



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo
Integral Regional Unidad Oaxaca

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES
PROTECCIÓN Y PRODUCCIÓN VEGETAL

“DIVERSIDAD DE ARAÑAS (ARACHNIDA:
ARANEAE) EN PLANTACIONES DE CAFÉ (*Coffea
arabica*) EN DOS MUNICIPIOS DE LA REGIÓN COSTA
DE OAXACA”

Tesis que presenta

MIGUEL ANGEL GARCÍA GARCÍA

Como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias

DIRECTORES DE TESIS:

M.C. Laura Martínez Martínez

DR. Guillermo Ibarra Nuñez



Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, Mayo de 2018



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca siendo las 12:00 horas del día 28 del mes de febrero del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR OAXACA para examinar la tesis titulada:

"Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en plantaciones de café (Coffea arabica) en dos municipios de la región costa de Oaxaca"

Presentada por el alumno:

García
Apellido paterno
Nombre(s) Miguel Ángel

García
Apellido materno

Con registro:

A	1	6	0	1	6	9
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

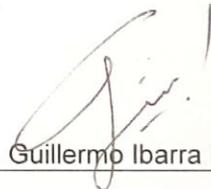
Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

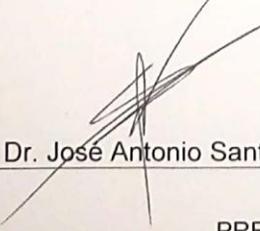
Directores de tesis

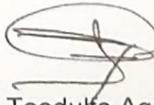

M. en C. Laura Martínez Martínez


Dr. Guillermo Ibarra Núñez


Dr. José Antonio Sánchez García


Dr. Jaime Ruíz Vega


Dr. José Antonio Santos Moreno


Dr. Teodulfo Aquino Bolaños

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca el día 11 del mes mayo del año 2018, el (la) que suscribe Miguel Ángel García García alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales con número de registro A160169, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la M. en C. Laura Martínez Martínez y Dr. Guillermo Ibarra Núñez y cede los derechos del trabajo intitulado Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en plantaciones de café (Coffea arabica) en dos municipios de la región costa de Oaxaca, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección angelin_ska7@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Miguel Ángel García García

Nombre y firma



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional y al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, por ser excelentes centros educativos donde se forman grandes profesionistas, que saben regirse bajo sus principios y normas, tratando de dar respuesta a la gran problemática que existe hoy en día en la sociedad. Así como al centro de estudios de Posgrado, los proyectos SIP y los apoyos a eventos de la COFAA, ya que el apoyo económico brindado a través de sus diversos programas de becas fueron de mucha importancia para la realización de mis estudios.

A todos los integrantes de mi comité tutorial, que durante toda mi estancia académica dentro del programa de Maestría me brindaron importantes observaciones y correcciones, en especial a la Maestra en Ciencias Laura Martínez Martínez, quien desde mi llegada a su laboratorio para realizar mi residencia profesional de nivel Licenciatura me brindó muchas atenciones, consejos, observaciones y correcciones, pero sobre todo, su amistad incondicional y su apoyo personal en cada una de las etapas de mi vida académica y profesional.

A El Colegio de La Frontera Sur y en especial al Dr. Guillermo Ibarra Nuñez, por haber recibido en su laboratorio durante mi estancia de dos meses, sin duda alguna, sus observaciones y sugerencias fueron de vital importancia para la realización de este proyecto.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO I INTRODUCCION GENERAL.....	4
1.1 Referencias bibliográficas	11
CAPÍTULO II RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ARAÑAS EN CAFETALES CON DIFERENTE SISTEMA DE MANEJO EN OAXACA, MÉXICO	23
2.1 Introducción	23
2.2 Materiales y Métodos.....	25
2.2.1 Área de estudio	25
2.2.2 Trabajo de campo	26
2.2.3 Análisis estadístico.....	29
2.3 Resultados.....	30
2.3.1 Abundancia y riqueza de especies.....	30
2.3.2 Integridad de los inventarios.	35
2.3.3 Diversidad alfa.....	36
2.4 Discusión	38
2.5 Referencias bibliográficas.....	43
CAPÍTULO III FACTORES DE MICROCLIMA Y DE MANEJO DE CULTIVO ASOCIADOS A LA DIVERSIDAD DE ARAÑAS EN CAFETALES DE OAXACA ..	64
3.1 Introducción	64
3.2 Materiales y Métodos.....	66
3.2.2 Caracterización de los sitios.....	67
3.2.3 Variables de manejo de cultivo, microclima y fisiográficas.....	68
3.2.5 Análisis de datos	71
3.3 Resultados.....	73
3.3.1 Riqueza, abundancia y diversidad de arañas.....	73
3.3.2 Variables de manejo de cultivo y microclima.....	81
3.3.3 Correlación y regresión lineal.....	83
3.3.4 Composición de especies de arañas.....	84

3.4 Discusión	85
3.5 Referencias bibliográficas.....	91
CAPÍTULO IV GREMIOS Y ABUNDANCIA DE ARAÑAS EN CULTIVOS DE CAFÉ EN DOS MUNICIPIOS DE LA REGIÓN COSTA DE OAXACA.....	105
4.1 Introducción	105
4.2 Materiales y Métodos.....	108
4.2.1 Área de estudio	108
4.2.2 Colecta de arañas	108
4.2.3 Análisis de datos	110
4.3 Resultados.....	110
4.4 Discusión	119
4.5 Referencias bibliográficas.....	124
CAPÍTULO V CONCLUSIONES GENERALES.....	131

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO II	Pág.
Cuadro 1	Familias de arañas con mayor riqueza de especies en cafetales y bosque tropical de Oaxaca. 34
Cuadro 2	Riqueza de especies y completitud de los inventarios obtenidos con los estimadores Chao 1 y ACE en los cafetales y bosque tropical de la costa de Oaxaca. 37
Cuadro 3	Diversidad de especies efectivas ($q = 1$) obtenidos para el conjunto de datos y por temporada en dos cafetales y una porción de bosque tropical de Oaxaca 38
CAPITULO III	
Cuadro 1	Valores promedio, mínimo y máximo de las características de hábitat para la temporada de secas y lluvias en sitios de café y bosque tropical de la región costa de Oaxaca 74
Cuadro 2	Comparación de las abundancias de arañas obtenidas durante los seis periodos de colecta con los valores obtenidos con la prueba de X ² para el conjunto de datos en cada una de las parcelas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. 76
Cuadro 3	Comparación de las abundancias de arañas obtenidas durante los tres periodos de colecta con los valores obtenidos con la prueba de X ² para la temporada de lluvias en cada una de las parcelas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. 77
Cuadro 4	Comparación de las abundancias de arañas obtenidas durante los tres periodos de colecta con los valores obtenidos con la prueba de X ² para la temporada de secas en cada una de las parcelas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. 77
Cuadro 5	Riqueza, abundancia total y estimación de especies de arañas esperadas para el conjunto de datos y por época en cada una de las parcelas de café y bosque tropical en Oaxaca. 79
Cuadro 6	Comparación del número efectivo de especies para el conjunto de datos. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de especies efectivas (q_1), a la derecha de la diagonal: comparación en número de veces que el mayor tiene sobre el menor, a la izquierda de la diagonal: comparación en % de especies que tiene el de menor con respecto al mayor. 80
Cuadro 7	Comparación del número efectivo de especies para la temporada de lluvias. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de 80

	especies efectivas (q1), a la derecha de la diagonal: comparación en número de veces que el mayor tiene sobre el menor, a la izquierda de la diagonal: comparación en % de especies que tiene el de menor con respecto al mayor.	
Cuadro 8	Comparación del número efectivo de especies para la temporada de secas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de especies efectivas (q1), a la derecha de la diagonal: comparación en número de veces que el mayor tiene sobre el menor, a la izquierda de la diagonal: comparación en % de especies que tiene el de menor con respecto al mayor.	81
Cuadro 9	Prueba de t modificada por Hutcheson para el conjunto de datos. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de índice de Shannon-Wiener, a la derecha de la diagonal: valor de P obtenido, a la izquierda de la diagonal: grados de libertad.	82
Cuadro 10	Prueba de t modificada por Hutcheson para la temporada de lluvias. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de índice de Shannon-Wiener, a la derecha de la diagonal: valor de P obtenido, a la izquierda de la diagonal: grados de libertad.	82
Cuadro 11	Prueba de t modificada por Hutcheson para la temporada de secas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de índice de Shannon-Wiener, a la derecha de la diagonal: valor de P obtenido, a la izquierda de la diagonal: grados de libertad.	82
Cuadro 12	Variables predictoras de la diversidad de arañas obtenidas con los modelos lineales durante la temporada de lluvias.	85
 CAPITULO IV		
Cuadro 1	Valores obtenidos con el índice de disimilitud de Bray-Curtis entre los sitios y temporadas.	119

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
CAPITULO II		
Figura 1	Mapa de ubicación de los sitios de muestreo en los dos municipios de la costa de Oaxaca	27
Figura 2	Representación gráfica del diseño de muestreo de arañas en las plantaciones de café	30
Figura 3	Número de ejemplares colectados en los diferentes sitios y temporadas en la costa de Oaxaca	32
Figura 4	Riqueza de géneros y especies de cada familia recolectadas en todos los sitios de muestreo	34
Figura 5	Familias con mayor riqueza de especies en la temporada de secas (a) y lluvias (b).	35
Figura 6	Perfil de diversidad entre sitios para el conjunto de datos	36
CAPITULO III		
Figura 1	Localización geográfica de las parcelas de estudio	68
Figura 2	Representación gráfica de la cuantificación de las variables de microclima y fisiográficas. A) Porcentaje de cobertura de dosel. B) Profundidad de hojarasca. C) Pendiente	70
Figura 3	Diseño de captura de arañas en cultivos de café	72
Figura 4	Agrupación de las parcelas de estudio obtenido con el Análisis de Componentes Principales de acuerdo con la variación en las características de manejo de cultivo y microclima en la temporada de A) lluvias, B) secas.	84
Figura 5	Escalamiento multidimensional no métrico para la comunidad de arañas encontradas en cultivos de café y bosque tropical en la temporada de lluvias (a) y secas (b)	86
CAPITULO IV		
Figura 1	Abundancia de arañas agrupadas en de acuerdo al uso de su telaraña como estrategia principal para la captura de sus presas en A) monocultivo de café, B) Policultivo de café y C) bosque tropical de Oaxaca. Puntos: arañas errantes, Líneas: arañas tejedoras	112
Figura 2	Correspondencia de las familias encontradas en cultivos de café y bosque tropical con los gremios establecidos por Cardoso et al., (2012).	113
Figura 3	Abundancia de gremios de arañas en cultivos de café y bosque tropical para el conjunto de datos	114
Figura 4	Abundancia total de arañas agrupadas en gremios observados en cultivos de café y bosque tropical a través de las temporadas. Rs: tejedora de red sensitiva, Rl: tejedora de red laminar, Resp: tejedora de red espacial, Orb: tejedora de red orbicular, Esp:	114

especialista, Cs: corredora de suelo, Oc: otras cazadoras, Emb: emboscadoras

Figura 5	Abundancia de individuos agrupados en gremios observados para el conjunto de datos en cultivos de café y bosque tropical. Rs: tejedora de red sensitiva, RI: tejedora de red laminar, Resp: tejedora de red espacial, Orb: tejedora de red orbicular, Esp: especialista, Cs: corredora de suelo, Oc: otras cazadoras, Emb: emboscadoras.	115
Figura 6	Estructura de las comunidades de arañas por sexo y edad observadas en cultivos de café y bosque tropical para: A) conjunto de datos, B) Secas, C) lluvias	116
Figura 7	Categorización ecológica de las arañas en a) monocultivo de café, b) policultivo de café, c) bosque tropical en la costa de Oaxaca	118
Figura 8	Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para las comunidades de arañas encontradas en cultivos de café y bosque tropical en la temporada de secas (a) y lluvias (b)	119

ANEXOS

		Pág.
CAPITULO II		
Anexo 1	Abundancia de arañas por sitio en dos cultivos de café con diferente manejo de cultivo y una porción de bosque tropical de la región costa del estado de Oaxaca. Nuevos registros: agénero para México, bespecie para México, cgénero para Oaxaca, despecie para Oaxaca, eMorfo especie ND: No Dterminada	57
Anexo 2	Nuevos registros de especies de arañas para el estado de Oaxaca con estados de la República Mexicana y autores donde se han citado previamente	62
CAPÍTULO III		
Anexo 1	Lista de especies y abundancia de arañas colectadas por sitio, en cada periodo de colecta y temporada en cultivos de café y bosque tropical de la costa de Oaxaca. m = periodo de colecta, LI = temporada de llluvias, S = temporada de secas.	101

