .24
- Figura 8** Curva de rango de abundancia de especies (o Curva de Whittaker) para cada uno de los humedales muestreados.26
- Figura 9** Distribución de los gremios en cada uno de los humedales muestreados.28
- Figura 10.** Distribución de los gremios de arañas en cada cobertura vegetal para todos los humedales muestreados.29
- Figura 11** Curva de acumulación de especies e índices de riqueza para todos los humedales muestreados.....31
- Figura 12.** Curva de acumulación de especies e índices de riqueza para el Humedal Cañasgordas.....31

Figura 13 Curva de acumulación de especies e índices de riqueza para el Humedal de La Babilla.32

Figura 14 Curva de acumulación de especies e índices de riqueza para el Humedal Chiquique.....32

Figura 15 Riqueza de especies versus el porcentaje de cobertura de dosel para cada uno de los humedales muestreados..34

Figura 16 Riqueza de especies versus el volumen de hojarasca para cada uno de los humedales muestreados.35

Figura 17 Riqueza de especies versus la altura de los árboles para cada uno de los humedales muestreados.....36

Figura 18. Riqueza de especies versus el número de árboles para cada uno de los humedales muestreados.....37

Lista de anexos

Anexo A Número de individuos adultos identificables para cada una de las morfoespecies por familia en cada una de las coberturas vegetales en los tres humedales muestreados.....52

Anexo B Número de individuos por cada uno de las familias para los respectivos gremios.56

Anexo C Valores para el estadístico de normalidad y la correlación de Pearson y Spearman.57

Resumen

Las arañas son consideradas como los depredadores de insectos más importantes de los ecosistemas terrestres y aun así, no se conoce mucho de ellas en los humedales del mundo. Colombia no es la excepción y el Valle del Cauca tampoco, por ello en esta investigación se evalúa la riqueza y abundancia de especies en el Humedal Cañasgordas y otros dos humedales con diferentes estados de conservación. Asimismo, se establece una clasificación en seis gremios de acuerdo a su estrategia de caza, separándolas por cazadoras cursoriales, depredadoras de emboscada, tejedoras orbiculares, en sábana, irregulares y en tubo, permitiendo conocer que porción de los biorecursos está siendo explotada en el humedal, así como también conocer una aproximación a la complejidad de los mismos. Dentro de cada humedal se establecieron las siguientes coberturas vegetales: borde de quebrada, borde de espejo de agua, arbustos y pastizales. En cada cobertura se establecieron 5 unidades de muestreo de colecta manual directa debajo de la rodilla, a excepción de la zona bosque donde se realizó agitación de follaje, para un total de 70 unidades de muestreo. En estos mismos puntos se tomaron medidas de volumen de hojarasca, cobertura de dosel, número y altura de los árboles, para conocer la estructura de la vegetación.

Se encontró un total de 727 individuos, de los cuales 416 son adultos identificables. Se registraron 113 morfoespecies, agrupadas en 20 familias de las 55 reportadas para Colombia, siendo Tetragnathidae, Araneidae, Theridiidae y Linyphiidae las más abundantes. El humedal con mayor riqueza de especies fue el Cañasgordas, seguido del Chiquique (el cual tuvo mayor abundancia) y por último el humedal de La Babilla. La riqueza estuvo dominada entre las coberturas vegetales por la zona de arbustos, seguido de la zona de bosque, dejando a Borde de quebrada y pastizal como los menos diversos.

La composición de los gremios reflejó las características de los humedales urbanos y rurales, en su conjunto, así como también mostró cualidades propias para cada humedal. La proporción de los gremios fue relativamente homogénea para la zona de bosques en todos los humedales, mostrando una de las formas en las que la complejidad del bosque, sostiene equilibradamente la diversidad de arañas.

Las variables de volumen de hojarasca, cobertura de dosel, número y altura de los árboles correlacionadas con el número de especies mostró en general una tendencia creciente cuando aumentan los variables nombradas, reforzando la idea que el aumento en la complejidad del hábitat incrementa el número de especies y su abundancia.

Abstract

Spiders are considered to be the most important insect predators in terrestrial ecosystems, yet not much is known about them in the wetlands of the world. Colombia is not an exception; nor is the Valle del Cauca. For this reason, this research evaluates the richness and abundance of species in the Cañasgordas Wetland and two other wetlands in different states of conservation. The research also establishes a six-guild classification, separating individuals based on predator strategy: Cursorial predators, ambush predators, orb weavers, sheet weavers, irregular weavers and tube weavers. Establishing predator strategies provides insight into what portion of the bio resources are being exploited in the wetland, as well as knowledge of approximate wetland complexity. The following vegetation coverage was established within each wetland: Strain edge, water pond edge, forest, shrubs and grasslands. Five samples were manually collected within each vegetation coverage under the knee, with the exception of the forest zone, where foliage beating was conducted, for a total of 70 samples. Litter volume, canopy cover, and the number and height of trees were measured at the collection sites in order to determine vegetation structure.

A total of 727 individuals were found, of which 416 were identifiable adults. 113 morpho- species were registered, grouped in 20 families of the 55 families reported in Colombia. Among the registered families, the most abundant found were Tetragnathidae, Araneidae, Theridiidae and Linyphiidae. The wetland with the greatest species richness was the Cañasgordas Wetland, followed by Chiquique (which had greater abundance), with the La Babilla Wetland showing the lowest species diversity.

La riqueza estuvo dominada entre las coberturas vegetales por la zona de Arbustos, seguido de la zona de Bosque, dejando a Borde de quebrada y Pastizal como los menos diversos. The species richness was dominated by the vegetation cover in the shrub zone, followed by the forest zone, leaving the water pond edge and the grasslands as the vegetation cover with the least species diversity.

1. Introducción

Los humedales son ecosistemas que permiten la acumulación de agua de forma temporal o permanente por procesos geológicos e hidrológicos, dando lugar a la acumulación de especies adaptadas a estas condiciones (Jaramillo, *et al* (eds.), 2015). La importancia de los humedales parte desde los servicios ecosistémicos que prestan (RAMSAR, 2012), ya que dependiendo donde se encuentren ubicados sirven como zonas de amortiguación de las variaciones del clima (RAMSAR, 2008). Son considerados también una fuente de diversidad, ya que albergan gran número de especies asociadas directamente a ellos, como otro gran número de especies migratorias (Montalvo y Herrera, 1993; Naranjo, 1997).

Las arañas dentro de los ecosistemas del trópico pueden llegar a tener un consumo de hasta 300 millones de toneladas de presas al año (Nyffeler, 2017). Seis de las 113 familias de arañas que existen, han sido registradas depredando en diferentes tipos de cuerpos de agua (Nyffeler y Pusey, 2014; World Spider Catalog, 2017). Las ideas anteriores sugieren una importancia en el impacto de las arañas en ecosistemas en general, pero particular en los dulceacuícolas, que debe ser visto con detalle.

Los estudios de composición, riqueza y diversidad de artrópodos terrestres en humedales colombianos se ha concentrado en hábitat de montaña como los realizados en el humedal Joboque (Sanchez y Amat-Garcia, 2005) y los realizados en humedales altoandinos cundiboyacenses (Clavijo y Amarillo, 2013), ambos buscaban la relación de artrópodos con hábitos alimenticios, bajo diferentes factores de perturbación y la función de estos en la dinámica en el humedal (Sanchez y Amat-Garcia, 2005).

En el Valle del Cauca no se han realizado caracterizaciones de arañas en humedales, los estudios más cercanos son los realizados por Florez (1998) determinando la estructura de comunidades de arañas en el Valle del Cauca en el Cañon del Río Nima y la Reserva Escalereite, en la determinación de riqueza y composición de arañas en diferentes coberturas vegetales en El Vínculo (Cabrera, *et al*, 2010) y otros estudios como los realizados por Betancur, Cabra y Armbrrecht (2000) que permiten conocer parte de la diversidad urbana de arañas en la ciudad de Santiago de Cali.

La información sobre diversidad de arañas en el Valle del Cauca, en particular de arañas en humedales, resulta importante de conocer actualmente para complementar la información a nivel local y nacional. Sumado a esto, la evaluación de gremios es una aproximación a las necesidades alimenticias, de vegetación y de estructura del hábitat local de las arañas, la cual ayuda a determinar cuales son los aspectos que deben permanecer en cada ecosistema.

Este trabajo evaluó la riqueza, y distribución de gremios de arañas de un humedal intervenido como el humedal Cañasgordas en la ciudad de Cali y comparándolo con el humedal de La Babilla en Cali y el humedal Chiquique en Yotoco, todos en el Valle del Cauca. Además se determinó el volumen de hojarasca, la cobertura de dosel, el número y altura de los árboles en las zonas de muestreo como medición de la estructura vegetal. Posteriormente se comparó entre las coberturas vegetales y se correlacionó con la riqueza de arañas para determinar los parámetros de estructura vegetal que caracterizan la diversidad de cada humedal.

Se utilizó la colecta manual directa (CMD) durante una hora como unidad de muestreo. Los humedales se dividieron en cinco tipos de cobertura vegetal: borde de laguna, borde de quebrada, arbustos, pastos y bosque. En los primeros cuatro se establecieron cinco (5) unidades de muestreo de CMD y en la zona de bosque, cinco (5) unidades de muestreo más de agitación de follaje (AF), para un total de 25 horas de muestreo para cada humedal. La estructura vegetal se caracterizó desde las medidas de volumen de hojarasca, cobertura vegetal, número de árboles y altura de los árboles. Cinco de estas medidas por cada uno de los tipos de cobertura vegetal, es decir, 25 medidas de cada parámetro por humedal.

Los organismos colectados fueron almacenados en alcohol etílico al 85% y están a disposición en la Colección de Zoología de la Universidad Icesi en Cali. Fueron clasificados desde características fácilmente observables como la presencia de espinas, forma del abdomen y disposición de los ojos, luego sub-agrupados por familias y con los organismos que fue posible, llegar a la clasificación taxonómica inferior. Desde las familias fue posible su agrupación por gremios, de acuerdo a las formas de explotar el recurso, siendo adecuada y basada en la propuesta por Silva-Davila y Coddington (1996).

Estadísticamente se logró generar curvas de acumulación con los datos observados y compararlos con las estimaciones de los índices de riqueza como ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jack-knife1 y bootstrap, para medir el estado de la colecta. Mediante correlaciones lineales y logarítmicas se mostró la tendencia de la abundancia y la riqueza de especies cuando varían los parámetros de estructura vegetal. Todo esto permitió reconocer e identificar los aspectos puntuales de complejidad del ecosistema que favorecen a los valores de riqueza y abundancia para los humedales Cañasgordas, La Babilla y Chiquique.

2. Descripción del trabajo

2.1. Planteamiento del problema

Los humedales hacen parte de los entornos más productivos del mundo, siendo cunas de diversidad biológica y fuentes de agua. La productividad primaria en estos ecosistemas es muy grande, haciendo que muchas especies tanto de plantas, animales y organismos unicelulares dependan de ello para vivir (RAMSAR, 2008). Los humedales también tienen funciones socioeconómicas, como la mitigación de impacto por inundaciones, absorción de contaminantes, retención de sedimentos y demás, las cuales por su valor y atributos son de beneficio para la comunidad en general (RAMSAR, 2012).

Dentro de los tipos de humedales, se encuentran los humedales urbanos, los cuales son los que están dentro de los límites de la ciudad o población (RAMSAR, 2008). Estos humedales prestan servicios de tratamiento de aguas servidas a los ciudadanos, así como también son espacios que contribuyen a la salud física y mental de las personas que los visitan. Mucha de la fauna que habita en estos lugares está relativamente restringida y especializada a estos ecosistemas, además de servir como lugar de paso tanto para peces como para aves migratorias (RAMSAR, 2012; Naranjo, 1997).

La coexistencia de áreas de recarga y descarga de aguas subterráneas, como en los humedales, hace que aumente la diversidad por área del paisaje, ya que permite la asociación de animales y plantas, al igual que permite el complemento del ciclo de vida de muchos animales en diferentes épocas del año (Montalvo y Herrera, 1993). Sobre las arañas y su función dentro de ecosistemas acuáticos no se conoce mucho, ya que los estudios de artrópodos están enfocados principalmente a macroinvertebrados acuáticos. Sin embargo se debe tener en cuenta que las arañas representan cerca del 5% (Blanco y Salas, 2007) de todos los artrópodos, donde cerca de 10 familias actúan como depredadores de ecosistemas acuáticos. No cabe duda que su papel es de regulador al igual que lo hacen en ecosistemas agrícolas, de los que se conoce más (Langellotto y Denno, 2004; Nyffeler y Birkhofer, 2017; Rodrigues, *et al.*, 2009; Simó, *et al.*, 2011). La explotación de recursos por parte de arañas en ecosistemas acuáticos no se conoce en profundidad y se cree que juegan un papel importante en el flujo de energía dentro de los ecosistemas a los que pertenecen (Nyffeler, 2000; Nyffeler y Birkhofer, 2017; Rodrigues *et al.*, 2009).

El presente estudio fue realizado en tres humedales del Valle del Cauca, dos de los cuales están dentro de la ciudad de Cali. Estos humedales se encuentran rodeados de zonas urbanas, agrícolas y pequeños parches de bosque seco muy intervenidos, características de lo urbano y rural que influyen sobre ellos.

Dada la escases de información sobre diversidad y riqueza de arañas en el Valle del Cauca y en particular de arañas en humedales, es importante conocer la actualidad de estos aspectos para complementar la información a nivel local y nacional. Contrastar la diversidad de arañas entre los humedales con diferentes grados de perturbación es importante para conocer cuáles son las características que cambian entre ellos y que pueden estar marcando diferencias en la diversidad.

Por medio de esta investigación se determina cuál es la tendencia de la diversidad y distribución de gremios de arañas en el intervenido Humedal Cañasgordas de Santiago de Cali, respecto al Humedal de La Babilla el cual tiene una conexión media con el Zanjón del Burro y el Humedal Chiquique, un humedal inundable en la zona rural del Municipio de Yotoco.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Importancia de los humedales urbanos a nivel internacional y nacional

En la décima reunión de RAMSAR en 2008, se reconoce que los humedales en zonas urbanas y periurbanas (perímetro de las ciudades) ofrecen servicios ecosistémicos de gran importancia a la comunidad (RAMSAR, 2012). Además de servir por su efecto de amortiguación en zonas ribereñas y costeras, los humedales ayudan a regular las consecuencias de las variaciones del clima (RAMSAR, 2008). Sumado a esto los humedales constituyen una red de espacios naturales y semi-naturales que representan una fuente de diversidad, siendo de particular interés en la conservación (Montalvo y Herrera, 1993).

En Colombia existe una porción significativa de biodiversidad albergada en estos ecosistemas, mucha de la cual está restringida y especializada en ellos, al igual que sirven de hábitat clave para fauna migratoria (Naranjo, 1997). Estudios de composición, riqueza y diversidad de artrópodos terrestres de humedales colombianos se ha concentrado en hábitat de montaña como los realizados en el Humedal Joboque (Sanchez y Amat-Garcia, 2005) y estudios realizados en humedales altoandinos (Clavijo y Amarillo, 2013), en estos estudios buscan la relación de artrópodos con hábitos alimenticios bajo diferentes factores de perturbación y la función dentro de la dinámica en el humedal (Sanchez y Amat-Garcia, 2005).

En el valle del cauca no se han realizado caracterizaciones de arañas en Humedales, los estudios más cercanos son los realizados por Florez (1998) evaluando la estructura de comunidades de arañas en el departamento del Valle del Cauca, en donde realizó muestreos en varios lugares asociados a cuerpos de agua como en el Cañón del Río Nima y la Reserva Escalereite. Otros estudios como los

realizados por Betancur, Cabra y Armbrecht (2000) permiten conocer parte de la diversidad urbana de arañas en la ciudad de Santiago de Cali. Al igual que la tesis de pregrado de Delgado (2012) realizada en El Hatico, midiendo diversidad y algunos parámetros de estructura vegetal; sin embargo no son humedales propiamente.

2.2.2. Araneofauna en ecosistemas acuáticos

Las arañas constituyen cerca del 5% de todos los artrópodos (Blanco y Salas, 2007), son cerca de 46.739 especies registradas (World Spider Catalog, 2017) y todas son grandes depredadores tanto de otros invertebrados, como de ranas, sapos, salamandras, lagartos, murciélagos, ratones, ratas y aves (Capinera, 2010; Menin *et al*, 2005; Costa-Pereira *et al*, 2010; Nyffeler y Knörnschild, 2013). Existen registros de alrededor de 6 familias de arañas depredando peces y otros animales en cuerpos de agua dulce (Nyffeler y Pusey, 2014), por ello se espera que su impacto en la red trófica de ecosistemas acuáticos como los humedales sea importante de conocer. Las arañas son depredadores generalistas, ubicándose en los niveles intermedios de las cadenas tróficas y es importante su rol como depredadores de herbívoros (Young y Lockley, 1985).

Predicciones matemáticas realizadas por Nyffeler (2017) plantean que comunidades de arañas del trópico consumirían cerca de 303×10^{12} g año⁻¹, que vendrían siendo cerca de 300 toneladas de presas consumidas, lo cual no permite negar su gran impacto en la comunidades de invertebrados. Sin embargo la ecología alimentaria de las arañas, está mayormente investigada en ecosistemas terrestres agropecuarios, en bosques y demás teniendo un papel como agentes estabilizadores y reguladores de poblaciones de insectos (Nyffeler y Benz, 1987), este impacto debe ser reforzado para arañas forrajeras en ecosistemas acuáticos.

Las arañas depredadoras errantes en ecosistemas acuáticos y semiacuáticos son las pertenecientes a las familias Ctenidae, Lycosidae, Liocranidae, Sparassidae y Trechaleidae, de las cuales se sabe que las categorías de presas utilizadas son peces de agua dulce (Teleostei), otros vertebrados (renacuajos y ranas), crustáceos (acociles y camarones), patinadores (Gerridae), barqueritos (Notonectidae), escarabajos acuáticos (Dytiscidae), escarabajos carroñeros acuáticos (Hydrophilidae), frigáneas (Tricoptera), efímeras (Ephemeroptera), moscas de piedra (Plecopteros), mosquitos (Chironomidae, Culicidae) y libélulas (Odonata) (Nyffeler y Pusey, 2014).

No cabe duda de su rol depredador en ecosistemas acuáticos y semiacuáticos, dando importancia a conocer cuál es su papel en estos ecosistemas y de qué forma se están distribuyendo este tipo de presas entre los diferentes gremios de arañas. Es lamentable la falta de información que hay acerca de las arañas en ecosistemas

acuáticos como los humedales, puesto que son lugares con una productividad altísima y el flujo energético que se da a esta escala es de vital importancia para el mismo.

2.2.3. Araneofauna en humedales urbanos

A pesar de ser los humedales de gran importancia faunística y para asentamientos humanos, pocos estudios se han realizado acerca de su diversidad en zonas aledañas a Santiago de Cali. Por ejemplo existe un Plan de Manejo del Humedal Cañasgordas (Fundación Río Cauca, 2007), en el cuál se muestrean superficialmente algunos grupos animales como peces, herpetos y macroinvertebrados. Se reconoce que este tipo de información es insuficiente en el conocimiento de la artropofauna y su rol en ecosistemas acuáticos, por ello y como soporte del Plan de Manejo del Humedal Cañasgordas se utilizaron estudios de diversidad y distribución de gremios de arañas como línea base para el monitoreo de este humedal. Al igual que fue comparada su diversidad y la distribución de los gremios con otros dos humedales del Valle del Cauca, los cuales tienen diferentes características de intervención.

No hay muchos estudios sobre arañas en ecosistemas de transición como los humedales, sin embargo se ha encontrado que la densidad, riqueza y los ensamblajes de arañas están directamente relacionados con la estructura y riqueza de macrófitas acuáticas en la parte alta del río Paraná en Brasil (Ribeiro *et al*, 2012). Estudios enfocados en caracterizaciones de Araneofauna en humedales en Norte América, mostrando la tendencia de algunas familias a predominar en estos ecosistemas (Batzer, *et al.*, 1999). Esta escasez de información en la región del trópico permite comprender la importancia de reunirla, en particular en ecosistemas de transición como los humedales. De igual forma, tampoco existe información sobre diversidad y distribución de gremios de arañas en comparación con otros humedales más conservados, los cuales aportan las características potenciales que diferencian a estos ecosistemas.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Evaluar la riqueza y abundancia de arañas en un humedal intervenido como el humedal Cañasgordas y compararlo con el humedal de La Babilla y el humedal Chiquique en Yotoco - Valle del Cauca.

2.3.2. Objetivos específicos

Estimar la riqueza y abundancia de las comunidades de arañas en los humedales.

Evaluar la composición de los gremios de arañas encontradas en los humedales.

Determinar las diferencias en los índices de riqueza y la abundancia en los humedales y compararlos con estudios en ecosistemas similares.

2.4. Metodología

2.4.1. Área de muestreo

2.4.1.1. Localización y características de las áreas de estudio

La colecta de individuos se realizó en tres humedales del departamento del Valle del Cauca, el primer humedal es el Cañasgordas (**Figura 1**; 3°21'06.5"N 76°32'05.4"W) el cuál se compara con los humedales de La Babilla en el barrio Ciudad Jardín de Santiago de Cali (**Figura 2**; 3°21'41.2"N 76°32'33.2"W) y el Chiquique (**Figura 3**; 3°49'25.0"N 76°23'26.0"W) ubicado en el municipio de Yotoco. El Humedal de La Babilla tiene una conectividad con relictos boscosos de la parte occidental y el Humedal Chiquique se encuentra con un nivel de conservación más elevado que los anteriores, estas diferencias permitirán comparaciones entre ecosistemas con diferentes niveles de perturbación.

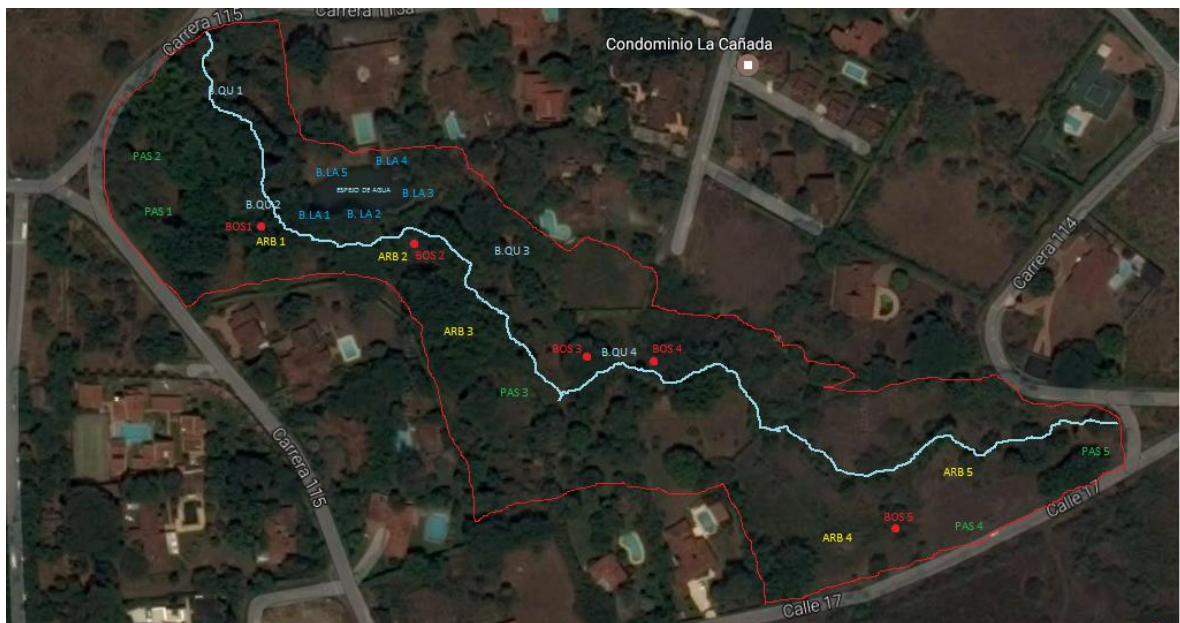


Figura 1 Ubicación del Humedal Cañasgordas, Ciudad Jardín – Municipio de Santiago de Cali. Indicando los lugares para cada unidad de muestreo. En color rojo se indica el perímetro del humedal, en color azul el flujo de agua en el humedal. ARB = Arbustos; BLA= Borde de laguna; BOS= Bosque; BQU= Borde de quebrada; PAS= Pastizal. Imágenes tomadas de Google maps (2017).

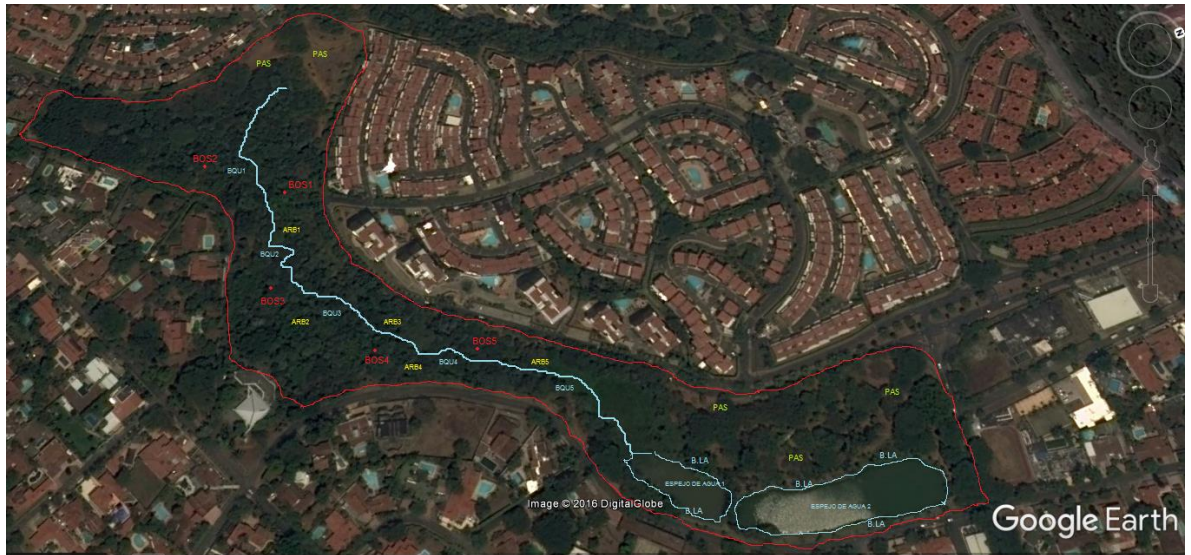


Figura 2 Ubicación Humedal de La Babilla – Municipio de Santiago de Cali. Indicando los lugares para cada unidad de muestreo. En color rojo se indica el perímetro del humedal, en color azul el flujo de agua en el humedal. ARB = Arbustos; BLA= Borde de laguna; BOS= Bosque; BQU= Borde de quebrada; PAS= Pastizal. Imágenes tomadas de Google Earth (2017).

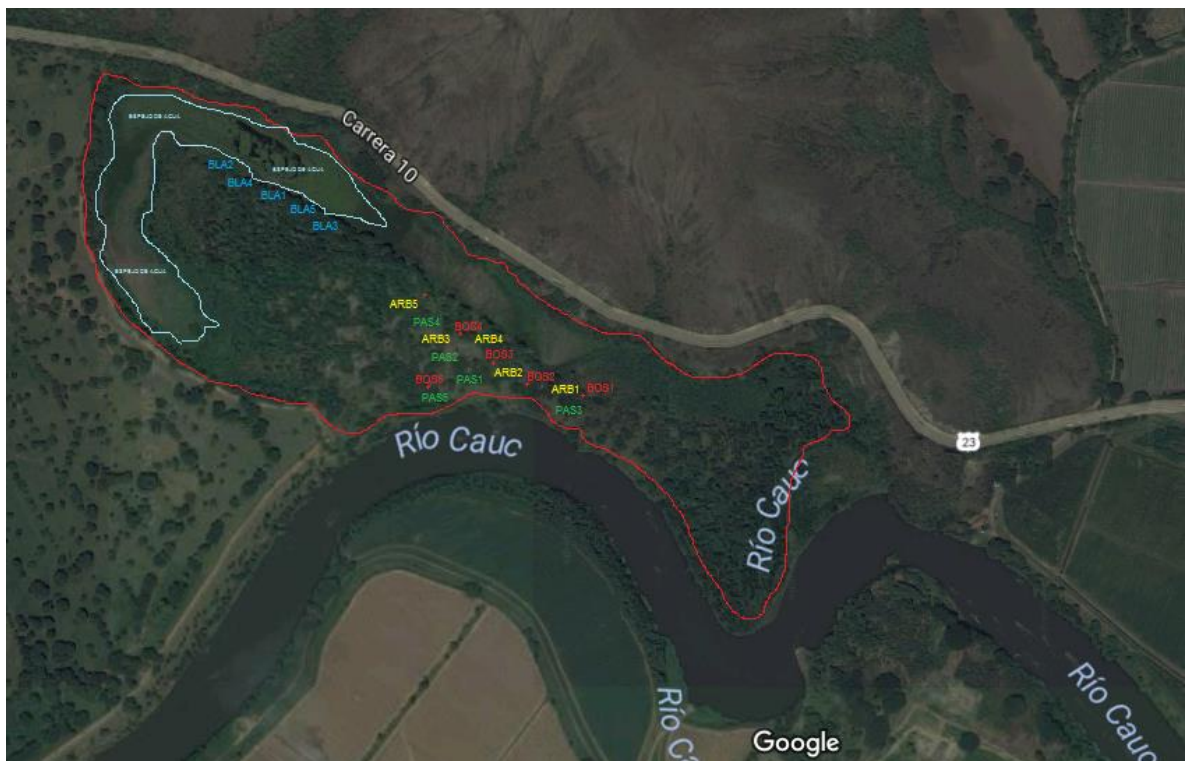


Figura 3 Ubicación Humedal Chiquique – Municipio de Yotoco. Indicando los lugares para cada unidad de muestreo. En color rojo se indica el perímetro del humedal, en color azul el flujo de agua en el humedal. ARB = Arbustos; BLA= Borde

de laguna; BOS= Bosque; BQU= Borde de quebrada; PAS= Pastizal. Imágenes tomadas de Google maps (2017).