RESUMEN

Las arañas son depredadoras de un número considerable de insectos, contribuyendo de esta manera a la reducción de las poblaciones de herbívoros y a la productividad de los agroecosistemas, sin embargo, existe un desconocimiento de la diversidad de especies de arañas presentes en el cultivo de café del estado de Oaxaca. El objetivo de este trabajo fue determinar la riqueza de especies, abundancia y diversidad de arañas en dos plantaciones de café con diferente manejo (monocultivo y policultivo) y en una porción de bosque tropical como área testigo en dos municipios de la región costa del estado de Oaxaca. Además, se determinaron factores de microclima (humedad, temperatura, altitud y pendiente) y manejo del cultivo (cobertura de sombra y profundidad de hojarasca) como posibles factores que influyen en la abundancia y diversidad de arañas. Se realizaron 12 muestreos en dos periodos de colecta del julio 2016 a julio 2017. Por sitio de muestreo la colecta tuvo una duración en tiempo de 48 h. La metodología utilizada fue colecta manual, agitación de follaje y trampas de caída. Se determinaron taxonómicamente los ejemplares a nivel especie y la riqueza y abundancia de éstas, se obtuvo una estimación de la riqueza total con los estimadores Chao1 y ACE. Utilizando los números de Hill, se realizaron perfiles de diversidad para hacer comparaciones directas de la riqueza y diversidad de especies. Se calcularon los números de especies efectivas con el índice de diversidad verdadera. Se estimó la diversidad Beta con el índice de similitud de Bray Curtis. Se aplicó un análisis multivariado y un análisis de componentes principales y se determinó la composición y abundancia de los gremios de las arañas. Se recolectaron 2,214 arañas incluyendo adultos y juveniles. El sitio con mayor abundancia de arañas fue el monocultivo, seguido del bosque tropical y el policultivo. La colecta de arañas está representada por 28 familias, 95 géneros y 141 especies. El inventario incluye dos registros nuevos de especies para México, 48 nuevos registros de especies para Oaxaca y 20 nuevos registros de especies para la región costa. Los porcentajes de integridad de los dos estimadores empleados indican que el nivel de representatividad de los inventarios abarca valores del 65% al 80%. El sitio con mayor riqueza de especies fue el bosque tropical, seguido del policultivo y el monocultivo. La diversidad de arañas fue mayor en el bosque tropical, seguido del policultivo y el monocultivo. Para el conjunto de datos, las familias con mayor abundancia y riqueza de especies fueron Theridiidae, Araneidae y Salticidae. La riqueza y diversidad de arañas estuvieron más asociadas a variables de manejo de cultivo y fisiográficas y en menor medida a variables de microclima. La riqueza de especies de arañas es más alta en sitios con mayor abundancia y riqueza de árboles, así como en sitios con menor altitud. El gremio ecológico más abundante en los tres sitios de muestreo fue el de “otras cazadoras” seguido de las arañas tejedoras de red espacial y tejedoras de red orbicular. Con este estudio se contribuye al conocimiento de la aracnofauna de México y en específico del estado de Oaxaca. Se encontró un considerable porcentaje de especies no descritas, lo cual indica alta riqueza de arañas en la zona de estudio y sugiere una considerable proporción de endemismos. Se sugiere seguir impulsando cultivos de café bajo sombra y elevada riqueza de árboles, ya que proporcionan características adecuadas para el establecimiento y conservación de especies de arañas.

Palabras clave: Riqueza de especies, biodiversidad, monocultivo, policultivo, gremio.

ABSTRACT

Spiders are predators of a considerable number of insects, contributing in this way to the balance of herbivore populations and the stability of agroecosystems, however, there is a lack of knowledge of the diversity of spider species present in the coffee crops from Oaxaca. The objective of this work was to determine the species richness, abundance and diversity of spiders in two coffee plantations with different management (monoculture and polyculture) and in a portion of tropical forest as a control area in two communities of the coastal region of the state of Oaxaca. In addition, microclimate factors (humidity, temperature, altitude and slope) and crop management (shade coverage and litter depth) were determined in each of the sites, obtaining those that influenced the abundance and diversity of spiders. 12 samplings were carried out in two collection periods from July 2016 to July 2017. By sampling site, the collection lasted 48 h. The methodology used was manual collection, foliage agitation and fall traps. The specimens were determined taxonomically at the species level and the richness as well as their abundances. An estimate of the total richness was obtained with the Chao1 and ACE estimators. Using Hill's numbers, diversity profiles were made to make direct comparisons of species richness and diversity. The numbers of effective species were calculated with the true diversity index. Beta diversity was estimated with the dissimilarity index of Bray Curtis. A multivariate analysis and analysis of principal components was applied and the composition and abundance of the spider guilds were determined. 2,214 spiders were collected including adults and juveniles. The most abundant site was monoculture, followed by tropical forest and polyculture. The collection of spiders is represented by 28 families, 95 genera and 141 species. The inventory includes two new species records for Mexico, 48 new species records for Oaxaca and 20 new species records for the coastal region. The percentages of integrity of the 2 estimators used indicate that the level of representativeness of the inventories was 65% to 80%. The site with the more richness species was the tropical forest, followed by polyculture and monoculture. The diversity of spiders was greater in the tropical forest, followed by polyculture and monoculture. For the data set, the families with the greatest abundance and species richness were Theridiidae, Araneidae and Salticidae. The richness and diversity of spiders were more associated to crop management and physiographic variables and to a lesser extent to microclimate variables. The richness of spider species is higher in sites with greater abundance and richness of shade trees, as well as in sites with lower altitude. The most abundant ecological guild in the three sampling sites was that of "other hunters" followed by "space-weavers" and "orbicular-weavers". This study contributes greatly to the knowledge of the arachnofauna of Mexico and specifically of the state of Oaxaca. A considerable percentage of non-described species was found, which indicates high spider richness in the study area and suggests a considerable proportion of endemic species. It is suggested to continue promoting coffee crops under shade and high tree richness, since they provide a great variety of suitable characteristics for the establishment and conservation of the species.

Key words: Richness of species, biodiversity, monoculture, polyculture, guild.

OBJETIVOS

General:

- Analizar la riqueza de especies, abundancia y diversidad de arañas en parcelas de café con diferente sistema de cultivo y en una porción de bosque tropical caducifolio en dos municipios colindantes de la región Costa del estado de Oaxaca.

Objetivos específicos

- Determinar las diferencias en abundancia y riqueza de especies en la temporada de secas y lluvias.
- Evaluar el efecto de factores de microclima (temperatura, humedad, pendiente, altitud) y factores de manejo de cultivo (cobertura de suelo y profundidad de hojarasca) en la composición de las comunidades de arañas en plantaciones de café con diferente manejo de cultivo y una porción de bosque tropical.
- Determinar la estructura de las comunidades de arañas mediante su clasificación en gremios ecológicos.

HIPÓTESIS

Ho: En el sistema de policultivo de café la diversidad de arañas será mayor en comparación con el sistema de monocultivo, pero menor en relación al bosque tropical.

CAPÍTULO I

INTRODUCCION GENERAL

La diversidad biológica se entiende como la variedad de vida en la Tierra, proporciona diversos beneficios y servicios ambientales básicos para los humanos, así como también incluye procesos ecológicos y evolutivos que suceden a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes (CONABIO, 2006; Plascencia *et al.*, 2011). Existen diferentes estimaciones acerca del total de especies presentes en el mundo; por ejemplo, el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza menciona que las estimaciones actuales del número de especies se encuentran entre 5 y 30 millones (UICN, 2008), aunque otras estimaciones indican que existen alrededor de 8.7 millones de especies (Mora *et al.*, 2011).

México es considerado un país “megadiverso”, ya que forma parte del grupo de naciones poseedoras de una gran cantidad y diversidad de animales y plantas y ocupa el cuarto lugar en cuanto a riqueza de especies (CONABIO, 2006; Plascencia *et al.*, 2011). Diversas estimaciones predicen que México posee de 10 a 12% de las especies del mundo para la mayoría de los taxones, de acuerdo con este cálculo, la cifra de especies esperadas para México estaría entre 180 mil y 216 mil del total mundial (1.8 millones) hasta ahora descritas (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

El estado de Oaxaca es reconocido como uno de los estados más biodiversos del país debido a su compleja heterogeneidad ambiental y a su historia geológica, que resultó en la confluencia de especies de filiación neártica y neotropical que interactúan en él (Arita, 1993; García-Mendoza *et al.*, 2004; Ordóñez y Rodríguez, 2008).

Cuando se habla de la diversidad de México por lo general se hace énfasis en las plantas vasculares y en vertebrados; sin embargo, poco se habla de los invertebrados, como es el caso de los artrópodos (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

La clase Arachnida está constituido por 11 órdenes: Acari, Amblypygi, Araneae, Opiliones, Palpigradi, Pseudoscorpionida, Ricinulei, Schizomida, Scorpiones, Solifugae y Thelyphonida, (Triplehorn *et al.*, 2005; Foelix, 2011), todos registrados para México. Excluyendo a los Acari, en México se han reportado los restantes 10 órdenes de arácnidos, teniendo registradas 3 127 especies, que representa el 6.2% de la diversidad mundial de un total de 50 607 especies. En cuanto a las arañas, en el país existen 66 familias (59.1%), 534 géneros (13.8%) y 2 295 especies (5.36%) (Francke, 2014).

Las arañas representan un grupo megadiverso y son relativamente fáciles de localizar, por ello son sujetos de estudio para la estimación de la diversidad biológica, así como en la conservación y evaluación de la calidad medioambiental (Cristofoli *et al.*, 2009; Rubio y Moreno, 2010; Simó *et al.*, 2011; Ortiz, 2014; Flores-Grez y Espinosa-Organista, 2016). De

igual forma, las arañas son abundantes en ambientes naturales y cultivados, y son consideradas uno de los grupos principales de macroinvertebrados depredadores en el medio terrestre ya que constituyen una parte importante de la biodiversidad. En los agroecosistemas, se las considera enemigos naturales de insectos perjudiciales, pero al mismo tiempo sirven de alimento para otros depredadores. En las últimas décadas se ha estudiado su importancia como controladores biológicos de plagas en agroecosistemas y su abundancia y riqueza específica en la biomasa animal de invertebrados de los cultivos (Whitcomb, 1980; Aguilar, 1989; Patrick *et al.*, 1999; Suderland y Greenstone, 1999; Pérez-de la Cruz *et al.*, 2007; Armendano y González, 2011b; Memah *et al.*, 2014).

El impacto de la depredación de las comunidades de arañas es particularmente alto, ya que se estima que son capaces de consumir alrededor de 400 a 800 toneladas de presas anualmente (Nyffeler y Birkhofer, 2017), así como el importante papel que desempeñan en los hábitats alterados y naturales, reduciendo las poblaciones de artrópodos que muchas veces son plagas y vectores de enfermedades de importancia económica. De igual forma, se han reportado casos en los que pueden llegar a consumir pequeños vertebrados como anfibios y reptiles (Aguilar-López *et al.*, 2014), murciélagos (Nyffeler y Knörnschild, 2013) y peces (Nyffeler y Pusey, 2014).

En México, la fauna de arañas se ha estudiado en distintos tipos de hábitats como selva baja caducifolia (Álvarez, 1999; Castelo, 2000; Durán, 2000; Nieto, 2000; Correa, 2001;

Corcuera y Jiménez, 2009), selva mediana subperinifolia (Cutz-Pool *et al.*, 2016), selva alta perennifolia (Santos, 2001; Valdez *et al.*, 2005; Garcilazo, 2015), bosque de encino (Salgueiro, 2014), bosque de pino-encino (Medina, 2002) bosque mesófilo de montaña (Ibarra-Núñez *et al.*, 2011; Maya-Morales *et al.*, 2012; Campuzano *et al.*, 2016), matorral xerófilo (Ibarra-Núñez, 1979), oasis (Jiménez *et al.*, 2015), manglares (Llinas y Jiménez, 2004; Medina, 2005; Santos, 2005), áreas naturales protegidas (Bizuet-Flores *et al.*, 2015; Desales-Lara *et al.*, 2008; Flores-Grez y Espinosa-Organista, 2016), así como también en ambientes antropogénicos (Durán-Barrón *et al.*, 2009; Desales-Lara *et al.*, 2013; Salazar-Olivo y Solís-Rojas, 2015).

En todo el mundo la fauna de arañas se ha estudiado en diferentes agroecosistemas, por mencionar algunos: alfalfa (Armendano y González, 2010), algodón (Rendon *et al.*, 2015; Almada *et al.*, 2012), calabaza (Suárez-Forero *et al.*, 2009), cacao (Ibarra-Núñez *et al.*, 2004; Pérez-de la Cruz *et al.*, 2007; Stenchly *et al.*, 2011; Moreno-Mendoza *et al.*, 2012; Lucio-Palacios e Ibarra-Núñez, 2015), cítricos (Avalos *et al.*, 2013), tomate, frijol (Memah *et al.*, 2014), trigo (Armendano y González, 2011a), maíz (Martínez-Martínez *et al.*, 2009; 2016; Santiago-Pacheco *et al.*, 2017).

Uno de los principales agroecosistemas cultivados en México por su importancia social y económica es el café (Flores, 2015). Es una planta de sotobosque, originaria de Etiopía e introducida a México hacia finales del siglo XIX (Nolasco, 1985). Junto con el maíz, es una de las principales especies que se cultiva en México (Moguel y Toledo, 2004). México se

ubica en la décima primera posición como productor mundial (Panorama Agroalimentario, 2016). El 88% de la producción nacional se encuentra en los estados de: Chiapas (35%), Veracruz (25%), Puebla (15%) y Oaxaca (13%) (Perea y Rivas, 2008).