2.4.2. Toma de datos

Los muestreos abarcan técnicas tanto directas como indirectas, según las condiciones de cada ecosistema. El método directo consiste en unidades de muestreo mediante Colecta Manual Directa (CMD) por debajo de la rodilla, mientras que los indirectos están conformadas por unidades de muestreo por agitación de follaje (AF), metodologías modificadas a las propuestas por Coddington y colaboradores (1991). Cada unidad de muestreo de CMD corresponde a una hora de búsqueda directa de las arañas en la zona estipulada.

En cada humedal encontramos la zona borde del espejo de agua (BLA), borde de quebrada (BQU), arbustos (ARB), pastizales (PAS) y bosque (BOS) (Tabla 1). Para las cuatro primeras se realizaron 5 unidades de muestreo de CMD debajo de la rodilla y para la zona bosque será agitación de follaje AF, para un total de 25 unidades de muestreo en cada humedal. Los muestreos se realizaron de acuerdo a las condiciones de cada ecosistema, por ello para el humedal Chiquique no se realizaron muestreos en Borde de quebrada, puesto que no está presente.

Los muestreos fueron realizados entre los meses de diciembre del 2016 y abril del 2017; en horario diurno, desde las siete de la mañana hasta la una de la tarde. En la colecta participaron un total de seis colectores, de los cuales dos no tenían experiencia previa en ello.

Tabla 1 Descripción de las coberturas vegetales.

Cobertura vegetal	Descripción
Borde espejo de agua	Zona de dos metros alrededor del borde de cada espejo de agua en cada humedal.
Borde de quebrada	Zona de dos metros a cada lado del borde de la quebrada que surte cada humedal.
Arbustos	Zona correspondiente a plantas y árboles de máximo tres metros de altura dentro del área de cada humedal.
Pastizales	Zona dentro de cada humedal donde predominan pastos de máximo un metro de alto.
Bosque	Zona dentro de cada humedal donde hay presencia de árboles con una altura superior a tres metros.

2.4.3. Procesamiento del material colectado

Los individuos colectados fueron trasladados al Laboratorio de Zoología de la Universidad ICESI, en recipientes plásticos con alcohol etílico al 85%. Se clasificaron por familias siendo separados en viales, posteriormente se clasificaron por morfotipos de acuerdo a patrones corporales, coloración, presencia de espinas y otros. Esta identificación se llevó a cabo mediante la utilización de dos estereoscopios Nikon SMZ645 y SMZ1500.

2.4.4. Caracterización del humedal

2.4.4.1. Medición de la hojarasca

Se midió el volumen de hojarasca en cada uno de las zonas donde se realizaron las colectas de individuos. El volumen es la cantidad de hojarasca al interior de un metro cuadrado (Figura 4) asignado aleatoriamente en cada uno de los lugares de muestreo, es decir, se midieron 25 metros cuadrados de hojarasca por humedal.



Figura 4 Procedimiento de colecta de hojarasca en 1 metro cuadrado en zona de pastizal, en el humedal Chiquique.

2.4.4.2. Estructura de la vegetación

Se realizó una evaluación de la estructura de la vegetación de forma rápida, realizando puntos de intercepción según los describen Mostacedo y Fredericksen (2000) para líneas y puntos de intercepción. Contabilizando el número de árboles y la altura de los mismos en 25 puntos dentro de cada humedal.



Figura 5 Medición de estructura de la vegetación, cuantificando número y altura de los árboles en la Zona de Borde de Quebrada, del humedal de la Babilla. Fotografía por Angie Orejuela.

2.4.4.3. Cobertura de la vegetación

La cobertura se midió utilizando un densiómetro esférico (convexo), con el cuál se registró información en cada uno de las unidades de muestreo, logrando un total de 25 mediciones de cobertura vegetal para cada humedal. Con la excepción del humedal Chiquique con 20 mediciones, dado que no hubo presencia de Borde de quebrada.



Figura 6 Medición de densidad de dosel con el densiómetro esférico (convexo) en el borde de laguna del humedal Chiquique.

2.4.5. Procesamiento de la información

2.4.5.1. Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies se graficaron según el número acumulado de especies colectadas (S) como función del esfuerzo de muestreo (n), este puede ser el número de individuos colectados o tiempo de muestreo (Colwell y Coddington, 1994).

2.4.5.2. Estimación de riqueza y diversidad

Se utilizaron los métodos no paramétricos para medir riqueza específica de ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jackknife1 y Bootstrap, todos en el programa EstimatesS 9.1.0 © (Colwell, 2017).

2.4.5.3. Correlación de variables

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para todas las variables, luego se procedió a realizar una correlación de Pearson entre el número de especies y cada una de las variables para aquellas con distribución normal (valor $p > 0,05$). Las variables con distribución no normal (valor $p < 0,05$), se les realizó una correlación de Spearman.

2.4.5.4. Elaboración de gráficas

Las gráficas de barras y curvas de acumulación de especies fueron realizadas con Microsoft Excel®. Las gráficas de regresión lineal se graficaron con el programa R, versión 3.4.0. y la plataforma Rstudio, versión 1.0.143. (R Development Core Team, 2017; RStudio Team, 2017). Mientras que las gráficas de similitud de Chao.Jaccard se realizaron con el programa PAST versión 3.15. (Hammer *et al*, 2001).

2.5. Resultados

2.5.1. Composición general de Araneofauna

En las 70 unidades de muestreo en los tres humedales, se colectaron 727 individuos, entre ellos 416 adultos y los restantes 311 son arañas juveniles y sub-adultos (Tabla 2). Se reportaron 20 familias de las 55 registradas para Colombia (Barriga y Moreno, 2013), distribuidas en 112 morfoespecies (mf-spp) (Anexo A).

La familia más abundante fue Tetragnathidae con 245 individuos colectados, seguido desde lejos por Araneidae y Theridiidae con 138 y 93 individuos, respectivamente, las cuales en conjunto representan más del 60% de todos los colectados. Las otras 17 familias poseen abundancias inferiores al 10% (Tabla 2). Las familias Mimetidae, Agelenidae, Hersiliidae, Aniphaenidae, Ctenidae, Sparasidae y Theridiosomathidae tienen menos de cinco individuos (Tabla 2). Las familias con mayor número de morfoespecies fueron Araneidae con 24, Theridiidae con 19, Salticidae con 15, Linyphiidae con 14 y Tetragnathidae con 10 (Tabla 3).

Tabla 2 Abundancia de individuos por familias por edades combinando la información de tres humedales estudiados.

Familias	Adultos	Juveniles	Sub-adultos	Total
Tetragnathidae	110	117	18	245
Araneidae	85	29	24	138
Theridiidae	78	9	6	93
Linyphiidae	47	8	8	63
Salticidae	31	16	2	49
Oxyopidae	6	21	1	28
Dipluridae	6	17	3	26
Lycosidae	10	3	11	24
Scytodidae	11	3	1	15
Thomisidae	9	3	0	12
Nephilidae	4	1	5	10
Uloboridae	6	0	1	7
Corinnidae	5	0	0	5

Familias	Adultos	Juveniles	Sub-adultos	Total
Mimetidae	3	1	0	4
Agelenidae	2	0	0	2
Hersiliidae	1	0	1	2
Aniphaenidae	1	0	0	1
Ctenidae	0	0	1	1
Sparasidae	0	1	0	1
Theridiosomathidae	1	0	0	1
Total	416	229	82	727

El humedal con mayor riqueza de especies fue el Cañasgordas con 50 mf-spp, seguido del Chiquique y de la Babilla, con 48 y 44 morfoespecies (mf-spp) respectivamente. Teniendo en cuenta que la abundancia fue mayor en el humedal Chiquique con 418 individuos, seguido por abundancia similares del humedal de la Babilla con 156 individuos y el humedal Cañasgordas con 153 individuos (Figura 7).

La riqueza específica para cada hábitat fue mayor en la zona de arbustos con 47 mf-spp, seguido de la zona de bosque (BOS) y borde de quebrada (BQU) ambas con 30 mf-spp y por último las zonas de pastizal (PAS) y borde de laguna (BLA) con 27 y 17 mf-spp, respectivamente (Tabla 4).

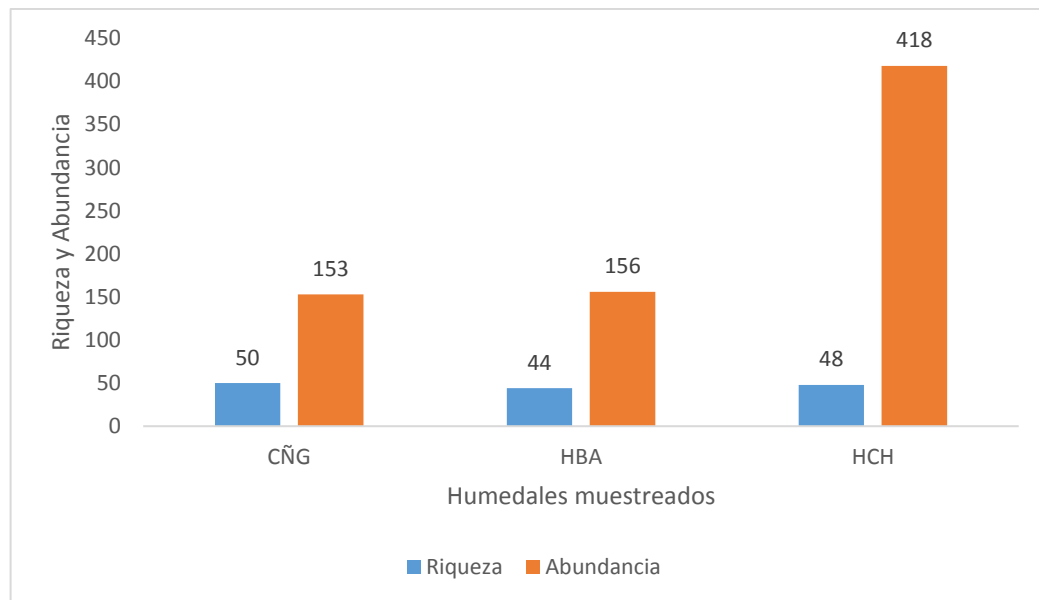


Figura 7. Riqueza de especies y abundancia de individuos para cada humedal. CÑG= Humedal Cañasgordas; HBA= Humedal de La Babilla; HCH= Humedal Chiquique.

Tabla 3 Riqueza de especies y porcentaje de riqueza de familias en los tres humedales.

Familias	Riqueza	% Riqueza
Araneidae	24	21,24
Theridiidae	19	16,81
Salticidae	15	13,27
Linyphiidae	14	12,39
Tetragnathidae	10	8,85
Thomisidae	8	7,08
Lycosidae	5	4,42
Corinnidae	4	3,54
Scytodidae	2	1,77
Uloboridae	2	1,77
Oxyopidae	1	0,88
Dipluridae	1	0,88
Nephilidae	1	0,88
Mimetidae	1	0,88
Agelenidae	1	0,88
Hersiliidae	1	0,88
Aniphaenidae	1	0,88
Ctenidae	1	0,88
Sparasidae	1	0,88
Theridiosomathidae	1	0,88
Total	113	100

Tabla 4 Número de especies presentes en cada una de las coberturas vegetales evaluadas. ARB = Arbustos; BLA= Borde de laguna; BOS= Bosque; BQU= Borde de quebrada; PAS= Pastizal.

Familias	Coberturas vegetales				
	ARB	BLA	BOS	BQU	PAS
Agelenidae	1	0	1	0	0
Aniphaenidae	0	0	0	1	0
Araneidae	9	7	6	7	11
Corinnidae	1	1	2	0	1
Ctenidae	1	0	0	0	0
Dipluridae	1	1	1	0	1
Hersiliidae	0	0	0	1	0
Linyphiidae	5	7	4	4	1
Lycosidae	2	4	0	0	3
Mimetidae	0	0	1	0	0
Nephilidae	1	1	0	1	1
Oxyopidae	1	1	0	1	1

Familias	Coberturas vegetales				
	ARB	BLA	BOS	BQU	PAS
Salticidae	3	3	10	3	4
Scytodidae	2	1	1	2	0
Tetragnathidae	3	4	4	7	2
Theridiidae	10	4	3	4	6
Theridiosomathidae	0	0	1	0	0
Thomisidae	5	0	3	0	1
Uloboridae	1	1	1	1	0
Total general	46	35	38	32	32

En la figura 8 se observa la dominancia de especies para cada uno de los humedales, se puede observar que en los tres humedales la dominancia es 1 a 5 especies. También existe un gran número de especies (aprox. 50%) por cada humedal que tienen abundancia de un individuo.

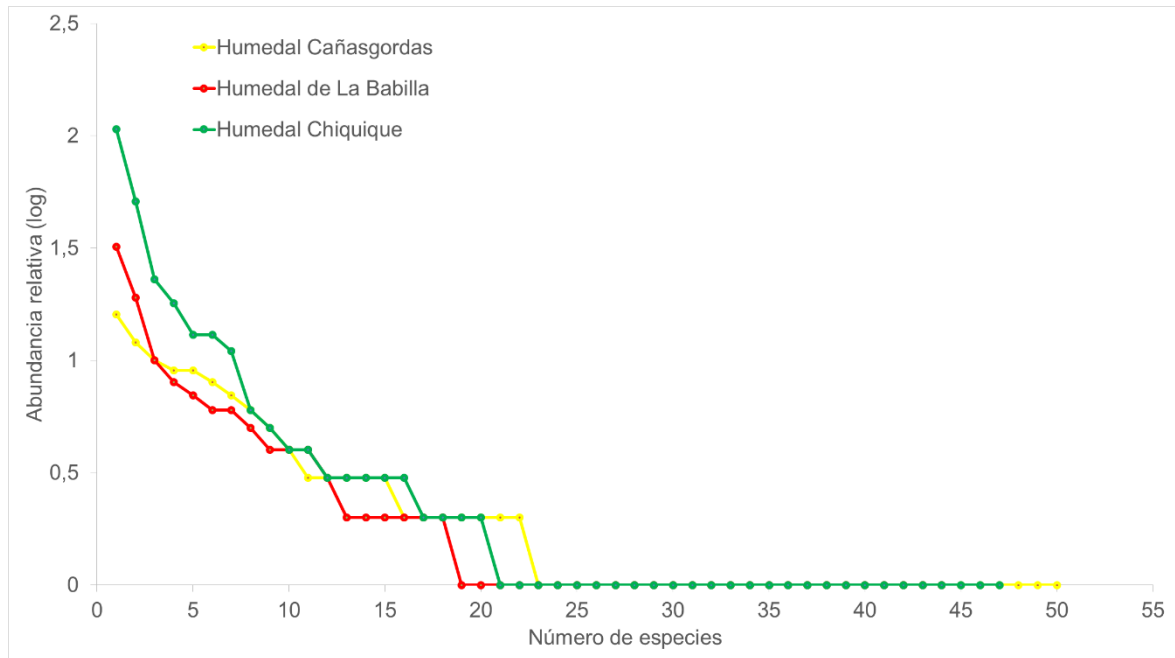


Figura 8 Curva de rango de abundancia de especies (o Curva de Whittaker) para cada uno de los humedales muestreados.

La morfoespecie más abundante fue TET1, una especie del género *Leucauge* sp, con una abundancia del 22% de los individuos adultos identificables, las otras especies abarcan menos del 10% de la abundancia de arañas identificables. En el humedal Cañasgordas y el humedal Chiquique de nuevo la morfo-especie TET1 fue

la más abundante y en el humedal de la Babilla fue una especie de la familia Theridiidae (THE1) (Anexo A).

En cuanto a las coberturas vegetales, la abundancia de TET1 se mantiene para arbustos, borde de laguna, bosque y pastizal, mientras que THE1 es mayor en borde de quebrada. Sin embargo, también se destaca la presencia de la mf-spp ARA2, una especie de *Cyclosa* sp, en Arbusto, borde de laguna y pastizal (Anexo A).

2.5.2. Agrupación por gremios

Todos los individuos de las 20 familias fueron clasificadas en 6 gremios (Tabla 5) conformados en un 54,8% por tejedoras orbitelares, seguido por las tejedoras en sabana con un 12,8% de abundancia. Los menos abundantes fueron los gremios de depredadores de emboscada y tejedoras en tubo con un 6,46 y 3,58%, respectivamente.

Tabla 5. Abundancia y porcentaje de abundancia de cada uno de los gremios para los humedales muestreados.

Gremio	Abundancia	Porcentaje (%)
Tejedoras Orbitelares	398	54,8
Tejedoras en sábana	93	12,8
Cazadoras cursoriales	81	11,1
Tejedoras irregulares	77	10,6
Depredadores de emboscada	47	6,5
Tejedoras en tubo	26	3,6

Los seis gremios estuvieron presentes en los tres humedales, a excepción del gremio de tejedoras en tubo que no estaban presentes en el Humedal de la Babilla. Para el Humedal Chiquique predominó el gremio de las tejedoras orbitelares, con un porcentaje de 65% de abundancia, al igual que en los demás humedales donde predominaron las tejedoras orbitelares con 48% y 35% para Humedal Cañasgordas y Humedal de La Babilla, respectivamente.

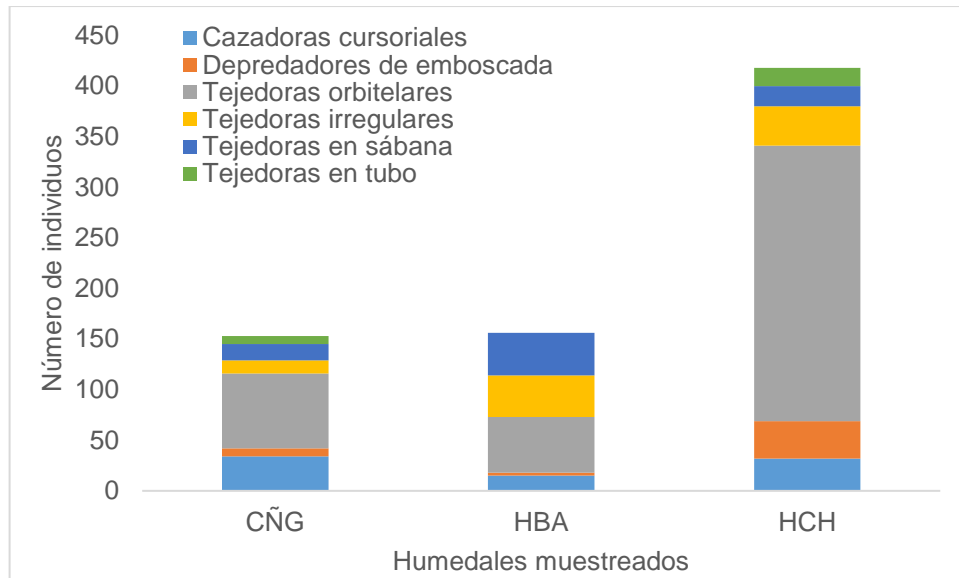


Figura 9 Distribución de los gremios en cada uno de los humedales muestreados. CÑG= Humedal Cañasgordas; HBA= Humedal de La Babilla; HCH= Humedal Chiquique.

Los seis gremios fueron encontrados en todas las coberturas vegetales, a excepción de las tejedoras de tejedora en tubo que no estuvo presente en el Borde de quebrada. Existen gremios representados por un individuo como lo es Depredadores de emboscada para la cobertura Borde de laguna y Borde de quebrada, asimismo el único individuo de Tejedoras en tubo de la zona Bosque, representado por una especie del género *Ischnothele* sp. En todas las coberturas vegetales las tejedoras Orbitales fueron las más abundantes, siendo representadas por los géneros *Leucauge* sp y *Cyclosa* sp. En la Tabla 8 (Anexos) se puede observar en detalle la distribución de familias por cada uno de los gremios con los respectivos valores de abundancia específica. En el Figura 3 se puede observar la distribución de la abundancia de cada gremio en los diferentes tipos de cobertura vegetal.

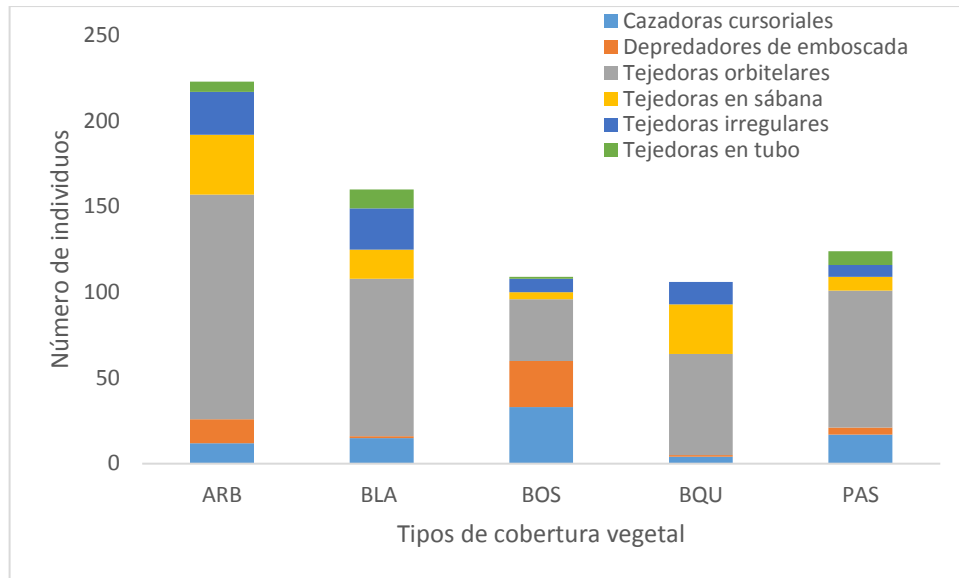


Figura 10. Distribución de los gremios de arañas en cada cobertura vegetal para todos los humedales muestreados. ARB = Arbustos; BLA= Borde de laguna; BOS= Bosque; BQU= Borde de quebrada; PAS= Pastizal.

2.5.3. Curvas de acumulación de especies

Los estimadores calculados para cada uno de los humedales sugieren una riqueza que oscila entre 167,6 especies arrojado por Jack-Knife¹ y 220,1 de ICE (Tabla 6). En general, la eficiencia promedio de muestreo fue baja, de 61%, mostrando el valor más alto para el humedal Cañasgordas, un 47% en el Chiquique y la más baja fue para el humedal de La Babilla de 30%. Los Singletones y Doubletones fueron más elevados en el humedal Cañasgordas, sin embargo no están muy alejados para los demás humedales muestreados.

Tabla 6. Resumen de estimadores de riqueza no paramétricos calculados para cada humedal muestreado. CÑG = Humedal Cañasgordas; HBA= Humedal de La Babilla; HCH = Humedal Chiquique; UM= Unidad de muestreo.

Parámetro	CÑG	HBA	HCH	TOTAL
Riqueza	50	44	48	113
Abundancia	153	156	418	727
UM	25	25	20	70
Singletons	27	26	27	50
Doubletons	7	6	4	22
Uniques	31	34	29	60
Duplicates	9	1	7	22
ACE	103,8	98,7	97,9	187,5
ICE	115,3	153,7	118,9	220,1
Chao1	91,6	90,1	117,0	163,2
Chao2	92,6	313,3	95,2	183,9
Jack-knife1	77,8	76,6	74,5	167,6
Bootstrap	60,4	56,6	58,3	134,8
Eficiencia promedio de muestreo (%)	52,0	30,0	47,7	61,3

Las curvas de acumulación de especies en contraste con los estimadores de diversidad ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jack-knife1 y con los Singletons y Doubletons muestran que no se alcanzó la asíntota del muestreo con el esfuerzo de muestreo empleado para ninguno de los humedales muestreados (Figuras 10 - 13).

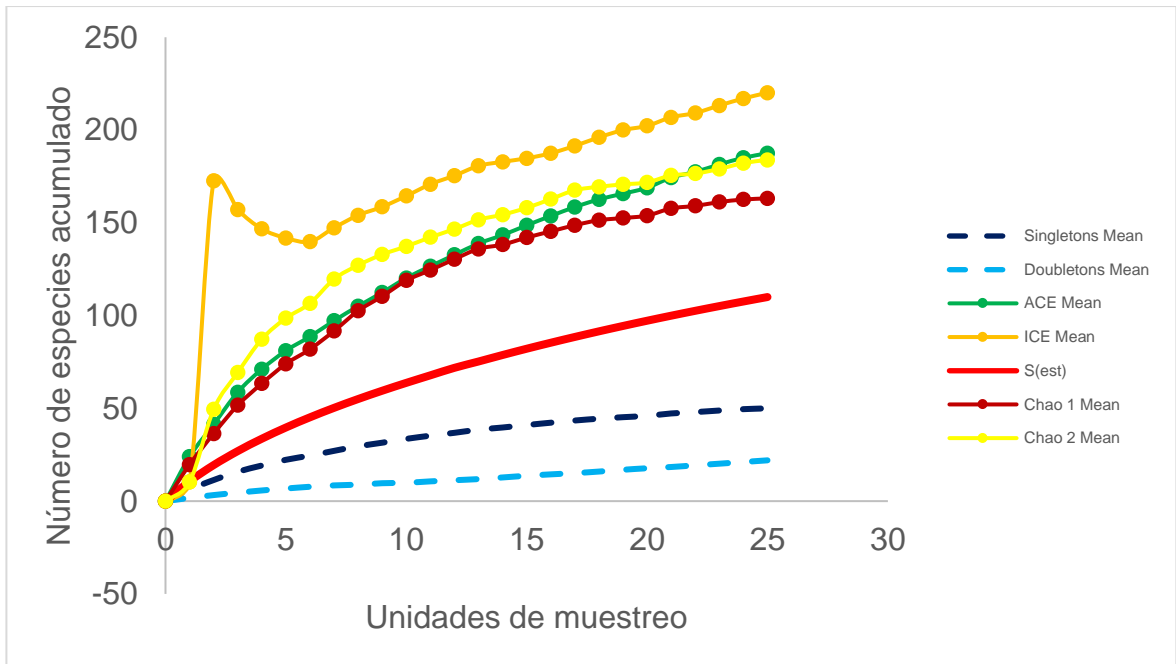


Figura 11 Curva de acumulación de especies e índices de riqueza para todos los humedales muestreados.

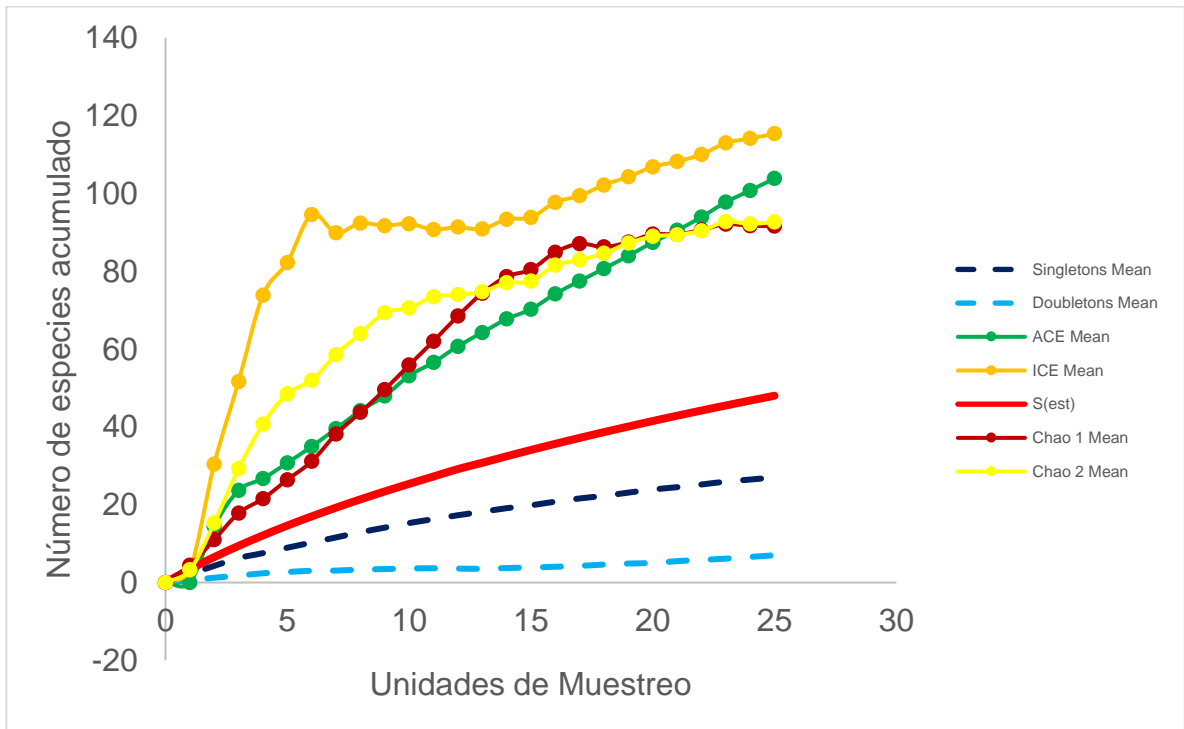


Figura 12. Curva de acumulación de especies e índices de riqueza para el Humedal Cañasgordas.