En México, los agroecosistemas de café se encuentran en las zonas montañosas y en zonas planas del Neotrópico y juegan un papel muy importante en la conservación de la biodiversidad, sirviendo como sitios donde interactúan una gran variedad de especies (Moguel y Toledo, 1999; Pineda *et al.*, 2005; Lin y Perfecto, 2012). La caficultura se considera una actividad estratégica, debido a que permite la integración de cadenas productivas, la generación de divisas y empleos, el modo de subsistencia de muchos pequeños productores y alrededor de 30 grupos indígenas y, en forma reciente, de enorme relevancia ecológica, porque más del 90% de la superficie cultivada con café se encuentra bajo sombra diversificada, que contribuye considerablemente a conservar biodiversidad y como proveedor de vitales servicios ambientales a la sociedad (Moguel y Toledo, 1999; Giovannucci y Juárez, 2006).

Las plantaciones de café necesitan la sombra de numerosos árboles, debido a esto y como sucedió en el resto de los países latinoamericanos, con excepción de Brasil, la producción de café en México se hizo, durante casi dos siglos (1790-1970), en sistemas agroforestales de sombra, es decir intercalando las matas del café en selvas o bosques más o menos modificados. En el país, dos terceras partes, se produce en los llamados sistemas

tradicionales (rusticano y de policultivo), esta situación prevaleció hasta que la agroindustria generó mediante sucesivas hibridaciones, variedades de mayor rendimiento capaces de vivir a pleno sol, con la aplicación de fertilizantes químicos y plaguicidas, y factibles de ser cosechadas mecánicamente (Moguel y Toledo, 1999).

Por lo anterior, existe un gradiente de cinco principales modalidades de producción de café que van desde los dos sistemas “tradicionales” con sombra diversificada y con árboles de la vegetación original, un sistema de policultivo comercial con árboles introducidos y, finalmente, dos sistemas especializados: con sombra de una sola especie o a pleno sol (Moguel y Toledo, 2004), además de esto, a partir de finales de 1980, comenzó el tratamiento de las plantaciones de café con fertilizantes e implementos agroquímicos. La situación problemática que enfrentan los productores cafetaleros en el cultivo de café se debe en mayor parte a los bajos precios del mercado, teniendo como consecuencia bajos ingresos necesarios para el cuidado de sus plantaciones como: el descuido de sus plantaciones en la poda, control de malezas, fertilización, densidad de plantas y control de plagas que reducen su productividad por hectárea. Asimismo, el incumplimiento de las condiciones de certificación del café de especialidad mantiene a los productores al margen de su posible participación en los mercados mundiales de productos sustentables con la naturaleza (Perea y Rivas, 2008). No obstante, las alteraciones en los patrones de precipitación y temperatura producto del cambio climático han generado condiciones adecuadas para el resurgimiento de la enfermedad conocida como roya, la cual es provocada por el hongo *Hemileia vastatrix* y provoca daños en la estructura foliar de la

planta, disminuyendo la cantidad y calidad de frutos hasta generar la muerte de la planta. Esta epidemia representa un grave problema para las zonas cafetaleras de México, ya que muchas familias dependen del comercio de este grano, por lo tanto se ven obligadas a abandonar los cafetales. De igual forma, esta epidemia provoca daños ambientales como la pérdida de biodiversidad, degradación de los bosques, suelos improductivos y erosión, sin mencionar las pérdidas económicas (Programa Mexicano del Carbono, 2016). El cultivo de café es afectado por diferentes insectos plaga, los cuales en sus diferentes estadios son presas potenciales de arañas. Por lo tanto, las arañas cumplen un papel fundamental en los cultivos de café, ya que al ser depredadores generalistas disminuyen las poblaciones de estos insectos. En México se han realizado estudios sobre la abundancia y riqueza de especies de arañas en agroecosistemas de café (Ibarra-Nuñez, 1990; Ibarra-Nuñez y García-Ballinas, 1998), así como análisis ecológicos sobre los tipos de presas capturadas por las arañas en los cafetales (Ibarra-Nuñez *et al.*, 2001; Henaut *et al.*, 2001). De igual forma, los cambios de la composición y abundancia de especies conforme se intensifican las técnicas de cultivo (Philpott *et al.*, 2006; Pinkus *et al.*, 2006; Moorhead *et al.*, 2010; Marín y Perfecto, 2013). Hajian-Forooshani *et al.*, (2014) y Marín *et al.*, (2016) analizaron la influencia de factores locales y del paisaje sobre las arañas arbóreas y del suelo respectivamente.

A pesar de la importancia de las arañas en cultivos de café, en el estado de Oaxaca no se han estudiado, por lo que, en este trabajo se pretende conocer a las especies de arañas asociadas a los cafetales y cómo éstas son afectadas por las distintas formas de manejo

agrícola, factores de microclima y manejo de cultivo, así como su variación a través de la temporada de secas y lluvias.

1.1 Literatura citada

Aguilar F., P. G. (1989). Las arañas como controladoras de plagas insectiles en la agricultura peruana. *Revista Peruana de Entomología*, 1-8p.

Aguilar-López, J. L., Pineda, E., y Luría-Manzano, R. (2014). Depredación de tres especies de herpetozoos por arañas en la región tropical de. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 965-968.

Almada, M. S., Sosa, M. A., y González, A. (2012). Araneofauna (Arachnida: Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénicos y convencionales en el norte de Santa Fe, Argentina. *Revista de Biología Neotropical*, 60, 611-623.

Alvarez, P.F. (1999). Estudio faunístico de la familia Araneidae (Arachnida: Araneae); en la selva baja caducifolia del Municipio de "El Limón", Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

Arita, H. (1993). Riqueza de especies de la mastofauna de México. En *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México* (págs. 109-128).

Armendano, A., y González, A. (2010). Comunidad de arañas (Arachnida: Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58, 757-767.

- Armendano, A., y González, A. (2011a). Efecto de las arañas (Arachnida: Araneae) como depredadoras de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 59, 1651-1662.
- Armendano, A., and González, A. (2011b). Spider fauna associated with wheat crops and adjacent habitats in Buenos Aires, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1176-1182.
- Avalos, G., Bar, M. E., Oscherov, E. B., y González, A. (2013). Diversidad de Araneae en cultivos de *Citrus sinensis* (Rutaceae) de la Provincia de Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 61, 243-1260.
- Bizuet-Flores. M.Y., Jiménez-Jiménez, M.L., Zavala-Hurtado, A. and P. Corcuera. (2015). Diversity patterns of ground dwelling spiders (Arachnida: Araneae) in five prevailing plant communities of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86: 153-163p.
- Castelo, C.J.L. (2000). Diversidad de Salticidae (Arácnida: Araneae) en una localidad de selva baja caducifolia del sur de Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Correa, R.M.M. (2001). Estudio comparativo de las arañas de la vegetación arbustiva y arborea de dos comunidades vegetales en Tlancualpican, Puebla y cerro el Horno, Morelos, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de estudios superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CONABIO. (2006). *Capital natural y bienestar social*. México.

- Corcuera, P., y Jiménez, M. L. (2009). Diversidad de arañas asociadas al follaje en una selva baja caducifolia de Jalisco. *Folia Entomologica Mexicana*, 47, 49-60.
- Cristofoli, S., Mahy, G., Kekenbosh, R. and Lambeets, K. (2009). Spider communities as evaluation tools for wet heathland restoration. *Ecological Indicators*.
- Cutz-Pool, L. Q., Escalante-Poot, G. A., y Ortiz-León, H. J. (2016). Arañas (Arachnida:Araneae) asociadas a dos ecosistemas contrastantes en el ejido de Petcacab, Quinta Roo. *Entomología mexicana*, 3, 58-63.
- Desales-Lara, M. A., Durán-Barrón, C. G., y Mulia-Solano, C. E. (2008). Nuevos registros de aranidos y terídidos (Araneae: Araneidae, Theridiidae) del estado de México. *Dugesiana*, 15, 1-6.
- Desales-Lara, M. A., Francke, O. F., y Sánchez-Nava, P. (2013). Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en hábitats antropogénicos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 291-305.
- Durán Barron, C. G. (2000). Estudio faunístico de la familia Theridiidae (Aracnida:Araneae); en la selva baja caducifolia del sur de Jalisco (Mpio. El Limon) México. Estado de México. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional Autonoma de México, Campus Iztacala. 121p.
- Durán-Barrón, C. G., Francke, O. F., y Pérez-Ortiz, T. M. (2009). Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) asociadas a viviends de la ciudad de México (Área metropolitana). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 55-69.

- Flores Vichi, F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Innovación más Desarrollo*, 4, 174-195.
- Flores-Grez, E., y Espinosa-Organista, D. N. (2016). Araneofauna como bioindicadores del parque ecológico "Cubitos". *Bol. Soc. Mex. Ento.*, 57-63.
- Foelix, R. (2011). *Biology of spiders*. USA: Harvard University Press.
- Francke, O. (2014). Biodiversidad de Arthropoda (Chelicerata: Arachnida ex Acari) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 408-418.
- García-Mendoza, A. J., M. D, J. O., y Briones-Salas, M. (2004). *Biodiversidad de Oaxaca*. UNAM.
- Garcilazo Cruz, U. (2015). Diversidad y Taxonomía de la Familia Salticidae (Araneae: Araneomorphae) en dos ecosistemas de montaña. Tesis M. en C. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 145p.
- Giovannucci, D., y Juárez, C. R. (2006). *Análisis Prospectivo de Política Cafetalera*. México, Proyecto Evaluación Alianza para el campo 2005. FAO. SAGARPA.
- Hajian-Forooshani, Z., Gonthier, D. J., Marín, L., Iverson, A. L. and Perfecto, I. (2014). Changes in species diversity of arboreal spiders in Mexican coffee agroecosystems: untangling the web of local and landscape influences driving diversity. *PeerJ*, 18. doi:10.7717/peerj.623

- Henaut, Y., Pablo, J., Ibarra-Núñez, G. and Williams, T. (2001). Retention, capture and consumption of experimental prey by orb-web weaving spiders in coffee plantations of Southern Mexico. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98, 1-8.
- Ibarra-Núñez, G. (1979). Las arañas labidognatha de la parte norte del pedregal de San Angel. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 106p.
- Ibarra-Núñez, G. (1990). Los artrópodos asociados a cefetos en un cafetal mixto del soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 79, 207-231.
- Ibarra-Núñez, G. y García-Ballinas, J. A. (1998). Diversidad de tres familias de arañas tejedoras (Araneae: Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 102, 11-20.
- Ibarra-Núñez, G., García, J. A., López, J. A. and Lachaud, J. P. (2001). Prey analysis in the diet of some Ponerine ants (Hymenoptera: Formicidae) and web-building spiders (Araneae) in coffee plantations in Chiapas, México. *Sociobiology*, 723-755.
- Ibarra-Núñez, G., Maya-Morales, J. y Chamé-Vázquez, D. (2011). Las arañas del bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1183-1193.
- Ibarra-Núñez, G., Moreno, E. B., Ruiz, A., Trujillo, M. y García, A. (2004). Las arañas tejedoras (Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae y Uloboridae) de una plantación de cacao en Chiapas, México. *Entomología mexicana*, 3, 38-41.

- Jiménez, M. L., Nieto-Castañeda, I. G., Correa-Ramírez, M. M. y Palacios-Cardiel, C. (2015). Las arañas de los oasis de la región meridional de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 319-331.
- Lin, B. B. and Perfecto, I. (2012). Coffee agroforestry systems and the benefits of biodiversity for farmers. En J. A. Simonetti, A. A. Grez, & C. F. Estades (Edits.), *Biodiversity Conservation in Agroforestry Landscapes: Challenges and Opportunities* (págs. 15-40). Universidad de Chile Press.
- Llinas, G.J. y M.L. Jiménez. (2004). Arañas de humedales del sur de Baja California, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*. 5: 283-302p.
- Llorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad* (págs. 283-322). México: CONABIO.
- Lucio-Palacios, C. R. e Ibarra-Nuñez, G. (2015). Arañas arborícolas de cacaotales con diferente tipo de manejo en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 143-152.
- Marín, L. and Perfecto, I. (2013). Spider Diversity in Coffee Agroecosystems: The Influence of Agricultural Intensification and Aggressive Ants. *Environmental Entomology*, 42, 204-213. doi:<http://dx.doi.org/10.1603/EN11223>
- Marín, L., Philpott, S. M., De la Mora, A., Ibarra-Nuñez, G., Tryban, S. and Perfecto, I. (2016). Response of ground spiders to local and landscape factors in a Mexican coffee landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 222, 80-92.