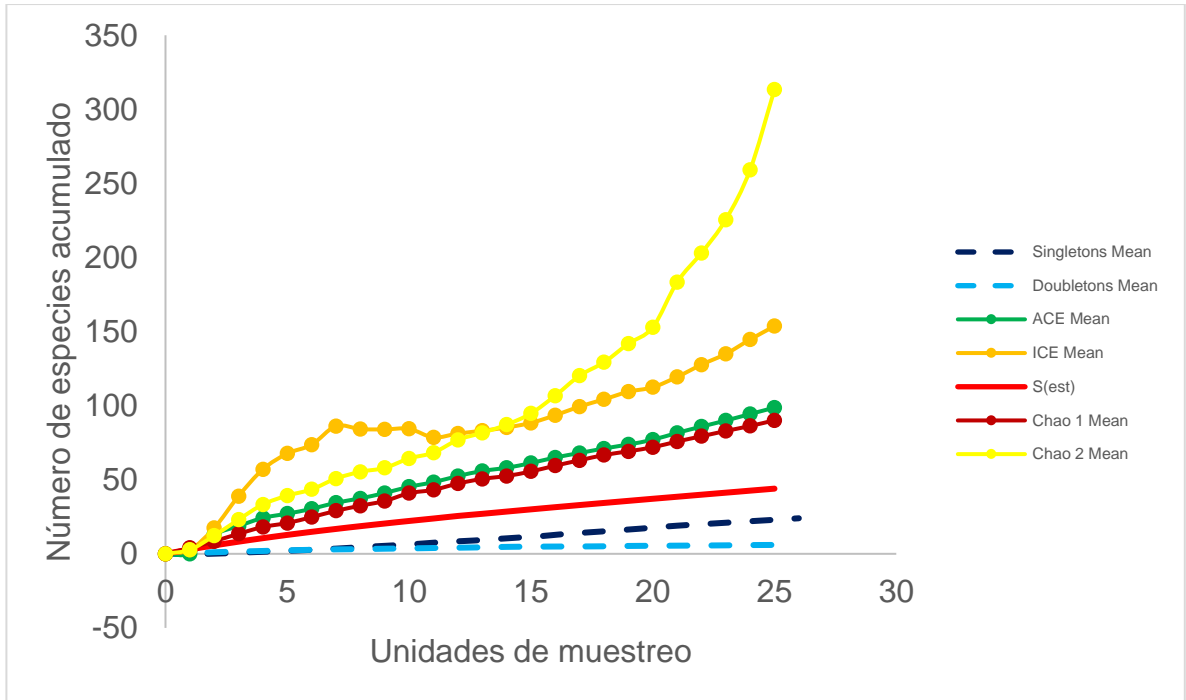


Figura 13 Curva de acumulación de especies e índices de riqueza para el Humedal de La Babilla.

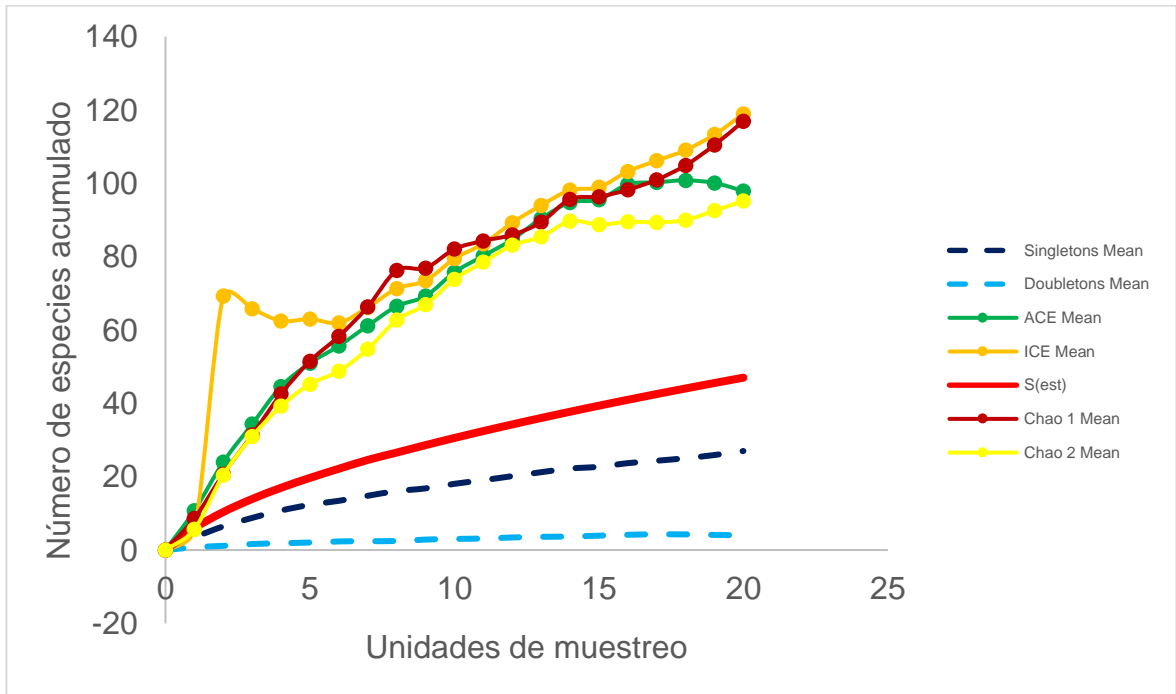


Figura 14 Curva de acumulación de especies e índices de riqueza para el Humedal Chiquique.

2.5.4. Estructura del ecosistema

2.5.5. Correlación de variables

En el Anexo C se encuentran resumidos los valores para los estadísticos tanto de las pruebas de normalidad como las pruebas de Pearson y Spearman. Los valores sombreados son aquellos que no cumplen con el supuesto de normalidad (Valor $p > 0,05$).

2.5.5.1. Cobertura de dosel

El porcentaje de cobertura de dosel mostrado en el Figura 15 muestra que a medida que aumenta su valor, es decir, a medida que el dosel empieza a ser más denso, el número de especies aumenta.

2.5.5.2. Volumen de hojarasca

El volumen de hojarasca (de cada cobertura vegetal) medido para cada uno de los humedales (Figura 16) muestra una tendencia de aumento de riqueza a medida que aumenta el volumen de hojarasca. A excepción del Humedal Chiquique que tiene una tendencia de decremento de especies.

2.5.5.3. Altura y número de árboles

La figura 17 y 18 muestran que al aumentar el número de los árboles y sus alturas, aumenta el número de especies. Con la excepción del Humedal de La Babilla y el número de árboles que parece no mostrar incremento, cuando aumenta el número de árboles.

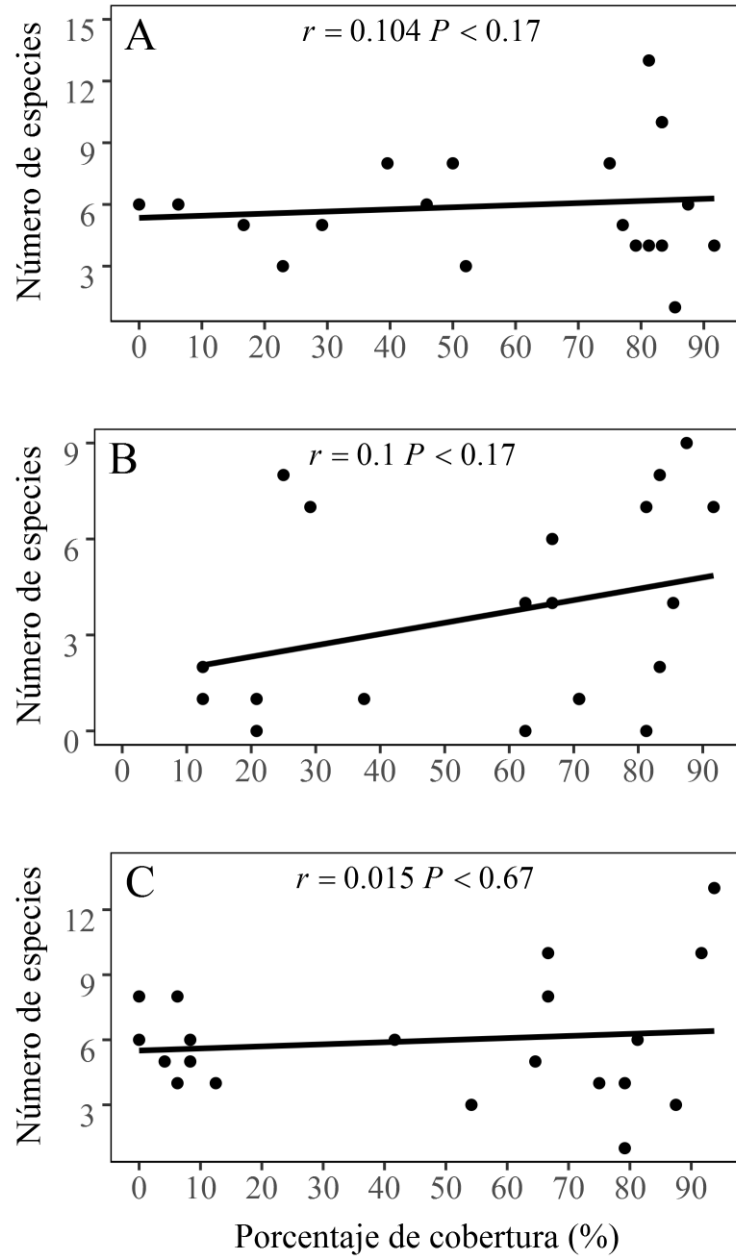


Figura 15 Riqueza de especies versus el porcentaje de cobertura de dosel para cada uno de los humedales muestreados. **(A)** Humedal Cañasgordas, **(B)** Humedal de La Babilla y **(C)** Humedal Chiquique.

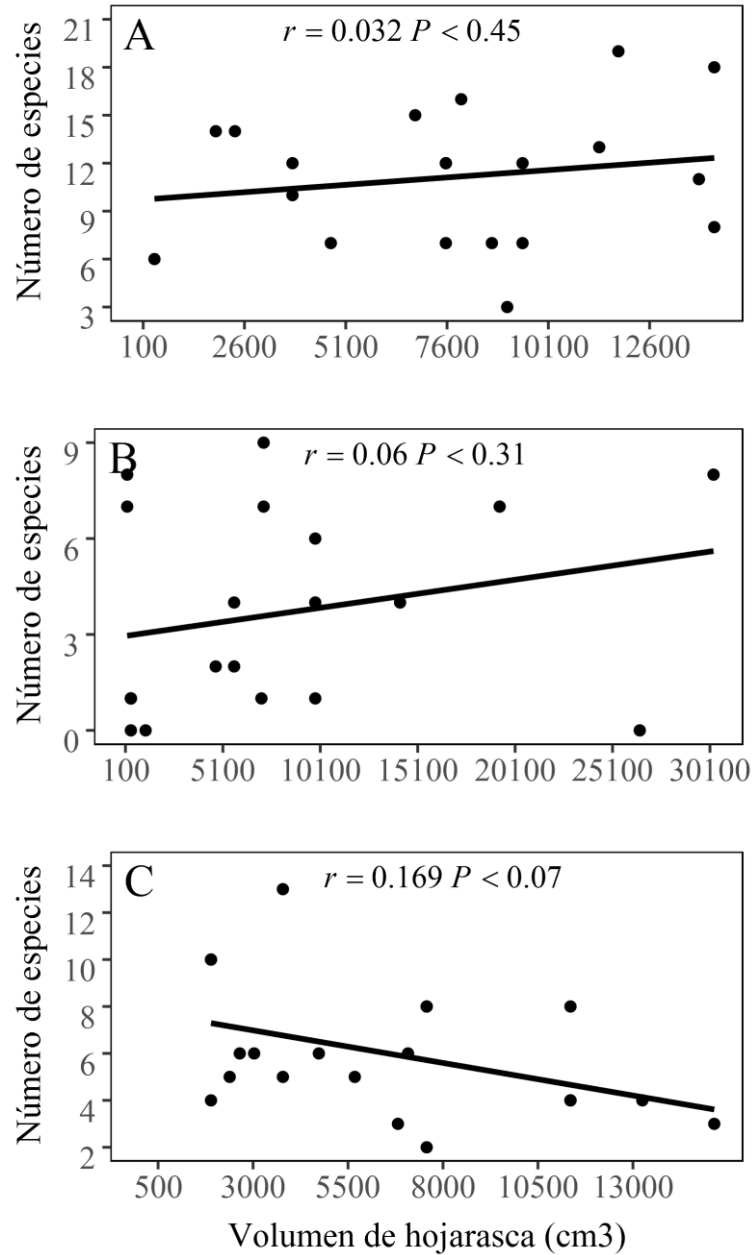


Figura 16 Riqueza de especies versus el volumen de hojarasca para cada uno de los humedales muestreados. **(A)** Humedal Cañasgordas, **(B)** Humedal de La Babilla y **(C)** Humedal Chiquique.

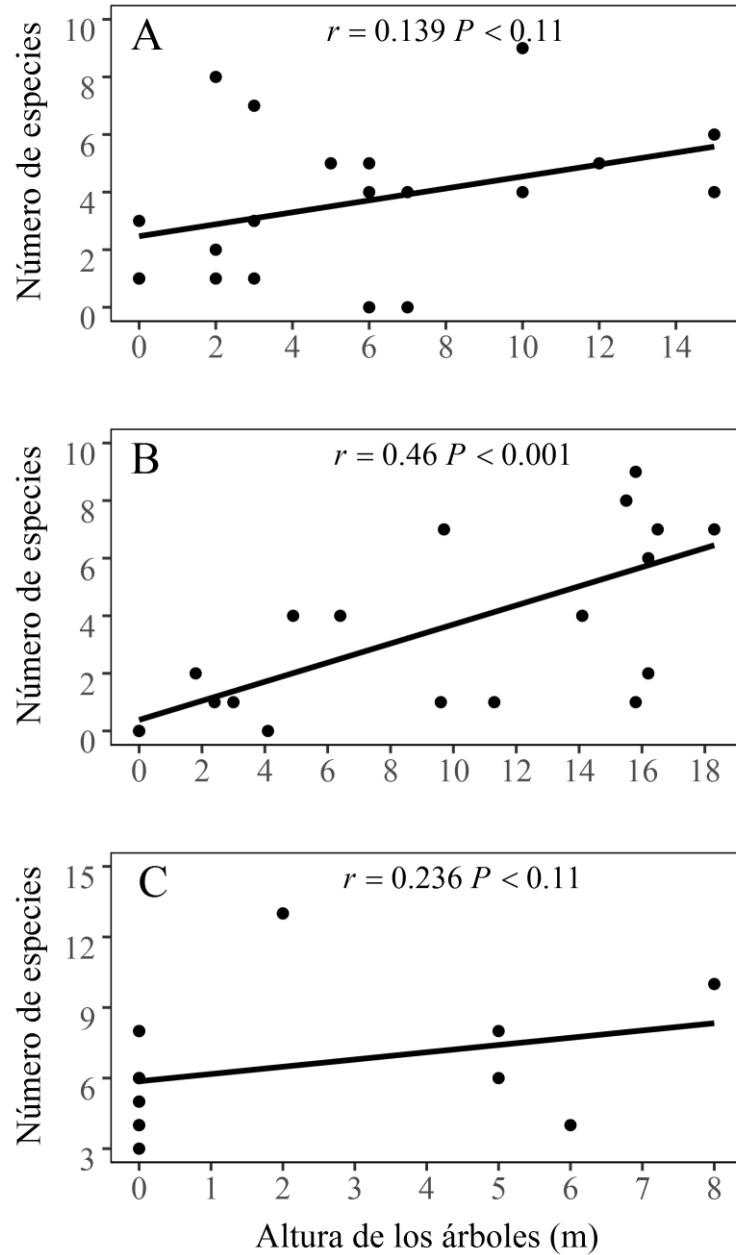


Figura 17 Riqueza de especies versus la altura de los árboles para cada uno de los humedales muestreados. **(A)** Humedal Cañasgordas, **(B)** Humedal de La Babilla y **(C)** Humedal Chiquique.

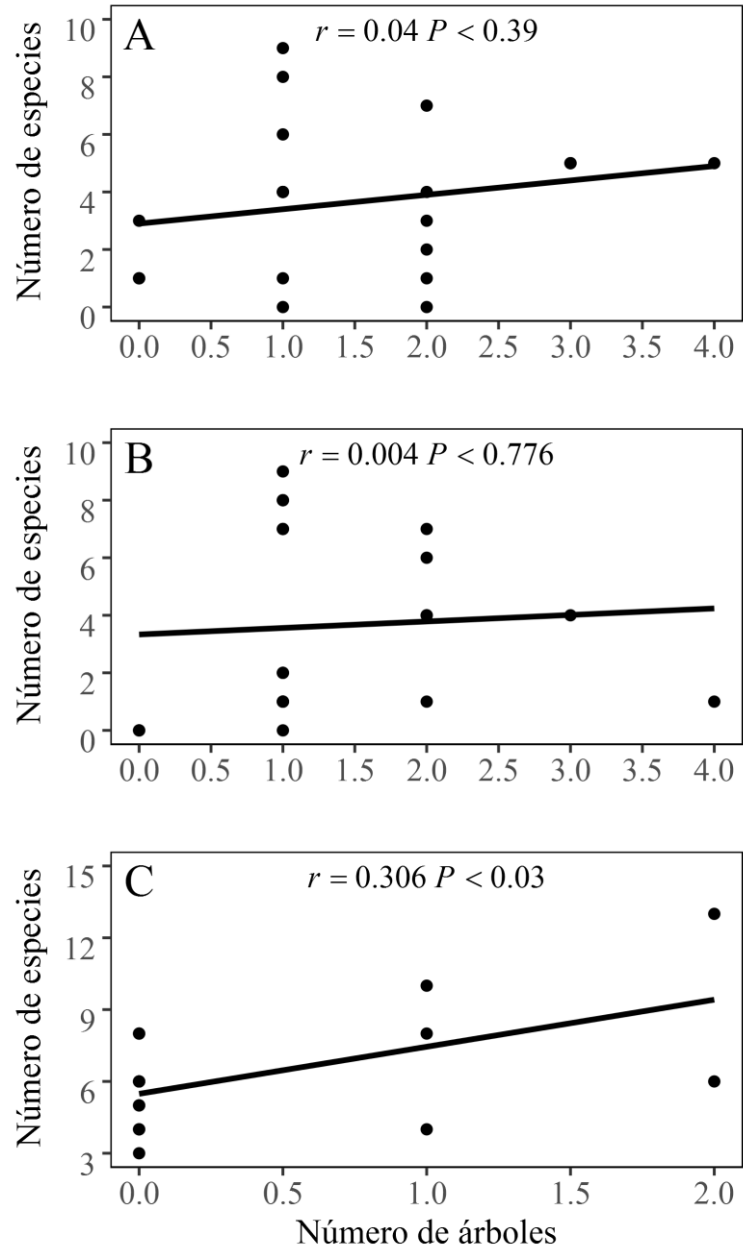


Figura 18. Riqueza de especies versus el número de árboles para cada uno de los humedales muestreados. **(A)** Humedal Cañasgordas, **(B)** Humedal de La Babilla y **(C)** Humedal Chiquique.

2.6. Discusión

2.6.1. Composición general de la Araneofauna

En el presente estudio con 70 unidades de muestreo se logró encontrar más de la mitad de las especies alcanzadas en zonas aledañas (Delgado, 2012; Cabra-García *et al.*, 2010) donde los registros fueron de 156 y 196 mf-spp respectivamente. Se debe resaltar que en ellos utilizaron cerca de 200 unidades de muestreo, mostrando que estos humedales albergan más de las especies que se cree (Ver Tabla 3 y Anexo A). De igual forma, se registraron ocho de las 11 familias de arañas tejedoras conocidas para la cuenca del Río Pance (Muriel, *et al.*, 2013) y casi la mitad de las familias de arañas registradas para el Valle del Cauca (45) por Flórez-D (1998), reflejando su gran capacidad para albergar especies que poseen estos humedales, lo subvalorados que se encuentran al estar en perímetro urbano y sin tener en cuenta que no se alcanzó la asíntota de especies colectadas (Figura 10).

Esta investigación presenta valores de abundancia y riqueza de familias muy similares a los logrados en los estudios anteriormente nombrados, donde las familias Tetragnathidae, Theridiidae, Araneidae y Linyphiidae fueron las más abundantes. No es de sorprender ya que todas las investigaciones han incluido lugares perturbados o semi-perturbados del Valle del Cauca, donde los miembros de estas familias suelen ser los más abundantes (Delgado, 2012; Cabra-García, *et al.*, 2010).

En los humedales muestreados las familias Araneidae, Theridiidae, Salticidae y Linyphiidae fueron las más diversas y a pesar de que no hay trabajos similares para comparar, estas familias resultan estar entre las más diversas para la zona (Delgado, 2012; Cabra-García, *et al.*, 2010). Los registros de arañas en humedales colombianos han sido producto de colectas no orientadas del orden Araneae y con pocas unidades de muestreo, es por esto que la información que resalta es la que proveen los trabajos de Sánchez y García (2005) quienes registraron 15 morfoespecies (agrupados en seis familias) en el Humedal Joboque y Castañeda y Melo (2008) con la guía de arañas del Humedal La Conejera, reportando ocho familias de orbitelares. En ecosistemas similares, como el realizado en el complejo cenagoso del bajo Sinú, se encontró que las familias más abundantes fueron Araneidae, Lycosidae y Salticidae, además de estas, Tetragnathidae y Theridiidae fueron las más diversas (Salleg, *et al.*, 2016), la comparación resulta útil al ser ecosistemas dulceacuícolas con cierto grado de impacto antrópico, rescatando la similitud de la composición de las familias más abundantes y diversas. Esto podría explicar que más allá de ser familias cuyas abundancias y riquezas sean propias de humedales, son más bien las que están relacionadas con ecosistemas acuáticos y en ecosistemas boscosos (Burdon y Harding, 2008; Graham, *et al.*, 2003; Nyffeler y Symondson, 2001).

Fuera de Colombia, los resultados mostrados por Llinas y Jiménez, (2004), Cunha y colaboradores (2012) y Batzer y colaboradores (1999), no están muy alejados de lo mostrado anteriormente, con la novedad de familias como Anyphaenidae, Thomisidae y Gnaphosidae también muy abundantes. Esto puede ser explicado desde la distribución de algunos miembros de dichas familias, ya que aunque todas esten presentes en Colombia y en el Valle del Cauca, ninguna de estas fue reportada en abundancia por Delgado (2012), Cabra y colaboradores (2010) y Flórez (1998) para el Valle del Cauca.

La otra faceta de la presente investigación se remonta al componente urbano y la diversidad de arañas, para la cuál, en Colombia no hay suficiente información (Sabogal, 2010). Aunque no es el mejor ejemplo, hay una investigación que realizó colectas de arañas en la zona urbana de la Isla Gorgona, en ella se encontró que las familias Araneidae, Salticidae y Theridiidae son las mas abundantes y diversas (Rico, *et al.*, 2005). De igual forma, pero fuera del país, los estudios realizados en Toluca y en Chilpacingo (México) registraron las familias Pholcidae, Oecobiidae, Salticidae, Agelenidae, Filistatidae y Theridiidae como las más abundantes (Desales, *et al.*, 2013; Rodríguez, *et al.*, 2015). Se observa que aunque hay ciertas familias compartidas entre estos estudios y el presente, existen otras mayormente ligadas a ecosistemas urbanos, como Pholcidae, Oecobiidae y Filistatidae (Desales, *et al.*, 2013) que no fueron encontradas en estos humedales.

2.6.1.1. La diversidad de especies en este estudio

Pasando de la riqueza de familias y su abundancia, es necesario analizar a nivel de especies y morfoespecies. Por ello hay que recalcar que la morfo-especie más abundante observada en todos los humedales muestreados pertenece al género *Leucauge*, la cuál ha sido encontrado en mayor abundancia en zonas altamente perturbadas (Delgado, 2012) y zonas de pastizales (Cabra, *et al.*, 2010). Integrantes de este género también se han registrado en los bordes de fragmentos de bosques urbanos (Baldissera, *et al.*, 2004) y en los bordes de bosques cercanos a agroecosistemas (Rodrigues, *et al.*, 2009). Confirmando así la marcada tendencia de perturbación de estos humedales, sin embargo al analizar la figura 8 y comparar con el Anexo A, se observa que la dominancia no se está dando por una sola especie, son cerca de cinco especies las que son más abundantes en cada humedal. Además de eso, la curva de rango de abundancia nos muestra una tendencia de serie logarítmica para los tres humedales, explicándonos una distribución parcialmente equitativa de las especies en el ecosistema y por ende, de los recursos.

Tomando cada curva por separado, se puede analizar que a pesar de tener menos abundancia el humedal Cañasgordas (en amarillo), tiene una distribución más equitativa que los Humedales de La Babilla (en rojo) y Chiquique (en verde), cuya curva tiende a ser vertical en las primeras fases, mostrando dominancia de estas especies. Por una parte, al revisarla en conjunto con el Anexo A, se puede observar que la dominancia en el Humedal Chiquique es de las tejedoras y que tiene una explicación partiendo de la característica inundable del mismo. Por otra parte se puede ver también que las curvas de los otros dos humedales son más obtusas que para el Humedal Chiquique, y al revisar el Anexo A, se observa que la dominancia la mantienen morfoespecies de Tetragnathidae (*Leucauge*), Theridiidae, Araneidae y algunas cursoriales. La figura 8 nos permite conocer un poco sobre la estructura y distribución de los recursos dentro de cada humedal, un tema que se tocará más adelante.

Hablando puntualmente de los humedales, se observa que en el Humedal Chiquique (Figura 7), por ser un ecosistema en la zona rural, el de mayor tamaño, alejado del impacto directo del hombre y por ende en un estado de conservación superior al de los otros dos humedales urbanos, tendría valores de riqueza más altos de los observados, sin embargo, hay características en él que podrían explicar esos resultados. Por ejemplo la conectividad con parches de bosque aledaños. De acuerdo con Miyashita y colaboradores (1998) y Baldissera y colaboradores (2004) entre más alejados estén los ecosistemas de parches de bosques, menor será la riqueza de especies debido a la interrupción en el intercambio entre fragmentos, además, prosiguen los autores que entre más grande sean los fragmento mayor será el movimiento de especies entre ellos. Sumado a esto, el Humedal Chiquique, además de su nula conectividad con parches de bosques (ver Figura 3), estaba flanqueado en la cara occidental por una carretera de alto tránsito, al nor-orienté por el Rio Cauca y el perímetro restante lo bordean diques que lo separan de pastizales para ganadería. No sólo se encuentra aislado de parches de bosque, sino de cualquier otro movimiento de especies entre ecosistemas aledaños. Esta condición, más su carácter inundable, pueden explicar que no haya el número de especies esperado, dada su conservación. Ahora bien, si se tiene en cuenta que no se realizaron todas las unidades de muestreo puesto que no tiene una quebrada que alimente su nivel de agua, aumentan las posibles explicaciones para sus valores.

2.6.2. Curvas de acumulación de especies e índices de riqueza

Los Figuras 11, 12, 13 y 14 muestran que el número de las especies colectadas en este proyecto, están por debajo de la mitad de lo que los estimadores plantean. A pesar de que la eficiencia de muestreo combinado fue del 61%, los estimadores de Jack-Knife 1 e ICE, sugieren entre 167 y 220 especies potenciales, de las cuales se colectaron 113 (Tabla 6). Cada uno de los estimadores sugiere entre 70 y 100

especies en cada humedal, para los cuales hubo un rendimiento medio de 47 morfoespecies, esto hace que la eficiencia de muestreo sea tan baja en algunos casos, como el 30% logrado para el Humedal de La Babilla (Tabla 5). Comparado con la eficiencia mínima de muestreo aceptada del 85% (Magurra y McGil, 2011), esta investigación requiere aumentar el esfuerzo de muestreo en más del 20% para lograrlo. Esto se puede lograr mediante el aumento en el número de unidades de muestreo con las técnicas ya utilizadas. La implementación de otros métodos de muestreo, como agitación de follaje que mostró una alta efectividad para grupos de familias particulares como saltícidos. Todo lo anterior permite abarcar diferentes tipos de micro-hábitats y en mayor medida, tal como lo sugiere Jiménez y Hortal (2003) y Sørensen y colaboradores (2002).

Existen varios factores que pueden explicar el rendimiento de muestreo en los humedales, en particular en el humedal de la babilla. Como se describió en la metodología, el total de colectores que participaron en los muestreos fueron seis, de los cuales dos eran novatos y de acuerdo a como lo expresa Sørensen y colaboradores (2002), la experiencia de los colectores influye en el número de especies por muestra, ya que los colectores novatos se enfocan en las más comunes. En el caso concreto del Humedal de La Babilla, cuya eficiencia del muestreo fue de 30% y para el Humedal Chiquique con un rendimiento del 47% puede ser debido a la variación estacional durante la temporada de muestreo. Las colectas realizadas durante el mes de Febrero a Abril del 2017, se realizaron luego de episodios de lluvia e incluso durante pequeñas lloviznas; según estudios de Desales y colaboradores (2013), Silva y Coddington, (1996) y Rodríguez y colaboradores (2015) las temporadas de lluvias influyen sobre la diversidad de arañas, haciendo que su abundancia y riqueza sea menor durante estas temporadas.

Otros índices que suman información respecto a la eficiencia de la metodología de muestreo utilizada son los singletones, doubletones, uniques y doubles, mostrando el número de especies encontradas una o dos veces por unidad de muestreo. Los valores de especies únicas y raras en las unidades de muestreo son cuestiones comunes en el grupo de las arañas (Jiménez y Hortal, 2003), es decir los singletones, doubletones, uniques y duplicates suelen ser altos. En la actual investigación se presentó aproximadamente un 60% de especies únicas, era de esperarse ya que las dimensiones de tiempo del proyecto permitieron la utilización de métodos simples de muestreo haciendo que el número de especies únicas sea mayor (Jiménez y Hortal, 2003). Asociado con lo anterior, este es el reflejo de la necesidad de más unidades de muestreo, para tratar de que el porcentaje de especies únicas y raras sea el 30% (Sabogal, 2010) aceptable y no la gran cantidad que se pueden observar en la figura 8.

Se debe tener en cuenta de que los valores de riqueza y abundancia aquí obtenidos son tan solo una idea en el momento presente de lo que hay en los humedales, pero que puede cambiar en una mayor escala temporal y espacial (Coddington, *et al.*, 1996).

2.6.3. Composición de gremios

La presente investigación registra como gremios más abundantes las tejedoras orbiculares y a las tejedoras en tubo como el menos abundante (figuras 9 y 10), coincidiendo con los reportes de gremios logrados en estudios en el Valle del Cauca (Delgado, 2012; Cabra *et al.*, 2010). Aunque no hay registros comparativos en los que hayan clasificado por gremios a las comunidades de arañas en otros humedales, se puede decir que los gremios presentes son muy similares, pero la composición de los mismos no es posible determinarla para estos estudios. En estas mismas figuras se observa que la abundancia general de las tejedoras es mayor a los demás gremios, esto tiene tres explicaciones que surgen desde las características propias de los ecosistemas muestreados. Primero, los gremios de tejedoras orbitelares, irregulares y en sábana, frecuentan una abundancia mayor en ecosistemas acuáticos, que los gremios de cazadoras cursoriales y de emboscada (Burdon y Harding, 2008). Segundo, las familias con mayor abundancia como Araneidae y Tetragnathidae, pertenecientes a las tejedoras orbiculares ya han sido registradas como generalistas en cuando a la selección de hábitats (Sánchez y García, 2005). Tercero, las familias Salticidae y Lycosidae (propias de los gremios de depredadores de emboscada y cazadoras cursoriales) son consideradas familias medianamente generalistas en cuando a la selección de hábitats, explicando parcialmente su disminuida presencia en los humedales censados (Sánchez y García, 2005).