- Martínez-Martínez, L., Jarquín-López, R. y Silva Rivera, M. E. (2009). Artrópodos benéficos en cultivos de maíz y maíz-frijol en Valles centrales, Oaxaca, México. *Agricultura Sostenible*, 5, 390-398.
- Martínez-Martínez, L., Colón-García, E. M., García-García, M. Á., Jarquín-López, R., y Sánchez-García, J. A. (2016). Riqueza de especies y gremios de arañas (chelicerata: araneae) en mono y policultivos de maíz, en Reyes Mantecón, Oaxaca. *Entomología Mexicana*, 3, 64-69.
- Maya-Morales, J., Ibarra-Nuñez, G., León-Cortés, J. L. and Infante, F. (2012). Understory spider diversity in two remnants of tropical montane. *J Insect Conserv*, 16, 25-38.
- Medina Soriano, F. J. (2002). Las arañas y su distribución temporal en un bosque de San Martín Cachihuapan, Municipio de Villa del Carbón, Estado de México. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztalaca. 134p.
- Medina Soriano, F. J. (2005). Las arañas errantes del manglar de Chiapas, México. Tesis M. en C. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 129p.
- Memah, V. V., Tulung, M., Warouw, J. and Maramis, R. T. (2014). Diversity of Spider Species in Some Agricultural. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 70-75.
- Moguel, P., y Toledo, V. M. (1999). Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13, 11-21.
- Moguel, P., y Toledo, V. M. (2004). Conservar produciendo: Biodiversidad , café orgánico y jardines productivos. *Biodiversitas*.

- Moorhead, L. C., Philpott, S. M. and Bichier, P. (2010). Epiphyte Biodiversity in the Coffee Agricultural Matrix: Canopy Stratification and Distance from Forest Fragments. *Conservation Biology*, 24, 737-746. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01430.x
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson B., A. G. and Worm, B. (2011). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *Plos Biology*, 1-8.
- Moreno-Mendoza, S. D., Ibarra-Nuñez, G., Chamé-Vázquez, E. R., y Valle-Mora, F. J. (2012). Gama de presas capturadas por cuatro especies de arañas tejedoras (Arachnida: Araneae) en un agroecosistema de cacao en Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 457-469.
- Nieto Castañeda, I. G. (2000). Inventario de arañas en algunas localidades de los estados de Puebla y Morelos en la parte alta del Balsas. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. 145p.
- Nolasco, M. (1985). *Café y sociedad en México*. Mexico City: Centro de Ecodesarrollo.
- Nyffeler, M., y Knörnschild, M. (2013). Bat Predation by Spiders. *Plos One*, 8.
- Nyffeler, M. and Pusey, B. J. (2014). Fish Predation by Semi-Aquatic Spiders: A Global Pattern. *Plos One*, 9.
- Nyffeler, M. and Birkhofer, K. (2017). An estimated 400–800 million tons of prey are annually killed. *The Science of Nature*, 12.

- Ordóñez, M. y Rodríguez, P. (2008). Oaxaca, el estado con mayor diversidad biológica y cultural de México, y sus productos rurales. *Ciencias*, 54-64.
- Ortiz, M.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 Licenciatura. Universidad ICESI. Facultad de Ciencias Naturales. 67p.
- Panorama Agroalimentario. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. Café, 2016. 37pp.
- Patrick, M., Canard, A. and Ysnel, F. (1999). Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 229-273.
- Perea Quezada, J. y Rivas Tovar, L. A. (2008). Estrategias competitivas para los productores cafetaleros de la región de Córdoba, Veracruz, frente al mercado mundial. *Contaduría y Administración*, 9-33.
- Pérez-de la Cruz, M., Sánchez-Soto, S., Ortíz- García, C. F., Zapata-Mata, R. y Cruz-Pérez, A. (2007). Diversidad de Insectos Capturados por Arañas Tejedoras (Arachnida: Araneae) en el Agroecosistema Cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology*, 90-101.
- Philpott, S. M., Perfecto, I. and Vandermeer, J. (2006). Effects of management intensity and season on arboreal ant diversity and abundance in coffee agroecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 15, 139-155.

- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F. and Halffter, G. (2005). Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19: 400-410p.
- Pinkus Rendón, M. A., Ibarra-Nuñez, G., Parra-Tabla, V., García-Ballinas, J. A. and Hénaut, Y. (2006). Spider diversity in coffee plantations with different management in southeast Mexico. *The Journal of Arachnology*, 34, 104-112.
- Plascencia, R. L., Catañón Barrientos, A. y Raz-Guzmán, A. (2011). La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*, 36-43.
- Programa Mexicano del Carbono (PMC). 2016. La roya del cafeto. *Políticas Públicas*.
- Rendon, D., Whitehose, M. E., Hulugalle, N. R. and Taylor, P. W. (2015). Influence of Crop Management and Environmental Factors on Wolf Spider Assemblages (Araneae: Lycosidae) in an Australian Cotton Cropping System. *Environmental entomology*, 1-12. doi:10.1093/ee/nvu025
- Rubio, G. D. and Moreno, C. E. (2010). Orb-Weaving Spider Diversity in the Iberá Marshlands, Argentina. *Ecology, Behavior and Bionomics*, 496-507.
- Salazar-Olivo, C. y Solís-Rojas, C. (2015). Araneofauna urbana (Arachnida: Araneae) de ciudad Victoria, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 31:1, 55-66p.
- Salgueiro, S. F. J. (2014). Taxonomía y diversidad de la familia Theridiidae en encinares del Pico de Orizaba (Araneae: Araneoidea). Tesis M. en C. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 114p.

- Santiago-Pacheco, G., García-García, M.A. y Martínez-Martínez, L. (2017). Diversidad de arañas (Chelicerata: Araneae) en cultivos de maíz en San Andrés Huayapam, Oaxaca México. *Entomología Mexicana* 4:15-20p.
- Santos Gonzalez, A. (2001). Diversidad de arañas tejedoras asociadas a margenes de arroyos, en dos localidades de la región del Soconusco, Chiapas, México. 128. México, D.F. Tesis Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 128p.
- Santos González, A. (2005). Arañas tejedoras asociadas a los manglares de la costa de Chiapas. Tesis M. en C. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 144p.
- Simó, M., Laborda, A., Jorge, C. y Castro, M. (2011). Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay*, 51-55.
- Stenchly, K., Clough, Y., Buchori, D. and Tschardt, T. (2011). Spider web guilds in cacao agroforestry –comparing tree, plot and landscape-scale management. *Diversity and Distributions*, 17, 748-756. doi:10.1111/j.1472-4642.2011.00774.x
- Suárez-Forero, D. A., Correa-Ramírez, M. M. y Álvarez-Zagoya, R. (2009). Gremios ecológicos de arañas (Arachnida: Araneae) asociados a cultivos y su vegetación de borde en el estado de Durango y Zacatecas, México. *Vida supra*. 3:37-44p.
- Sunderland, K. D. and Greenstone, M. H. (1999). Summary and future directions for research on spiders in agroecosystems. *Journal of Arachnology*, 27, 397-400.

Triplehorn C., A. J., Borror, N. F., Triplehorn, D. A. and Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Brooks/Cole.

UICN. (2008). *El estado de las especies en el mundo*.

Valdez-Mondragón, A., Durán-Barrón, C.G. y J.L. Castelo-Calvillo. (2005). Relaciones zoogeográficas de los géneros de arañas (Arachnida: Araneae), colectados en la selva Lacandona; frontera Corozal, Ocosingo, Chiapas. In *Entomología mexicana*, vol. 4, A. Morales, A. Mendoza, M. P. Ibarra y S. Standford (eds.). Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México. p 55–60.

Whitcomb, W. (1980). Sampling spiders in soybean fields. En *Sampling methods in soybean entomology* (págs. 544-558). Springer New York.

CAPÍTULO II

RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ARAÑAS EN CAFETALES CON DIFERENTE SISTEMA DE MANEJO EN OAXACA, MÉXICO

2.1 Introducción

El cultivo de café es uno de los principales agroecosistemas en México debido a su importancia social, económica y ambiental (Escamilla y Díaz, 2002; Giovannucci y Juárez 2006; Flores, 2015). Es una planta de sotobosque, originaria de Etiopía e introducida a México en el siglo XIX (Moguel y Toledo, 1996; Avalos y Becerra, 1999). En México, los agroecosistemas de café se encuentran en las zonas montañosas y en zonas planas del Neotrópico y juegan un papel muy importante en la conservación de la biodiversidad (Moguel y Toledo, 1999; Lin y Perfecto, 2012). En el estado de Oaxaca hasta el año 2002 se registran 191,612 ha cultivadas, siendo el segundo cultivo con mayor superficie sembrada en el estado solo después del maíz (SIAP, 2017). La plaga más importante del café en todo México la broca del grano (*Hypothenemus hampei*) ha sido el insecto plaga más importante, causando bajos rendimientos del cultivo (Barrera, 2002; Barrera, 2005; Escamilla *et al.*, 2005).

Las arañas representan un grupo megadiverso y son relativamente fáciles de localizar, ya que ocupan una gran cantidad de nichos espaciales y temporales, presentan una elevada diversidad taxonómica y son sensibles a cambios en la estructura del hábitat, por ello son sujetos de estudio para la estimación de la diversidad biológica así como en la conservación y calidad medioambiental (Rico *et al.*, 2005; Cristofoli *et al.*, 2009; Rubio y Moreno, 2010;

Simó *et al.*, 2011; Flores-Grez y Espinosa-Organista, 2016). Son abundantes en ambientes naturales y cultivados, y representan el grupo de macroinvertebrados depredadores dominantes en el medio terrestre, por lo tanto se le considera enemigos naturales de insectos perjudiciales (Suderland y Greenstone, 1999; Pérez-de la Cruz *et al.*, 2007; Armendano y González, 2011; Memah *et al.*, 2014).

Actualmente se han descrito 46,737 especies de arañas pertenecientes a 4,058 géneros y 112 familias (World Spider Catalog, 2017). En México se tienen registradas 2,506 especies, 413 géneros y 62 familias mientras que para el estado de Oaxaca se tienen reportadas 183 especies y 93 géneros (Jiménez, 1996).

En México se han realizado estudios sobre la abundancia y riqueza de especies de arañas en agroecosistemas de café (Ibarra-Nuñez, 1990; Ibarra-Nuñez y García-Ballinas, 1998), así como estudios ecológicos sobre los tipos de presas capturadas por las arañas en los cafetales (Ibarra-Nuñez *et al.*, 2001; Henaut *et al.*, 2001). De igual forma, se han estudiado los cambios de la composición y abundancia de especies conforme se intensifican las técnicas de cultivo (Philpott *et al.*, 2006; Pinkus *et al.*, 2006; Moorhead *et al.*, 2010; Marín y Perfecto, 2013), mientras que Hajian-Forooshani *et al.*, (2014) y Marín *et al.*, (2016) analizaron la influencia de factores locales y del paisaje sobre las arañas arbóreas y del suelo respectivamente.

Dada la importancia económica, social y ecológica de los agroecosistemas de café (Moguel y Toledo, 1999; Pineda *et al.*, 2005) y de las arañas en los agroecosistemas (Sunderland y Greenstone, 1999), se considera necesario estudiar a las arañas en los cafetales del estado de Oaxaca. Este es el primer estudio sistemático sobre araneofauna en cafetales del estado de Oaxaca. El objetivo de este trabajo fue determinar y analizar las diferencias en abundancia y riqueza de especies, así como su correspondiente variación estacional en sitios de café con diferente sistema de y en una porción de Bosque tropical caducifolio en dos municipios colindantes de la región Costa del estado de Oaxaca.

2.2 Materiales y Métodos

2.2.1 Área de estudio

Los muestreos se llevaron a cabo en cuatro sitios diferentes: dos agroecosistemas de café con diferentes manejos de cultivo y dos sitios correspondiente a Bosque tropical caducifolio como área testigo de la vegetación nativa. Los sitios se ubican en la región Costa del estado de Oaxaca, donde el clima es cálido subhúmedo con temperatura media anual de 23 °C y la precipitación media anual es de 2250 mm (Rodarte, 1997; INEGI, 2017). Los cultivos de café se encuentran separados 18 km y difieren en el tipo de manejo del sistema de cultivo. El Rancho Loma de Perico perteneciente al municipio de San Mateo Piñas, se encuentra en las coordenadas 96°19'34.2" N, 15°59'16.8" O, 829 msnm y corresponde al sistema de policultivo tradicional (Moguel y Toledo, 2004), tiene una extensión de ocho hectáreas. El segundo sitio se encuentra en la Finca La Aurora (municipio de Santa María Huatulco) ubicado en las coordenadas 96°17'00.1" N, 15°55'26.4" O, 1050 msnm, corresponde al

sistema de monocultivo de sombra (Moguel y Toledo, 2004) y tiene una extensión de 50 hectáreas. Ambos sitios presentan vegetación colindante correspondiente a Bosque tropical caducifolio (Challenger y Soberón, 2008). La porción de bosque tropical caducifolio se encuentra a una distancia de 200m del sitio de policultivo tradicional, mientras que la porción de bosque se encuentra a 350m de distancia del sitio de monocultivo de sombra (Figura 1), sin embargo, para la colecta de arañas, el esfuerzo de muestreo fue la mitad en cada una de ellas, para al final unir la información y representarla como el mismo tipo de vegetación. El área de estudio presenta dos estaciones bien definidas: la temporada de secas abarca de noviembre a abril y la temporada de lluvias abarca de mayo a octubre (Rodarte, 1997).

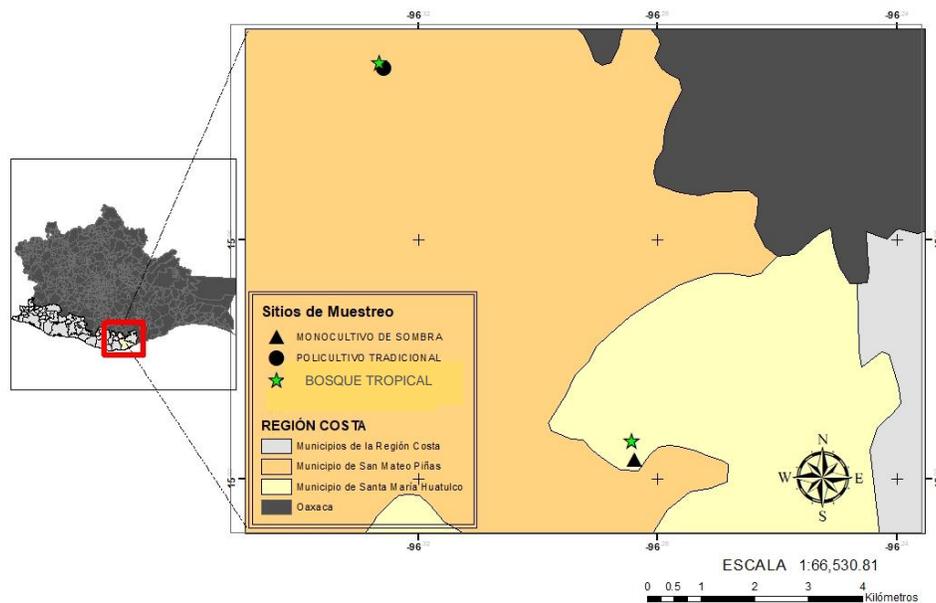


Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo en los dos municipios de la costa de Oaxaca

2.2.2 Trabajo de campo

Se realizaron 12 muestreos de arañas en dos etapas. En la primera etapa se hicieron 6 muestreos de enero 2014 a enero 2015, en la segunda etapa se realizaron 6 muestreos de

julio 2016 a julio 2017 ambos en los periodos de secas y lluvias. Para los sitios de café la colecta tuvo duración de dos días, mientras que, en los sitios de bosque tropical, en cada sitio la colecta tuvo duración de un día.

Se utilizaron tres métodos de colecta: colecta manual, agitación de follaje y trampas de caída (Pinkus, 2011), con la finalidad de obtener ejemplares de arañas que ocupan como refugio y sitios de caza diversos estratos de las plantas y cultivo, además, para cada técnica, en cada periodo de colecta se seleccionaron plantas diferentes, con la finalidad de no repetir plantas muestreadas, mismas que fueron marcadas con una cinta plástica color amarillo. Mediante el método de colecta manual, en los sitios de café se eligieron 20 plantas (10 plantas por día), mientras que en el bosque tropical se eligieron 10 plantas en cada sitio. Las plantas seleccionadas no fueron continuas y estuvieron separadas entre sí por dos plantas, realizando búsqueda visual exhaustiva y extracción de arañas en hojas, ramas y troncos. Se estandarizó este método de colecta destinando 15 minutos para cada planta. En los sitios de café la colecta mediante la agitación de follaje se realizó eligiendo 20 plantas de café diferentes en cada periodo de colecta (10 plantas por día), mientras que en el bosque tropical se eligieron 10 plantas por sitio. Las plantas seleccionadas no fueron continuas y estuvieron separadas entre sí por dos plantas. La colecta consistió en utilizar una tela de color blanca de 1.20x1.20m, colocándola en el suelo circundante de la planta de café y agitándola vigorosamente durante 30 segundos aproximadamente. Los organismos obtenidos se depositaban en bolsas de plástico y se etiquetaban para su posterior separación. En los sitios de café se colocaron 10 trampas de caída (cada trampa con

diámetro de 11 cm y alto de 15 cm) mientras que en los sitios de bosque tropical se colocaron cinco trampas, en cada uno de los sitios la separación de las trampas fue de dos plantas entre ellas (Figura 2). Las trampas se llenaron a $\frac{3}{4}$ de su capacidad con solución jabonosa y se enterraron al borde del suelo sin ninguna cubierta de protección. Las trampas se dejaban activas por un periodo de 48 h, después de las cuales se extraía el contenido y se transportaba al laboratorio para su separación en frascos individuales con alcohol al 80%. En cada periodo de colecta se marcaban las plantas de café muestreadas con la finalidad de no repetir la planta en los siguientes periodos, de igual forma las trampas de caída se distribuían en diferente arreglo dentro del cultivo en cada periodo de colecta. Es importante señalar que en las parcelas de bosque tropical caducifolio se utilizaron las mismas técnicas de colecta que en los agroecosistemas de café y eligieron arbustos cuyo tamaño y arquitectura fuera similar a las plantas de café.

El esfuerzo de colecta total mediante la técnica manual fue de 20 plantas por sitio y periodo de colecta, completando una muestra de 240 plantas por sitio de estudio. Para la técnica de agitación de follaje fue de 20 agitaciones por sitio y periodo de colecta, completando una muestra de 240 agitaciones (plantas) y para las trampas de caída fue de 10 trampas por sitio y periodo de colecta con 48 h por trampa, 480 h por sitio y periodo de colecta, completando una muestra de 5760 h.

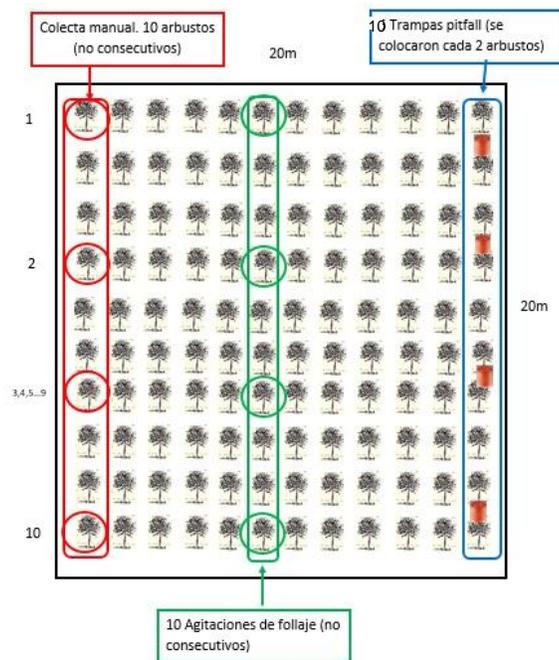


Figura 2. Representación gráfica del diseño de muestreo de arañas en las plantaciones de café

La determinación taxonómica de las arañas se realizó con las claves de Ubick *et al.*, (2005) y con literatura especializada disponible en el World Spider Catalog (2017), también se compararon con ejemplares de la Colección de Arácnidos de la Unidad Tapachula (ECOTAAR) de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Una parte de los ejemplares se depositaron en la Colección de Artrópodos Benéficos del CIIDIR Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional y otra parte se depositó en la Colección de Arácnidos de la Unidad Tapachula (ECOTAAR) de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

2.2.3 Análisis estadístico

Se determinó la riqueza de especies (S_{obs}), la cual corresponde al número de especies observadas. Se obtuvieron los valores del total de especies estimadas, con los estimadores Chao1 y ACE con el software EstimatesS, versión 9.1 con 1000 aleatorizaciones para

evaluar la integridad de los inventarios (Magurran, 2004; Colwell, 2013). Para conocer el nivel de representatividad que se logró con el esfuerzo de muestreo realizado, se calculó la completitud de los inventarios con base en los estimadores de riqueza total (riqueza observada / riqueza total estimada x 100) y se determinó la proporción de “singletons” (especies con un solo individuo en cada tipo de vegetación / S obs x 100) (Cardoso, 2009). Para determinar si la variación en la abundancia de arañas totales observadas en los sitios de colecta y por temporada (secas y lluvia) fue estadísticamente significativa, se realizó una prueba de Chi cuadrada (X^2) con cuadros de contingencia (Taucher, 1999). Se hicieron comparaciones de la riqueza y diversidad entre los diferentes sitios de muestreo, mediante curvas elaboradas con los números de Hill (1973), ya que el uso de estos números permite analizarlos en tres órdenes de diversidad: la riqueza de especies (diversidad del orden $q=0$) y la diversidad efectiva del exponencial del índice de Shannon (diversidad del orden $q=1$), además, estos ordenes de diversidad permiten hacer comparaciones de “especies efectivas” (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011; Chao *et al.*, 2014). Estos análisis se realizaron con el software R (R Core Team, 2017) usando los paquetes ggplot2 (Wickham, 2009), iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016), dplyr (Wickham *et al.*, 2017) y vegan (Oksanen *et al.*, 2018).

2.3 Resultados

2.3.1 Abundancia y riqueza de especies

Se recolectaron 2,204 arañas, incluyendo adultos y juveniles, 683 individuos del sitio de policultivo, 796 del sitio de monocultivo y 725 del bosque tropical (Figura 3). Al analizar la abundancia de arañas para el conjunto de datos (incluyendo adultos y juveniles) durante los 12 periodos y las tres técnicas de colecta en los tres sitios, se encontró que la abundancia de

arañas presentes en el monocultivo fue significativamente mayor en comparación al policultivo ($X^2 = 80.939$; $gl = 11$; $P < 0.0001$) y al bosque ($X^2 = 78.808$; $gl = 11$; $P < 0.0001$), de igual forma, la abundancia de arañas presentes en el bosque tropical fue significativamente mayor en comparación con el policultivo ($X^2 = 55.496$; $gl = 11$; $P < 0.0001$). Durante la temporada de secas, la abundancia registrada en el sitio de monocultivo (428 individuos) fue significativamente mayor en comparación con el policultivo (386 individuos) ($X^2 = 39.81$; $gl = 5$; $P < 0.0001$) y con el bosque tropical (378 individuos) ($X^2 = 33.259$; $gl = 5$; $P < 0.0001$), mientras que la abundancia obtenida en el policultivo fue significativa en comparación con el bosque tropical ($X^2 = 48.525$; $gl = 5$; $P < 0.0001$). En la temporada de lluvias la abundancia de arañas reportada en el sitio de monocultivo (368) fue significativamente mayor en comparación al policultivo (300 individuos) ($X=46.311$, $gl = 5$; $P < 0.0001$) y con el bosque tropical (350 individuos) ($X=45.03$, $gl = 5$; $P < 0.0001$). Contrario con lo obtenido para el conjunto de datos, la abundancia del bosque tropical en comparación al policultivo no fue significativa ($X=$, $gl = 5$; $P = 0.55119$).

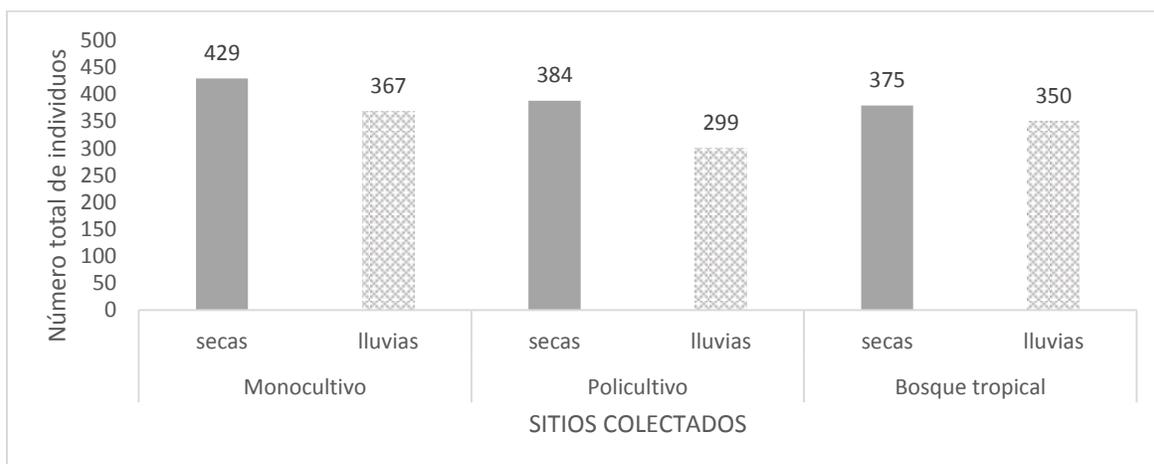


Figura 3. Número de ejemplares colectados en los diferentes sitios y temporadas en la costa de Oaxaca

Para realizar el análisis de datos de diversidad se utilizaron solo 1,337 arañas (60.38%), ya que es necesario que los individuos se encuentren en etapa adulta para que puedan asignarse a su especie. La colecta de arañas representa 34 familias, 95 géneros y 141 especies (Anexo 1). La lista incluye 81 especies (58.69%) plenamente identificadas, 29 especies y un género (21.79%) se han confirmado como especies nuevas para la ciencia (aún no descritas), 6 (4.34%) que fueron determinadas como afines a especies ya descritas y 22 (15.94%) que no pudieron determinarse más que a familia o género por tratarse de ejemplares juveniles o porque son parte de grupos pocos trabajados. De la aracnofauna encontrada, 4 especies y 3 géneros son nuevos registros para México, 43 especies son nuevos registros para el estado de Oaxaca y 20 nuevos registros para la región de la Costa. Las familias con mayor riqueza de especies para el conjunto de datos fueron Theridiidae (34), Araneidae (25), Salticidae (10) y Linyphiidae, Tetragnathidae y Thomisidae (8 cada una) (Figura 4). En la temporada de secas las familias con mayor riqueza de especies fueron Theridiidae (27 especies), Araneidae (20), Salticidae (9) y Thomisidae, Linyphiidae y Tetragnathidae con 7 especies cada una (Figura 5a). En la temporada de lluvias las familias con mayor riqueza de especies fueron Theridiidae (28 especies), Araneidae (17), Salticidae (9), Tetragnathidae (8) y Linyphiidae (6) (Figura 5b).