Sobre el gremio de las tejedoras en tubo, hay un par de observaciones que vale la pena discutir, como lo son la ausencia en el Humedal de la Babilla (figura 9) y en la cobertura de Bosque (figura 10), ambos son explicados por la preferencia de hábitat por parte de los gremios que permite entender la importancia de la estructura del follaje para la comunidad y viceversa (Delgado, 2012). Por ejemplo las tejedoras en tubo fueron mayormente colectados en la zona de pastos y borde del espejo de agua en el Humedal Cañasgordas y el Chiquique, mientras que en La Babilla no fueron encontrados miembros de este gremio. Esto puede explicarse, ya que en el Humedal de La Babilla, al ser un ecosistema de alto uso para recreación y que es manejado con esquemas de jardinería, las zonas públicas como los espejos de agua y los pastos son cortados por mantenimientos de forma frecuente, así como también es removida la hojarasca (*obs pers.*). En otro escenario, se observa la ausencia de tejedoras en tubo en la zona de bosque, lo cual ocurre por el tipo de colecta utilizado en esta cobertura, puesto que la agitación de follaje mostró una eficiencia para los

gremios más activos en estratos vegetales altos, como las cazadoras cursoriales y de emboscada, mientras que las tejedoras en tubo (diplúridos) son propias del suelo y barrancos. Acerca del bosque, se debe resaltar que a pesar de la ausencia de diplúridos, fue el que presentó una proporción más equilibrada de todos los gremios, mostrando con ello su capacidad de albergar diversidad de especies, una capacidad que ya ha sido documentada en otros trabajos (Ortiz-Movliav, 2014; Delgado, 2012; Cabra-García, 2010).

En la Figura 9 se observa que el Humedal Chiquique presenta una abundancia del gremio de tejedora en tubo más elevado del esperado para una zona de frecuentes inundaciones. Esto se explica ya que los diplúridos (única familia miembro del gremio de tejedoras en tubo) colectados en el Humedal Chiquique estaban presentes en vegetación por encima del suelo, en cúmulos de hojas secas enredadas con telaraña. Posiblemente, este comportamiento inusual a lo observado en los demás humedales, se deba a que las inundaciones frecuentes del Humedal Chiquique hayan obligado a que estas arañas ocupen una vegetación más alta. Las áreas inundables del Humedal Chiquique puede explicar también que el gremio de las cazadoras cursoriales no sean las más dominantes en la zona de pastos (Figura 10), una cobertura que tiene registros de abundancia de gremios comandada por las cazadoras cursoriales (Cabra *et al.*, 2010).

Asimismo, y retomando la discusión en torno a la figura 8, vemos en la figura 9 que la composición del gremio de las tejedoras (en general) ocupa una gran porción en la abundancia del Humedal Chiquique. Anteriormente se viene planteando que la característica inundable del Humedal Chiquique es una de las razones por las cuales se explica la dominancia por parte de algunas especies, pues bien, esto cobra aún más sentido cuando se corrobora que las tejedoras son las que abarcan este dominio, ya que gran parte de este humedal queda sumergido por el Río Cauca frecuentemente, haciendo que las comunidades de arañas no puedan establecerse en los estratos más bajos del ecosistema. De nuevo contrastando la figura 8 con el Anexo A, podemos ver que para los Humedales Cañasgordas y de La Babilla, las especies que están dominando en la curva de abundancia son de diferentes familias, abarcando varios gremios y por tanto diferentes recursos. Es así como la figura 8 no sólo destaca la dominancia por parte de ciertas especies, sino también permite reconocer que las curvas con pendientes menos marcadas presentan un equilibrio del uso de los recursos, reflejándose en la distribución de gremios.

Es así, como mediante la composición de gremios se refuerza la idea planteada sobre la caracterización dulceacuícola y con cierto grado de perturbación en la que encajan los humedales muestreados. Dicho de otra forma, la información que suministra la composición y distribución de los gremios en los humedales muestreados, tomados como un todo, no presentan una característica específica de un ecosistema dulceacuícola conservado o de un ecosistema totalmente urbano y degradado, ellos están oscilando en medio de estos.

2.6.4. Composición de las coberturas

Ya se revisó cómo la abundancia, riqueza y composición de los gremios de arañas, explican algunos patrones y características de los humedales. A continuación se muestra como las características del ecosistema pueden funcionar como explicación de los patrones de las arañas, en particular el de riqueza de especies.

Iniciando por el porcentaje de cobertura de dosel versus el número de especies (figura 15), el cual muestra que la correlación entre estas dos variables, es una tendencia al aumento del número de especies cuando aumenta la cobertura del dosel, es decir, cuando el bosque se hace más denso. De igual forma se observa, para las correlaciones entre altura de los árboles y el número de los mismos (figura 17 y 18), que para ambos la tendencia es al aumento de la riqueza especies cuando sus valores aumentan. Lo anterior se explica parcialmente, al encontrar en la literatura que existen varias familias que están asociadas a lugares con mayor humedad y menores temperaturas, como los licósidos, linífidos, pisáuridos y otras asociadas a cuerpos de agua (Graham, Buddle y Spence, 2003), características que se favorecen cuando las tres variables nombradas anteriormente aumentan. Lycosidae, Pisauridae y algunos miembros de Linyphiidae hacen parte del gremio de las cazadoras cursoriales y de emboscada, el cual no fue encontrado abundante en las zonas de pastizales y borde de laguna, las mismas zonas que presentan valores de cobertura de dosel, número y altura de los árboles bajos.

Seguido por la tendencia (aunque no muy marcada) del aumento de la riqueza de especies observada en las figuras 16 y 18, donde hay una correlación positiva con el volumen de hojarasca, al igual que con el número de árboles (ver Anexo C). Estas variables están corroborando lo encontrado por Langellotto y Denno (2004) donde demuestran que el número de arañas aumenta cuando aumenta la complejidad del hábitat. La cantidad de hojarasca y el número de árboles, ayudan a crear un microclima específico, permitiendo un encuentro de presas mayor, brindando refugio frente a la depredación, ayudando a capturar presas eficientemente y encontrar recursos alternativos (Langellotto y Denno, 2004).

El Figura 16-C muestra un caso particular de decremento de número de especies cuando aumenta el volumen de la hojarasca en el Humedal Chiquique, esto puede deberse a que la disponibilidad de recursos y micro-hábitats que la hojarasca puede representar para las arañas, está siendo disminuida cuando la hojarasca hace parte del sedimento que es inundado por el Rio Cauca cuando este se crece. Es decir, esta hojarasca no representa un hábitat permanente ni para una araña, ni para una presa, por ende no es una fuente de recursos a explotar.

Se puede decir que los humedales muestreados en esta investigación, se encuentran en un estado de diversidad que oscila entre lo propio de ecosistemas acuáticos y perturbados. Afortunadamente, y al ser comparados con investigaciones similares, su diversidad es más parecida a la de ecosistemas

naturales degradados, que a la de ecosistemas propiamente urbanos. Ahora bien, las variables medidas en esta fracción de tiempo, están arrojando información sobre las características de complejidad que tienden a aumentar el número de especies, mostrando que una mayor complejidad y estructuración de micro-hábitats favorece su incremento. Esto nos permite pensar, que a pesar de estar aparentemente intervenidos, los Humedales Cañasgordas, La Babilla y Chiquique no se están viendo tan perturbados por la zona urbana, es decir, que aún sustentan una diversidad propia.

2.7. Conclusiones

Los 727 individuos colectados entre los Humedales Cañasgordas, de La Babilla y Chiquique fueron agrupados en 20 familias (de las 55 reportadas para Colombia) y 113 morfoespecies. Las familias más diversas fueron Araneidae, Theridiidae y Salticidae. Las familias abundantes fueron Tetragnathidae, Araneidae y Theridiidae.

La morfo-especie más abundante en cada humedal fue una integrante del género *Leucauge*, una especie propia de ecosistemas degradados, sin embargo, no fue la única; cerca de cinco especies dominan y aproximadamente 25 especies tienen una distribución equitativa de la abundancia dentro de cada humedal.

El humedal Cañasgordas alberga el mayor número de especies, seguido del humedal de La Babilla y el Humedal Chiquique, demostrando por una parte la importancia de la conectividad o cercanía con fragmentos de bosque aledaños, y por otra parte reflejando la complejidad bien sea estructural o geográfica de los humedales.

Los índices de riqueza comparados con la curva de acumulación por especies observadas, muestra que los humedales están subvalorados en cuanto a su diversidad y que el número de especies es mucho más de lo esperado para ecosistemas perturbados.

La composición de gremios muestra características propias para cada humedal, dando ideas sobre la complejidad del mismo y de la forma en la que las comunidades de arañas regulan a otras. La distribución relativamente homogénea de los gremios en la zona de Bosque demuestra que es en estas zonas donde se está albergando y manteniendo la comunidad de arañas por humedal.

La riqueza y abundancia de especies muestra una tendencia creciente cuando las variables de cobertura del dosel, volumen de hojarasca, número y altura de los árboles aumentan. Demostrando la importancia de la complejidad del ecosistema para la diversidad de arañas.

Utilizando las arañas para reflejar y comparar los estados de conservación, se puede decir que los humedales muestreados están claramente entre las características de un ecosistema dulceacuícola sano y uno perturbado, mostrando que aún el componente urbano no influye tanto sobre ellos.

2.8. Recomendaciones

Aumentar el número de unidades de muestreo para cada humedal, mediante la implementación de otros métodos de colecta como agitación de follaje, muestreos nocturnos y tamizado de la hojarasca. Así como también permitiéndose el enfoque en un solo grupo de arañas.

Se recomienda aumentar el número de repeticiones para las variables aquí medidas, buscando una correlación más significativa que permita mostrar tendencias marcadas para la riqueza y abundancia de arañas.

Reforzar los estudios sobre la complejidad del ecosistema y las variables que aportan a ello, ya que muestran indicios de correlación con la riqueza y abundancia de comunidades de arañas y posiblemente otros artrópodos.

Se recomienda llegar hasta los niveles taxonómicos más inferiores en la identificación de especies, y así lograr una aproximación más detallada de las características del ecosistema, de acuerdo a los requerimientos de cada especie.

Dentro de los planes de manejo para cada uno de estos humedales, se recomienda la restauración en la complejidad del ecosistema, empezando por las variables aquí mostradas. Esto se logra, evitando la simplificación de los ecosistemas mediante perturbación antrópica.

Realizar estudios de este tipo a diferentes escalas temporales en cada uno de los humedales, ya que proveerán información sobre su estado de conservación a lo largo del tiempo.

2.9. Bibliografía

- Baldissera, R., Ganade, G., y Benedet Fontoura, S. (2004). Web spider community response along an edge between pasture and Araucaria forest. *Biological Conservation*, 118(3), 403–409. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.09.017>
- Barriga J.C. y Moreno A.G. (2013). Listado de las Arañas de Colombia (Arachnida: Araneae), 914 registros. En línea, <http://ipt.sibcolombia.net/iavh/resource.do?r=araneae-colombia>, Publicado el 13/08/2013 <http://ipt.sibcolombia.net/iavh/resource.do?r=araneae-colombia>
- Batzer, D. P., Rader, R. B., & Wissinger, S. A. (1999). Invertebrates in freshwater wetlands of North America. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=qJJg0i4ocToC&pg=PA386&lpg=PA386&dq=spiders+in+wetlands&source=bl&ots=l40FkqRTOq&sig=FKOP1WiZH8ZxENvfHuWoXffUtc&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjBgt_dgfrSAhWjxIQKHVcxBCsQ6AEIUTAK#v=onepage&q&f=false
- Betancur, N., Cabra-García, J., y Armbrrecht, I. (2011). Arañas asociadas a redes de *Cyrtophora citricola* (Forsskål, 1775)(Araneae: Araneidae) en zonas urbanas y rurales del valle alto del río Cauca, Colombia. *Revista Ibérica de Aracnología*, 19, 15-21.
- Blanco, E., y Salas, G. (2007). *Arácnidos: Guía de campo*. Bogotá.
- Burdon, F. J., y Harding, J. S. (2008). The linkage between riparian predators and aquatic insects across a stream-resource spectrum. *Freshwater Biology*, 53(2), 330–346. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01897.x>
- Cabra-garcía, J., Ulloa-chacón, P., y Valderrama, C. (2010). Riqueza y composición de arañas en diferentes coberturas vegetales del Parque Natural Regional el Vínculo (Valle del Cauca ..., (November 2014).
- Castañeda, J. S y Melo, L.J.M. (2008). Guía para la observación y caracterización de arañas en el sendero del Humedal La Conejera. Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de: https://issuu.com/humedalesbogota/docs/guia_de_observacion_de_aranas_humedal_la_conejera
- Capinera, J. (2010). *Insects and Wildlife: Arthropods and their relationships with Wild vertebrate animals*.
- Clavijo, H., y Amarillo, A. (2013). Variación taxonómica y funcional en la artropofauna asociada a comunidades vegetales en humedales altoandinos (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 155-163. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v39n1/v39n1a25.pdf>

- Coddington, J. A., Young, L. H., y Coyle, F. A. (1996). Estimating spider species richness in a Southern Appalachian cove hardwood forest. *The Journal of Arachnology*, 24, 111–128.
- Coddington, J., Griswold, C., Silva, D., Pañaranda, E., y Larcher, S. (1991). Designing and Testing Sampling Protocols to Estimate Biodiversity in Tropical Ecosystems. 2, 1048.
- Colwell, R. (2017). EstimateS Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from samples, Version 9.1.0. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>
- Colwell, R., y Coddington, J. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 345, 101-18. doi:10.1098/rstb.1994.0091
- Costa-Pereira, R., Ibanez, F., Sczesny, E., y Brescovit, A. (2010). Predation on young treefrog (*Osteocephalus taurinus*) by arthropods (Insecta, Mantodea and Arachnida, Araneae) in Central Brazil. *Biota Neotropical*, 10(3), 470-472. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000300042>
- Coddington, J. A., Young, L. H., y Coyle, F. A. (1996). American Arachnological Society Estimating Spider Species Richness in a Southern Appalachian Cove Hardwood Forest. *Source: Journal of Arachnology*, 24(2), 111–128. <http://doi.org/10.2307/3705945>
- Cunha, E. R., Thomaz, S. M., Mormul, R. P., Cafofo, E. G., & Bonaldo, A. B. (2012). Macrophyte structural complexity influences spider assemblage attributes in wetlands. *Wetlands*, 32(2), 369–377. <http://doi.org/10.1007/s13157-012-0272-1>
- Desales-Lara, M. A., Francke, O. F., & Sánchez-Nava, P. (2013). Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en hábitats antropogénicos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(1), 291–305. <http://doi.org/10.7550/rmb.31708>
- Delgado, J. (2012). Comunidades de arañas (Arachnida: Araneae) en cuatro coberturas vegetales de la reserva natural el hatico (Valle del Cauca, Colombia). Tesis de pregrado. Cali-Colombia, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. 91p.
- Florez, E. (1998). Estructura de comunidades de arañas (Araneae) en el departamento del Valle, Suroccidente de Colombia. *Caldasia*, 20(2), 173-192. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/21188/1/17477-55601-1-PB.pdf>
- Fundación Río Cauca. (2007). Plan de manejo ambiental integral del Humedal Cañasgordas Municipio de Santiago de Cali. Santiago de Cali, Colombia.
- Gustavo, S. P., Jorge, Q. R., Sc, M., y Indira, W. T. (2016). Arañas asociadas a la

vegetación acuática de dos ciénagas del complejo cenagoso del bajo sinú , spiders associated to aquatic vegetation in two swamps of the complex swamps of the bajo sinú , córdoba-colombia, 8(1), 20–29.