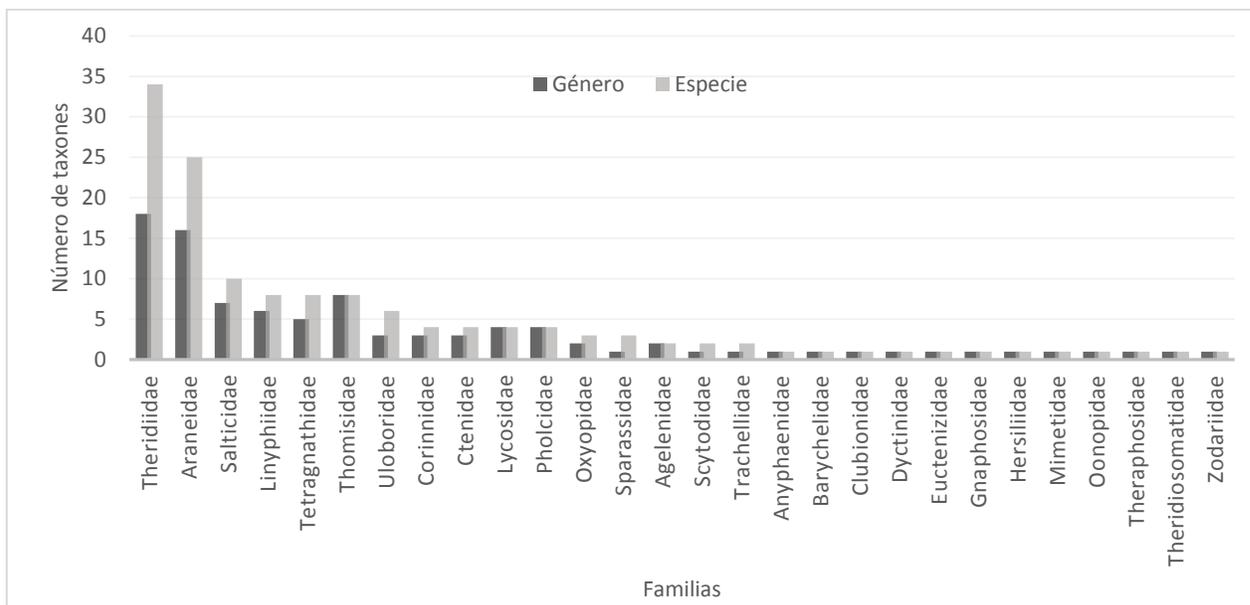


Figura 4. Riqueza de géneros y especies de cada familia recolectadas en todos los sitios de muestreo

La diversidad del orden $q=0$ mostró que el sitio con mayor riqueza de especies fue el bosque tropical con 91 especies, seguido del policultivo con 87 especies y por último el monocultivo con 84 especies (Figura 6). De manera general, las familias con mayor riqueza de especies en los tres sitios de colecta fueron Theridiidae y Araneidae (Cuadro 1). En la época de secas se registraron 62 especies en el sitio de policultivo, mientras que los sitios de monocultivo y bosque tropical registraron 61 especies cada uno. Para la temporada de lluvias se registraron 61 especies en el policultivo, 60 en el monocultivo y 68 en el bosque tropical.

Cuadro 1. Familias con mayor riqueza de especies en cafetales y bosque tropical de Oaxaca

Sitio	Familias con mayor Riqueza de especies	Número de especies
Policultivo	Theridiidae	22
	Araneidae	19
	Salticidae	6
	Linyphiidae	5

Monocultivo	Theridiidae	20
	Araneidae	14
	Salticidae	10
	Linyphiidae	6
	Tetragnathidae	5
Bosque tropical	Theridiidae	21
	Araneidae	11
	Tetragnathidae	8
	Salticidae	7
	Thomisidae	6
	Linyphiidae	5

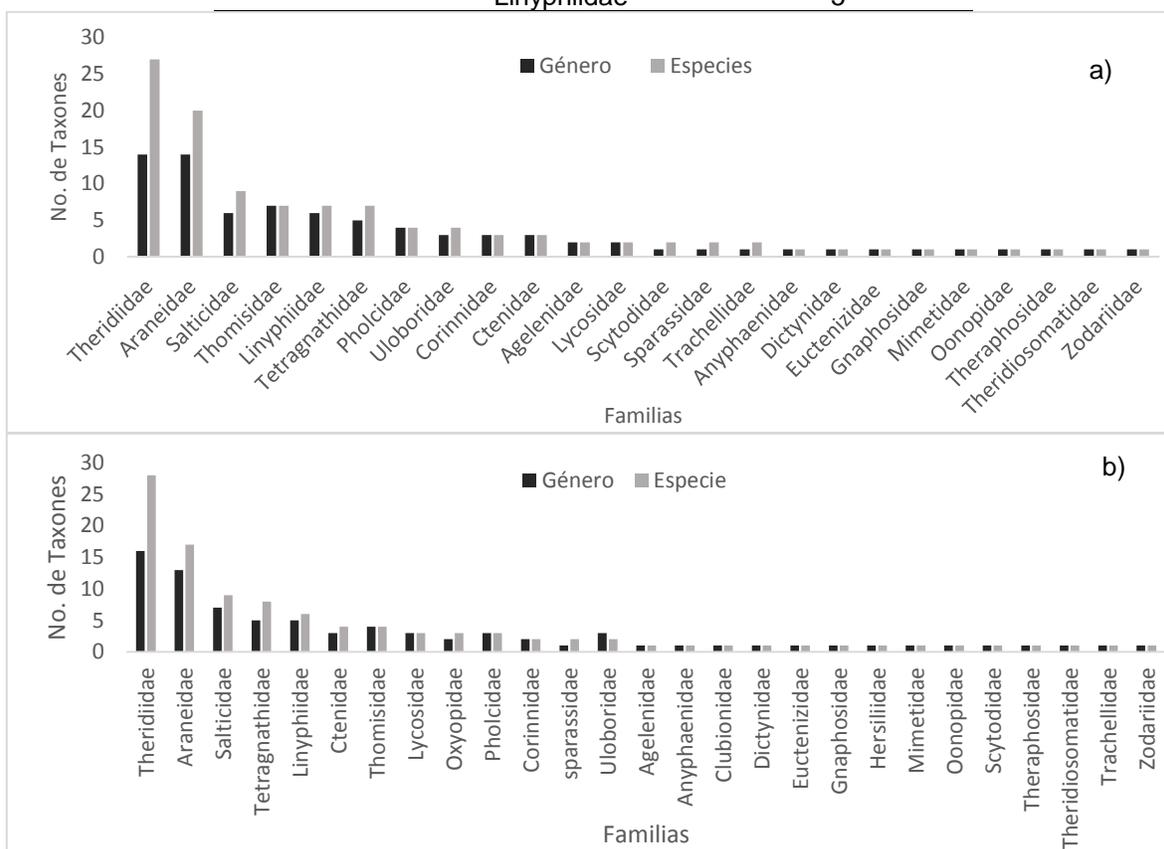


Figura 5. Familias con mayor riqueza de especies en la temporada de secas (a) y lluvias (b).

Para el conjunto de datos las especies más abundantes fueron *Mexigonus* sp.1, *Colonus sylvanus* (Salticidae), *Wulfila tantillus* (Anyphaenidae), *Leucauge* sp1. (Tetragnathidae), *Tmarus* sp1. (Thomisidae), *Neopisinus cognatus*, *Hentziectypus florens*, *Theridion evexum* (Theridiidae), *Scironis* sp.1 (Linyphiidae) y *Spermophora* sp1. En el policultivo las

especies más abundantes fueron *Neopisinus cognatus* (Theridiidae), *Tmarus* sp1 (Thomisidae), *Mexigonus* sp1 (Salticidae), *Acacesia tenella*, *Carepalxis* sp1 (Araneidae), *Spermophora* sp1 (Pholcidae) y *Lyssomanes jemineus* (Salticidae). En el monocultivo las especies más abundantes fueron *Mexigonus* sp1 (Salticidae), *Scironis* sp1 (Linyphiidae), *Leucauge* sp1 (Tetragnathidae), *Colonus sylvanus* (Salticidae), *Wulfila tantillus* (Anyphaenidae), *Theridion evexum* (Theridiidae) y *Witica crassicaudus* (Araneidae). En el bosque tropical las especies más abundantes fueron *Wulfila tantillus* (Anyphaenidae), *Mexigonus* sp1 (Salticidae), *Hentziectypus florens* (Theridiidae), *Tetragnatha* sp1, *Leucauge* sp1 (Tetragnathidae), *Pirata* sp1 (Lycosidae) y *Spermophora* sp1 (Pholcidae).

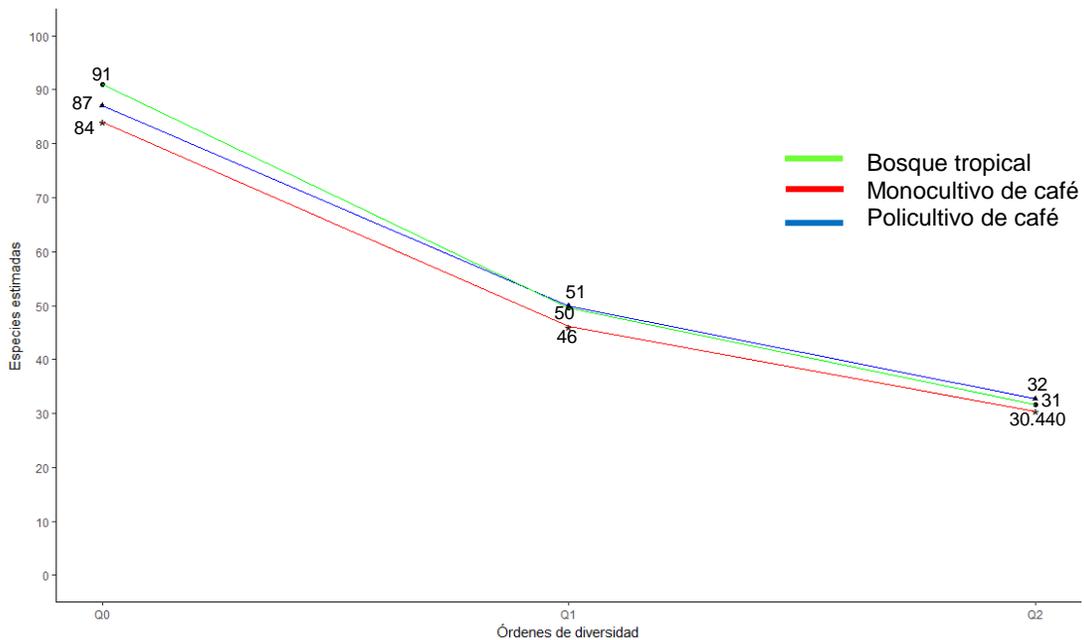


Figura 6. Perfil de diversidad entre sitios para el conjunto de datos

2.3.2 Estimadores de riqueza e integridad de los inventarios.

Con el estimador de riqueza Chao 1 se obtuvo que en el sitio de policultivo debieron haber sido reportadas 108 especies, por lo que hace falta registrar 21 especies, para el sitio de monocultivo se estimaron 118 especies, haciendo falta registrar 34 especies, mientras que

para el bosque tropical se estimaron 136 especies, faltando 45 especies más por registrar. El estimador ACE estimó 118 especies para el policultivo, faltando 31 especies por registrar, 114 especies para el monocultivo, faltando 30 especies por registrar y 137 especies para el bosque tropical, faltando 46 especies más por registrar (Cuadro 2). Los porcentajes de integridad de los dos estimadores empleados indican que el nivel de representatividad de los inventarios abarca valores del 65% al 80%. Las curvas de acumulación de especies mostraron una eficiencia de recolecta mayor en el sitio de policultivo con 73.7% (ACE) y 80% (Chao 1), seguido del sitio de monocultivo con 73.6% (ACE) y 71.55% (Chao 1) y el bosque tropical registró la menor eficiencia con 65.9% (ACE) y 64.49% (Chao 1). De manera general, se registró 33.33% de singletons (especies con un solo individuo) en el sitio de monocultivo, 32.18% en el sitio de policultivo y 34.06% en el bosque tropical.

Cuadro 2. Riqueza de especies y completitud de los inventarios obtenidos con los estimadores Chao 1 y ACE en los cafetales y bosque tropical de la costa de Oaxaca.

SITIO	Riqueza de especies observadas	Chao 1		ACE		Porcentaje de singletons
		Riqueza de especies estimada	Completitud del inventario	Riqueza de especies estimada	Completitud del inventario	
Policultivo	87	108.7	80%	118.04	73.70%	32.18%
Monocultivo	84	118.65	71.55%	114.03	73.60%	33.33%
Bosque tropical	91	136.01	64.49%	137.94	65.90%	34.06%

2.3.3 Diversidad alfa.

Al analizar la diversidad de especies con los números efectivos de especies o diversidad verdadera se obtuvo que la diversidad del orden $q=1$ indica que el policultivo fue el sitio que alcanzó mayor diversidad de especies con 51.418 especies efectivas, seguido del

bosque tropical con 50.805 especies efectivas y por último el monocultivo con 46.618 especies efectivas. En este sentido, al comparar el policultivo con el bosque tropical se obtuvo que el policultivo es 1.01 veces más diverso y en comparación con el monocultivo es 1.10 veces más diversa, mientras que al comparar el bosque contra el monocultivo se obtuvo que el bosque fue 1.08 veces más diverso. En la temporada de lluvias el bosque tropical registró la mayor diversidad de especies con 49.156 especies efectivas, seguido del policultivo con 43.423 y por último el monocultivo con 37.449 especies efectivas, es decir, el bosque fue 1.13 más diverso que el policultivo y 1.31 más diverso que el monocultivo. En la temporada de secas el sitio que registró mayor diversidad de especies fue el policultivo con 36.966 especies efectivas, seguido del monocultivo con 36.342 y por último el bosque tropical con 32.136. Por lo tanto, el policultivo fue 1.01 veces más diverso que el monocultivo y 1.15 veces más diverso que el bosque tropical (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diversidad de especies efectivas ($q = 1$) obtenidos para el conjunto de datos y por temporada en dos cafetales y una porción de bosque tropical de Oaxaca

SITIO	Diversidad alfa (índice de Shannon-Wiener)			Diversidad verdadera ($q=1$)		
	Secas	Lluvia	General	Secas	Lluvia	General
Policultivo	3.61	3.771	3.94	36.966	43.423	51.418
Monocultivo	3.593	3.623	3.842	36.342	37.449	46.618
Bosque tropical	3.47	3.895	3.928	32.136	49.156	50.805

Debido que los resultados obtenidos con el análisis de especies efectivas presentan valores con poca diferencia, se aplicó la prueba de t modificada por Hutcheson para determinar si existe significancia entre los valores calculados con el índice de Shannon-Wiener, obteniendo que para el conjunto de datos entre el sitio con mayor diversidad (policultivo) y

el de menor diversidad (monocultivo) las diferencias no son significativas ($t = -0.611$; $gl = 870$; $P = 0.540$). De igual forma en la temporada de secas el sitio con mayor diversidad (policultivo) no presentó diferencias significativas en comparación con el sitio de menor diversidad (bosque tropical) ($t = 0.98854$; $gl = 463$; $P = 0.3234$). Por el contrario, en la temporada de lluvias, la diversidad del sitio con mayor diversidad (bosque tropical) fue significativa en comparación con el sitio de menor diversidad (monocultivo) ($t = 2.5636$; $gl = 447.64$; $P = 0.010685$).

2.4 Discusión

Este es el primer estudio, sobre la diversidad de arañas en cultivos de café del estado de Oaxaca. Las especies de arañas registradas en los tres sitios de colecta del presente trabajo representan el 20.76% de las especies previamente registradas para el estado de Oaxaca (Jiménez, 1996). La abundancia de arañas registradas en el monocultivo fue significativamente mayor en comparación al policultivo y el bosque tropical para el conjunto de datos y en ambas temporadas (secas y lluvias). Al analizar la diversidad de especies con el índice de especies efectivas o diversidad verdadera, se obtuvo que para el conjunto de datos y durante la temporada de secas el sitio de policultivo fue el que alcanzó la mayor diversidad, mientras que en la temporada de lluvias el bosque tropical registró mayor diversidad de especies, sin embargo, aunque el uso del índice de especies efectivas como medida de diversidad proporcionan la magnitud de la variación entre la diversidad de especies de dos o más comunidades (Moreno *et al.*, 2011), su resultado no muestra si esta diferencia es significativa, por lo tanto, al aplicar la prueba de t modificada por Hutcheson

se pudo determinar que la diversidad de especies alcanzada en el bosque tropical (sitio con mayor diversidad) únicamente durante la temporada de lluvias fue significativamente mayor en comparación al monocultivo (sitio con menor diversidad).

En este estudio se encontró un gran porcentaje de especies confirmadas como no descritas (22%) y de especies afines ya descritas junto con las que fueron agrupadas en morfoespecies (20%), ya que se encuentran en grupos poco estudiados o de difícil identificación. Estos porcentajes reflejan los pocos estudios realizados en el estado de Oaxaca, alta riqueza de especies registrada en la zona de estudio y condiciones orográficas y de microclima que proporcionan una considerable proporción de endemismos.

Los resultados de este trabajo proporcionan nuevos registros de especies para México y Oaxaca. Los nuevos registros de especies para México corresponden a *Linyphia postica* Banks, 1909, registrada únicamente en Costa Rica; *Trachelas cambridgei* Kraus, 1955, citado anteriormente de El Salvador a Panamá; *Orchestina guatemala* Izquierdo, 2017 registrado únicamente en Guatemala. A nivel de genérico se registra por primera vez *Exocora* Millidge, 1991 reportado anteriormente en Brasil, Venezuela y Bolivia; *Micrargus* Dahl, 1886 registrado en Europa, Canadá y Estados Unidos y *Scironis* Bishop y Crosby, 1938 en Estados Unidos.

A nivel genérico se registran por primera vez en el estado de Oaxaca 32 géneros, los cuales habían sido citados anteriormente en 25 estados de la República, siendo seis estados (Chiapas, Veracruz, Tamaulipas, Guerrero, San Luis Potosí y Tabasco) los más

representativos y donde juntos acumulan el 60% de estos registros. A nivel de especies se registran por primera vez 43 nuevas arañas para el estado (Anexo 2).

Otro aspecto importante es que la riqueza de especies en los sitios estudiados es alta en comparación con anteriores estudios de arañas en cultivos de café (en México todos realizados en el estado de Chiapas), por ejemplo, Ibarra (1990) estudió los artrópodos asociados a cafetos, registrando 26 familias y 65 especies y encontrando que el Orden Araneae ocupa el cuarto lugar en cuanto su abundancia y quinto en cuanto su diversidad. Pinkus *et al.*, (2006), en un estudio similar a este, analizaron la composición de arañas en dos cultivos de café con diferente manejo o intensidad de cultivo y en un sitio de control correspondiente a bosque tropical, reportando 98 especies para el conjunto de datos, sin embargo, la mayor riqueza de arañas perteneció al sitio de cultivo de café con manejo convencional (96 especies), seguido del sitio de control (77) y por último el sitio con manejo orgánico (68), mientras que en este estudio la mayor riqueza de arañas se encontró en el sitio de bosque tropical (91 especies), seguido del sitio de policultivo de café (87) y monocultivo de café (84). Marín y Perfecto (2013) registraron 91 morfoespecies de arañas durante los años 2008 y 2009 en cafetales de Chiapas. Por otro lado, Hajian-Forooshani *et al.*, (2014) y Marín *et al.*, (2016) estudiaron la diversidad de arañas arbóreas y de suelo respectivamente, en cultivos de café, registrando 109 especies de arañas arbóreas y 88 especies de arañas de suelo. En ambos estudios la riqueza de arañas fue menor, sin embargo, es importante recalcar que en cada uno de ellos solo se estudió un estrato de los cafetales (arbóreas/suelo), mientras que en este estudio se registraron ambos estratos, por lo

tanto, la comparación entre estudios no es la más completa, pero si proporciona una aproximación de la riqueza de arañas en cultivo de café del estado de Oaxaca.

Debido a la estructura de vegetación que presentan los cultivos de café y el bosque tropical, las familias de arañas Theridiidae y Araneidae presentan mayor riqueza de especies y abundancia de individuos, lo cual concuerda con estudios de arañas en cultivos de café (Ibarra-Nuñez, 1990; Ibarra-Nuñez y Garcia-Ballinas, 1998) y cultivos de cacao, los cuales son muy parecidos en cuanto composición y estructura al cultivo de café (Pérez-De la Cruz y De la Cruz-Pérez, 2003; Ibarra-Núñez *et al.*, 2004; Lucio-Palacio e Ibarra-Nuñez, 2015); en los bosques tropicales o sitios con vegetación nativa, la riqueza de especies de las familias Araneidae y Theridiidae no es tan marcada, ya que otras familias registran alta riqueza de especies como Tetragnathidae y Linyphiidae (Flórez, 1998), Araneidae, Salticidae, Theridiidae y Linyphiidae (Avalos *et al.*, 2007), Salticidae, Thomisidae y Theridiidae (Benavides y Flórez, 2007), Thomisidae, Oxyopidae y Salticiade (Corcuera y Jiménez, 2008).

En este estudio se encontró que para el conjunto de datos y en la temporada de secas si existe relación entre el manejo de cultivo y la diversidad de especies de acuerdo con los números efectivos de especies o diversidad verdadera, sin embargo, únicamente en la temporada de lluvias se observa diferencias en este patrón. Es decir, la diversidad de especies para el conjunto de datos y la temporada de secas fue mayor en el sitio de policultivo de café, mientras que en la temporada de lluvias el monocultivo fue el sitio que reportó mayor diversidad.

De manera general, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por otros autores en cuanto al aumento de la diversidad en sitios menos perturbados o en agroecosistemas con menor intensidad de cultivo (Perfecto *et al.*, 1996; Greenberg *et al.*, 1997; Philpott *et al.*, 2006; Moorhead *et al.*, 2010), sin embargo, se contraponen a lo reportado por Pinkus *et al.*, (2006), ya que en su estudio, estos autores reportan que no existe relación entre el manejo del cultivo y la diversidad de arañas en cafetales de Chiapas. Al analizar la riqueza de especies en cada sitio durante la temporada de secas se obtuvo que existe una disminución en el número de especies del bosque tropical. En la temporada de lluvias, ocurrió lo contrario, ya que la riqueza y diversidad de especies de ambas fue mayor en el bosque tropical. Estos resultados reafirman una marcada variación temporal en el ensamble de arañas debido a las condiciones climáticas de cada época, proporcionando diferentes microclimas y diferente disposición de sitios de refugio y caza (Maya-Morales *et al.*, 2012; Lucio-Palacio e Ibarra-Nuñez, 2015).

De acuerdo a Cardoso (2009), el nivel de integridad del inventario alcanzado por el número de muestreos de este estudio se puede considerar como casi exhaustivo o comprensivo (70 - 80 %) para los sitios de cultivo de café y como razonable para el bosque tropical (65%). Se eligió el estimador de Chao 1 ya que ha sido usado ampliamente en estudios de diversidad de arañas y es sugerido para estudios de comunidades tropicales (Sørensen 2004; Coddington *et al.*, 2009; Maya-Morales *et al.*, 2012; Lucio-Palacios e Ibarra-Nuñez, 2015), además porque pone más énfasis en aquellas especies con menor abundancia (singletons o doubletons) (Coddington *et al.*, 1996). En este sentido, el esfuerzo de muestreo realizado en este estudio es menor en relación a un estudio de arañas en cacaotales de Chiapas (Lucio-

Palacios e Ibarra-Nuñez) y un estudio de arañas en bosque mesófilo de montaña (Maya-Morales *et al.*, 2012). El porcentaje de especies registradas con un solo individuo se encuentra cerca del valor promedio estimado en varios estudios de arañas en la región de los trópicos (Coddington *et al.*, 2009), lo cual indica que existen muchas especies raras a través de los diferentes sitios de colecta, cuya abundancia está relacionada con la estacionalidad y la disposición de microclimas.

De manera general, existe alta riqueza y diversidad de especies asociadas a cultivos de café, y tal como se esperaba, el bosque tropical fue el sitio que registró mayor valor en ambos componentes de la aracnofauna. Como ha sido reportado anteriormente, los cambios en el manejo agronómico producen la disminución de sitios de refugio, caza y disposición de redes, así como también altera las condiciones de microclima dentro de los sitios (Maya-Morales *et al.*, 2012), sin embargo, al encontrar una gran proporción de especies no descritas en los sitios de cultivo de café y que son potenciales taxones nuevos para la ciencia, podemos decir que en los cafetales de la región costa de Oaxaca existe una considerable proporción de endemismos y son sitios que proporcionan características adecuadas para el establecimiento y conservación de especies de arañas.

2.5 Literatura citada

Archer, A. F. (1953). Studies in the orbweaving spiders (Argiopidae). 3. *American Museum*

Novitates 1622: 1-27.

- Armendano, A., y González, A. (2011). Efecto de las arañas (Arachnida: Araneae) como depredadoras de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 59, 1651-1662.
- Avalos-Sartorio ,B. y M. del R.O. Becerra. (1999). La economía de la producción y comercialización del café en la Sierra Sur, Costa e Istmo del Estado de Oaxaca: Resultados preliminares. *Ciencia y Mar*. 3:29–39.
- Avalos, G., Damborsky, M.P., Bar, E.M., Oscherov, E.B. y Porcel, E. (2009). Composición de la fauna de Araneae (Arachnida) de la Reserva provincial Ibéra, Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*. 57: 339-351.
- Barrera, J.F. 2005. Simposio sobre Situación Actual y Perspectivas de la Inves igación y Manejo de la Broca del Café en Costa Rica, Cuba, Guatemala y México. J.F. Barrera (ed.). Sociedad Mexicana de Entomología y El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. p. 1-13.
- Barrera, J.F. (ed.). 2002. Tres plagas del café en Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur, México. 198 p.
- Benavides, L., y E. Flórez. (2007). Comunidades de arañas (Arachnida: Araneae) en microhábitats de dosel en bosques de tierra firme e Igapó de la Amazonía Colombiana. *Revista Ibérica de Aracnología*. 14: 49-62.
- Bond, J. E. and Opell, B. D. (1997). Systematics of the spider genera *Mallos* and *Mexitlia* (Araneae, Dictynidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 119: 389-445.