- Graham, A. K., Buddle, C. M., & Spence, J. R. (2003). Habitat affinities of spiders living near a freshwater pond. *Journal of Arachnology*, 31(1), 78–89. [http://doi.org/10.1636/0161-8202\(2003\)031\[0078:HAOSLN\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1636/0161-8202(2003)031[0078:HAOSLN]2.0.CO;2)
- Halaj, J., Ross, D., y Moldenke, A. (1998). Habitat Structure and prey availability as predictors of the abundance and community organization of spiders in western Oregon forest canopies. *Journal of Arachnology*, 26(2), 203-220.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las Curvas De Acumulación De Especies Y La Necesidad De Evaluar La Calidad De Los Inventarios Biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161. <http://doi.org/1576> - 9518
- Jaramillo, U., Cortés-Duque, J. y Flórez, C. (eds.). (2015). Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 140 pp
- Jeppesen, Jensen, Sondergaard, Lauridsed, Pedersen, y Jensen, L. (1997). Top-Down control y frshwater lakes: The role of nutrient state, submerged macropytes and water deph. *Hidrobiología*, 342, 151-164. doi:10.1023/A:1017046130329
- Jiménez-Valverde, A., y Hortal, J. (2003). Las Curvas De Acumulación De Especies Y La Necesidad De Evaluar La Calidad De Los Inventarios Biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161. <http://doi.org/1576> - 9518
- Krecker, F. (Octubre de 1939). A Comparative Study of the Animal Population of Certain Submerged Aquatic Plants. *Ecology*, 20(4), 553-562. doi:10.2307/1930445
- Krull, J. (1970). Aquatic Plant-Macroinvertebrate Associations and Waterfowl. *The Journal of Wildlife Management* , 34, 707-718. doi:10.2307/3799135
- Langellotto, G. A., y Denno, R. F. (2004). Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: A meta-analytical synthesis. *Oecologia*, 139(1), 1–10. <http://doi.org/10.1007/s00442-004-1497-3>
- Llinas-Gutiérrez, J., y Jiménez, M.-L. (2004). Arañas de humedales del sur de Baja California, México. *Anales Del Instituto de Biología Universidad Autónoma de México, Serie Zoología*, 75(2), 283–302.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. UK: BlackWell.

- Magurra, A., & McGill, B. (2011). *Biological diversity: frontiers in measurement and assesment*. Oxford University Press.
- Menin, M., Rodrigues, D., y Salette, C. (2005). Predation of amphibians by spiders (Arachnida:Araneae) in the Neotropical region. *Phyllomedusa*, 4(1), 39-47.
- Mittelbach, G. G., Osenberg, C., y Leibold, M. (1988). Trophic Relations and Ontogenetic Niche Shifts in Aquatic Ecosystems. En B. Ebenman, y L. Persson (Edits.), *Size-Structured Populations* (págs. 219-235). Springer-Verlag. doi:10.1007/978-3-642-74001-5_15
- Miyashita, T., Shinkai, A., y Chida, T. (1998). The effects of forest fragmentation on web spider communities in urban areas. *Biological Conservation*, 86(3), 357–364. [http://doi.org/10.1016/S0006-3207\(98\)00025-1](http://doi.org/10.1016/S0006-3207(98)00025-1)
- Montalvo, y Herrera. (1993). Diversidad de especies de los humedales: Criterios de conservación. *Ecología*(7), 215-231.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. S. (2000). Métodos Básicos de muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)*, 92. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Baldissera, R., Ganade, G., & Benedet Fontoura, S. (2004). Web spider community response along an edge between pasture and Araucaria forest. *Biological Conservation*, 118(3), 403–409. <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.09.017>
- Muriel, N. (2013) Diversidad de arañas tejedoras en fragmentos de bosque seco y premontano de la Cuenca del Río Pance (Cali, Colombia). Tesis de pregrado. Cali-Colombia, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias.
- Naranjo, L. (1997). Avifauna acuática residente y migratoria en Colombia. Sabanas, vegas y palmares. El uso del agua en la Orinoquia colombiana. Bogotá. Obtenido de <http://www.horizonteverde.org.co/attachments/article/19>.
- Nyffeler, M. (2000). Ecological impact of spider predation: a critical assesment of Bristowe's and Turnbull's estimates. *Bulletin of British Arachnological Society*, 11(9), 367–373. <http://doi.org/10.1037/0096-3445.118.3.219>
- Nyffeler, M., & Benz, G. (1987). Spiders in natural pest control: A review. *Journal of Applied Entomology*, 103, 321-339. doi:10.1111/j.1439-0418.1987.tb00992.x
- Nyffeler, M., & Birkhofer, K. (2017). An estimated 400-800 million tons of prey are annually killed by the global spider community. *Die Naturwissenschaften*, 104(3–4), 30. <http://doi.org/10.1007/s00114-017-1440-1>
- Nyffeler, M., & Symondson, W. O. C. (2001). Spiders and harvestmen as gastropod predators. *Ecological Entomology*. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2001.00365.x>
- Nyffeler, M., & Knörnschild, M. (2013). Bat Predation by Spiders. *PLoS ONE*, 1-15. doi:10.1371/journal.pone.0058120

- Ortiz-Movliav, C. (2014). Evaluación de la diversidad de arañas como indicadores de la efectividad de las estrategias de restauración implementadas en el corredor biológico barbas – bremen, filandia (quindío-colombia). Tesis de grado, universidad icesi, 67.
- RAMSAR. (Noviembre de 2008). Resolución X.27 Humedales y Urbanización. Changwon - Rep. de Corea. Obtenido de http://archive.ramsar.org/pdf/res/key_res_x_27_s.pdf
- RAMSAR. (2012). Principios para la planificación y el manejo de los humedales urbanos y periurbanos. Bucharest, Rumania. Obtenido de <http://archive.ramsar.org/pdf/guide/guide-urban-sp.pdf>
- Ribeiro, E., Magela, S., Mormul, R., & Cafofo, E. (2012). Macrophyte Structural Complexity Influences Spider Assemblage Attributes in Wetlands. *Wetlands*, 32(2), 369-377. doi:10.1007/s13157-012-0272-1
- Rico-G., A., Beltrán A., J. P., Álvarez D., A., & Flórez D., E. (2005). Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, pacífico colombiano. *Biota Neotropica*, 5(1a), 99–110. <http://doi.org/10.1590/S1676-06032005000200009>
- Rodrigues, E. N. L., Mendonça Jr., M. D. S., & Ott, R. (2009). Spider diversity in a rice agroecosystem and adjacent areas in southern Brazil. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(1), 89–97. Retrieved from <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/30564>
- Rodríguez-Rodríguez, S. E., Solís-Catalán, K. P., & Valdez-Mondragón, A. (2015). Diversity and seasonal abundance of anthropogenic spiders (Arachnida: Araneae) in different urban zones of the city of Chilpancingo, Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4), 962–971. <http://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.002>
- Sabogal, A. (2010). *Estado actual del conocimiento de arañas (Araneae) en Colombia. XXXVII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología: vida y diversidad entomológica.*
- Salleg P, G., Quirós R, J., & Wild T, I. (2016). Arañas asociadas a la vegetación acuática de dos ciénagas del complejo cenagoso del bajo sinú , spiders associated to aquatic vegetation in two swamps of the complex swamps of the bajo sinú , córdoba-colombia, 8(1), 20–29.
- Sanchez-N, D., & Amat-Garcia, G. D. (2005). Diversidad De La Fauna De Artropodos Terrestres En El Humedal Jaboque Bogota-Colombia. *Caldasia*, 27(2), 311–329. <http://doi.org/10.4067/S0717-65382007000100006>
- Silva-Davila, D., & Coddington, J. a. (1996). Spiders of Pakitzta (Madre de Dios, Peru): Species Richness and Notes on Community Structure. *Manu: The Biodiversity of Southeastern Peru.*

Simó, M., Laborda, A., Jorge, C., & Castro, M. (2011). Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *Innotec*, (6), 51–55. Retrieved from <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/135>

Sørensen, L. L., Coddington, J. A., & Scharff, N. (2002). Inventorying and Estimating Subcanopy Spider Diversity Using Semiquantitative Sampling Methods in an Afromontane Forest. *Environmental Entomology*, 31(2), 319–330. <http://doi.org/10.1603/0046-225X-31.2.319>

World Spider Catalog, (2017). World Spider Catalog version 18.0. Obtenido de <http://www.wsc.nmbe.ch/>

Young, O., y Lockley, T. (1985). The striped lynx spider, *Oxyopes salticus* in agroecosystems. *Biocontrol*, 30(4), 329-346. doi:10.1007/BF02372339

2.10. Anexos

Anexo A Número de individuos adultos identificables para cada una de las morfoespecies por familia en cada una de las coberturas vegetales en los tres humedales muestreados. ARB = Arbustos; BLA= Borde de laguna; BOS= Bosque; BQU= Borde de quebrada; PAS= Pastizal.

Humedal	Humedal Cañasgordas					Humedal de La Babilla					Humedal Chiquique				Total general
	Coberturas vegetales														
Morfoespecies	ARB	BLA	BOS	BQU	PAS	ARB	BLA	BOS	BQU	PAS	ARB	BLA	BOS	PAS	
Agelenidae						1		1							2
AGE1						1		1							2
Aniphaenidae									1						1
ANI1									1						1
Araneidae	3	1	1	9	3	12	4	1	4	1	33	15	7	28	122
ARA1	1				1						1	1		4	8
ARA10				1											1
ARA11		1				2		1		1					5
ARA12							2								2
ARA13						10									10
ARA14									2						2
ARA15									1						1
ARA16							1				6	3	3	1	14
ARA17							1							1	2
ARA19			1								1				2
ARA2				2					1		24	10	2	15	54
ARA20													1		1
ARA21													1	1	2

Humedal	Humedal Cañasgordas					Humedal de La Babilla					Humedal Chiquique				Total general
	Coberturas vegetales														
Morfoespecies	ARB	BLA	BOS	BQU	PAS	ARB	BLA	BOS	BQU	PAS	ARB	BLA	BOS	PAS	
LYC4		1			2										3
LYC5						1									1
LYC7							1								1
Mimetidae	2					1									3
MIM1	2					1									3
Nephilidae	3	1		4	2										10
NEP1	3	1		4	2										10
Oxyopidae											5	1	2	3	11
OXY1											5	1	2	3	11
Salticidae	1		7		2	1	2	3	1		3	3	8	1	32
SAL1					1				1						2
SAL10										1					1
SAL11								1							1
SAL12								1				1			2
SAL13													4		4
SAL14														1	1
SAL15													2		2
SAL16											2	2	1		5
SAL17											1		1		2
SAL2			1		1										2
SAL3	1								1						2
SAL4			1												1
SAL5			1												1
SAL8			4						1						5
SAL9							1								1
Scytodidae	1					5	1	1	6			1			15
SCY1	1					3			3						7
SCY2						2	1	1	3			1			8
Tetragnathidae	15	1		20	3	2	5		19		55	33	12	14	179
TET1	5			3	3	1	2		1		55	33	7	12	122
TET10							2		17						19
TET11														2	2
TET2		1											1		2
TET3				9			1						1		11
TET4	10			6											16
TET6				1											1
TET7									1				3		4
TET8				1											1
TET9						1									1
Theridiidae	1	1		6	5	15		1	22	1	17	16	3	2	90

Humedal	Humedal Cañasgordas					Humedal de La Babilla					Humedal Chiquique				Total general
	Coberturas vegetales														
Morfoespecies	ARB	BLA	BOS	BQU	PAS	ARB	BLA	BOS	BQU	PAS	ARB	BLA	BOS	PAS	
THE1				3		12		1	19		1				36
THE10										1					1
THE11											9	12	2		23
THE12														1	1
THE13											2	1			3
THE14											1	3			4
THE15											1				1
THE16											1				1
THE17											1				1
THE18													1		1
THE19														1	1
THE2		1		2	3										6
THE20											1				1
THE3				1											1
THE5					1										1
THE6					1										1
THE7						2									2
THE8	1					1									2
THE9									3						3
Theridiosomathidae									1						1
THER1									1						1
Thomisidae	1		1					2			4		1	1	10
THO1	1		1												2
THO2											1				1
THO3								2							2
THO4											1				1
THO5											1				1
THO6													1		1
THO7														1	1
THO8											1				1
Uloboridae								3	1		2	1			7
ULO1								3	1						4
ULO2											2	1			3
Total general	37	13	15	41	32	39	30	11	62	4	131	84	35	55	589

Anexo B Número de individuos por cada uno de las familias para los respectivos gremios. A: Cazadoras cursoriales; B: Depredadores de emboscada; C: Tejedoras orbitelares; D: Tejedoras de tejedora irregular; E: Tejedoras de tejedora en sábana; F: Tejedoras de tejedora en tubo.

Familias	Gremios de arañas					
	A	B	C	D	E	F
Agelenidae	2					
Aniphaenidae	1					
Araneidae			124			
Corinniidae	5					
Ctenidae		1				
Dipluridae						21
Hersiliidae		2				
Linyphiidae					57	
Lycosidae	22					
Mimetidae		3				
Nephilidae			10			
Oxyopidae		11				
Salticidae	32					
Scytodidae					15	
Sparasidae						
Tetragnathidae			180			
Theridiidae				90		
Theridiosomathidae			1			
Thomisidae		10				
Uloboridae			7			
Total general	62	27	322	90	72	21

Anexo C Valores para el estadístico de normalidad y la correlación de Pearson y Spearman. CÑG: Humedal Cañasgordas; HBA: Humedal de La Babilla y HCH: Humedal Chiquique.

Humedales	Coberturas vegetales	Parámetro			
		Test de normalidad		Correlación	
		Estadístico (w)	Valor p	Valor p	R cuadrado
CÑG	Vol. Hojarasca	0,7661	0,52	0,45	0,03
	Cobertura dosel	0,8579	0,01	0,17	0,10
	N° de árboles	0,9016	0,04	0,39	0,04
	Altura de árboles	0,9123	0,07	0,11	0,14
HBA	Vol. Hojarasca	0,8231	0,00	0,30	0,06
	Cobertura dosel	0,8629	0,01	0,18	0,10
	N° de árboles	0,8265	0,00	0,78	0,04
	Altura de árboles	0,8770	0,02	0,001	0,46
HCH	Vol. Hojarasca	0,9069	0,06	0,07	0,17
	Cobertura dosel	0,8422	0,00	0,67	0,01
	N° de árboles	0,6629	0,00	0,03	0,31
	Altura de árboles	0,6727	0,00	0,24	0,11