- Brady, A. R. (1970). The lynx spider genus *Hamataliwa* in Mexico and Central America (Araneae: Oxyopidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 140: 75-128.
- Cardoso, P. (2009). Standardization and optimization of arthropod inventories-the case of Iberian spiders. *Biodiversity and Conservation*, 18, 3949–3962.
- Challenger, A., y J. Soberón. (2008). Los ecosistemas terrestres, in *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 87-108p.
- Chao, A., Gotelli, N.J., Hsieh, T.C., Sander, E.L., Ma, K.H., Colwell, R.K. and Ellison, A.M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84, 45-67.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1.0 Recuperado el 15 enero 2018, de <http://purl.oclc.org/estimates>
- Coddington, J., Young, L. and Coyle, F. (1996). Estimating spider species richness in a Southern Appalachian Cove Hardwood Forest. *Journal of Arachnology*, 24:111-125.
- Coddington JA, Agnarsson I, Miller JA, Kuntner M. and Hormiga G. (2009). Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. *J Animal Ecol* 78:573–584

- Corcuera, P., y Jiménez, M. L. (2009). Diversidad de arañas asociadas al follaje en una selva baja caducifolia de Jalisco. *Folia Entomologica Mexicana*, 47, 49-60.
- Cristofoli, S., Mahy, G., Kekenbosh, R. and Lambeets, K. (2009). Spider communities as evaluation tools for wet heathland restoration. *Ecological Indicators*, 10: 773-780.
- Escamilla P., E. y S. Díaz C. 2002. Sistemas de cultivo de café en México. Fundación Produce de Veracruz. Veracruz, México.
- Escamilla, E., Ruíz, O.R., Díaz, G.P., Landeros, C.S., Platas, D.E.R., Zamarripa, A.C. y V.A.H. González. (2005). El agroecosistema café orgánico en México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 76:5-16.
- Exline, H. and Levi, H. W. (1962). American spiders of the genus *Argyrodes* (Araneae, Theridiidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 127: 75-204.
- Flores, V. F. (2015). La producción de café en México: ventana de oportunidad para el sector agrícola de Chiapas. *Innovación más Desarrollo*, 4, 174-195.
- Flores-Grez, E., y Espinosa-Organista, D. N. (2016). Araneofauna como bioindicadores del parque ecológico "Cubitos". *Bol. Soc. Mex. Ento.*, 57-63.
- Flórez, D.E. (1998). Estructura de comunidades de arañas (Araneae) en el departamento del Valle, suroccidente de Colombia. *Ecologia*, 20: 173-192
- Galiano, M. E. (1980a). Revisión del género *Lyssomanes* Hentz, 1845 (Araneae, Salticidae). *Opera Lilloana* 30: 1-104.

- Gertsch, W. J. and Davis, L. I. (1946). Report on a collection of spiders from Mexico. V. *American Museum Novitates* 1313: 1-11.
- Giovannucci, D., y Juárez, C. R. (2006). *Análisis Prospectivo de Política Cafetalera. México, Proyecto Evaluación Alianza para el campo 2005*. FAO. SAGARPA.
- Hajian-Forooshani, Z., Gonthier, D. J., Marín, L., Iverson, A. L., and Perfecto, I. (2014). Changes in species diversity of arboreal spiders in Mexican coffee agroecosystems: untangling the web of local and landscape influences driving diversity. *PeerJ*, 18. doi:10.7717/peerj.623
- Henaut, Y., Pablo, J., Ibarra-Nuñez, G. and Williams, T. (2001). Retention, capture and consumption of experimental prey by orb-web weaving spiders in coffee plantations of Southern Mexico. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98, 1-8.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54:427-432.
- Hsieh, T.C., Ma, K. H. and Chao, A. (2016). iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. R package version 2.0.12 URL: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>.
- Ibarra-Nuñez, G. (1990). Los artrópodos asociados a cefetos en un cafetal mixto del soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 79, 207-231.
- Ibarra-Nuñez, G. y García-Ballinas, J. A. (1998). Diversidad de tres familias de arañas tejedoras (Araneae: Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 102, 11-20.

- Ibarra-Nuñez, G., García, J. A., López, J. A. and Lachaud, J. P. (2001). Prey analysis in the diet of some Ponerine ants (Hymenoptera: Formicidae) and web-building spiders (Araneae) in coffee plantations in Chiapas, México. *Sociobiology*, 723-755.
- Ibarra-Nuñez, G., Moreno, E. B., Ruiz, A., Trujillo, M., y García, A. (2004). Las arañas tejedoras (Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae y Uloboridae) de una plantación de cacao en Chiapas, México. *Entomología mexicana*, 3, 38-41.
- Jiménez, M.L. (1996). Araneae. In Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento, J. Llorente, A.N. García y E. González (eds). Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. p. 83-101.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Mapa digital de México*. En línea en <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE1Ljk3Njg3LGxvbjotOTYuMzE4MTAsEjo4LGw6YzExMXNlcnZpY2lvc3x0YzExMXNlcnZpY2lvc3xjNDE3> consultado en {septiembre 2017}
- Jiménez, M. L., Nieto-Castañeda, I. G., Correa-Ramírez, M. M., y Palacios-Cardiel, C. (2015). Las arañas de los oasis de la región meridional de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 319-331.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363-375.
- Levi, H. W. (1953). Spiders of the genus *Dipoena* from America north of Mexico (Araneae, Theridiidae). *American Museum Novitates* 1647: 1-39.

- Levi, H. W. (1954b). Spiders of the genus *Euryopis* from North and Central America (Araneae, Theridiidae). *American Museum Novitates* 1666: 1-48.
- Levi, H. W. (1955a). The spider genera *Coressa* and *Achaearanea* in America north of Mexico (Araneae, Theridiidae). *American Museum Novitates* 1718: 1-33.
- Levi, H. W. (1957). The spider genera *Enoplognatha*, *Theridion*, and *Paidisca* in America north of Mexico (Araneae, Theridiidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 112: 1-124.
- Levi, H. W. (1959). The spider genera *Achaearanea*, *Theridion* and *Sphyrotinus* from Mexico, Central America and the West Indies (Araneae, Theridiidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 121: 57-163.
- Levi, H. W. (1962). More American spiders of the genus *Chrysso* (Araneae, Theridiidae). *Psyche*, Cambridge 69: 209-237.
- Levi, H. W. (1963). American spiders of the genus *Theridion* (Araneae, Theridiidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 129: 481-589.
- Levi, H. W. (1968). The spider genera *Gea* and *Argiope* in America (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 136: 319-352.
- Levi, H. W. (1976). The orb-weaver genera *Verrucosa*, *Acanthepeira*, *Wagneriana*, *Acacesia*, *Wixia*, *Scoloderus* and *Alpaida* north of Mexico. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 147: 351-391.

- Levi, H. W. (1985). The spiny orb-weaver genera *Micrathena* and *Chaetacis* (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 150: 429-618.
- Levi, H. W. (1986a). The Neotropical orb-weaver genera *Chrysometa* and *Homalometa* (Araneae: Tetragnathidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 151: 91-215.
- Levi, H. W. (1986b). The orb-weaver genus *Witica* (Araneae: Araneidae). *Psyche*, Cambridge 93: 35-46.
- Levi, H. W. (1999). The Neotropical and Mexican Orb Weavers of the genera *Cyclosa* and *Allocyclosa* (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 155: 299-379
- Levi, H. W. (2004). Comments and new records for the American genera *Gea* and *Argiope* with the description of new species (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 158: 47-65.
- Lin, B. B. and Perfecto, I. (2012). Coffee agroforestry systems and the benefits of biodiversity for farmers. En J. A. Simonetti, A. A. Grez, & C. F. Estades (Edits.), *Biodiversity Conservation in Agroforestry Landscapes: Challenges and Opportunities* (págs. 15-40). Universidad de Chile Press.
- Lise, A. A., Kesster, C. C. and Silva, E. L. C. da (2015). Revision of the orb-weaving spider genus *Verrucosa* McCook, 1888 (Araneae, Araneidae). *Zootaxa* 3921(1): 1-105.

- Logunov, D. V. (2014a). New species and records of Lyssomanes Hentz, 1845 from Central and South Americas (Aranei: Salticidae). *Arthropoda Selecta* 23(1): 57-56.
- Lucio-Palacios, C. R., e Ibarra-Nuñez, G. (2015). Arañas arborícolas de cacaotales con diferente tipo de manejo en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 143-152.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring ecological diversity. Oxford: Blackwell Science.
- Marín, L. and Perfecto, I. (2013). Spider Diversity in Coffee Agroecosystems: The Influence of Agricultural Intensification and Aggressive Ants. *Environmental Entomology*, 42, 204-213. doi:<http://dx.doi.org/10.1603/EN11223>
- Marín, L., Philpott, S. M., De la Mora, A., Ibarra-Nuñez, G., Tryban, S. and Perfecto , I. (2016). Response of ground spiders to local and landscape factors in a Mexican coffee landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 222, 80-92.
- Maya-Morales, J., Ibarra-Núñez, G., León-Cortés, J. L. and Infante, F. (2012). Understory spider diversity in two remnants of Tropical Montane Cloud Forest in Chiapas, Mexico. *Journal of Insect Conservation*, 16, 25–38.
- Memah, V. V., Tulung, M., Warouw, J. and Maramis, R. T. (2014). Diversity of Spider Species in Some Agricultural. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5:70-75.
- Moguel, P., y Toledo, V.M. (1996). El café en México: ecología cultura indígena y sustentabilidad. *Ciencias*. 43:40-51.

- Moguel, P. and Toledo, V. M. (1999). Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13, 11-21.
- Moguel, P. y Toledo, V. M. (2004). Conservar produciendo: Biodiversidad , café orgánico y jardines productivos. CONABIO. *Biodiversitas*.
- Moorhead, L. C., Philpott, S. M. and Bichier, P. (2010). Epiphyte Biodiversity in the Coffee Agricultural Matrix: Canopy Stratification and Distance from Forest Fragments. *Conservation Biology*, 24, 737-746. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01430.x
- Moreno, C.E., F. Barragán, E. Pineda y N. Pavón. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261p.
- Oksanen, J., F., Guillaume Blanchet, Michael Friendly, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Dan McGlinn, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens, Eduard Szoecs and Helene Wagner (2018). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Opell, B. D. (1979). Revision of the genera and tropical American species of the spider family Uloboridae. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 148: 443-549.
- Peckham, G. W. and Peckham, E. G. (1888). Attidae of North America. *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters* 7: 1-104.

- Pérez-De la Cruz, M. y De la Cruz-Pérez, A. (2003). Estudio de la diversidad de cuatro familias de arañas (Araneae: Araneidae, Gnaphosidae, Salticidae y Theridiidae), en cuatro tipos de asociación vegetal, en el ejido de Las Delicias del municipio de Teapa, Tabasco. Tesis de Licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Pérez-de la Cruz, M., Sánchez-Soto, S., Ortíz- García, C. F., Zapata-Mata, R. y Cruz-Pérez, A. (2007). Diversidad de Insectos Capturados por Arañas Tejedoras (Arachnida: Araneae) en el Agroecosistema Cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology*, 90-101.
- Philpott, S. M., Perfecto, I. and Vandermeer, J. (2006). Effects of management intensity and season on arboreal ant diversity and abundance in coffee agroecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 15, 139-155.
- Pickard-Cambridge, F. O. (1902a). Arachnida - Araneida and Opiliones. In: *Biologia Centrali-Americana, Zoology*. London 2, 313-424.
- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F. and Halfpeter, G. (2005). Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*. 19: 400-410p.
- Pinkus Rendón, M. A., Ibarra-Nuñez, G., Parra-Tabla, V., García-Ballinas, J. A. and Hénaut, Y. (2006). Spider diversity in coffee plantations with different management in southeast Mexico. *The Journal of Arachnology*, 34, 104-112.

- Pinkus, R. M. A. 2011. Arañas. In Bautista, Z. F. Técnicas de muestreo para manejadores de Recursos Naturales. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 331-350.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Reiskind, J. (1969). The spider subfamily Castianeirinae of North and Central America (Araneae, Clubionidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 138: 163-325.
- Rheims, C. A. and Brescovit, A. D. (2004a). Revision and cladistic analysis of the spider family Hersiliidae (Arachnida, Araneae) with emphasis on Neotropical and Nearctic species. *Insect Systematics & Evolution* 35: 189-239.
- Rheims, C. A. (2015). Curicaberis, a new genus of Sparassidae from North and Central America (Araneae, Sparassidae, Sparassinae). *Zootaxa* 4012(3): 401-446.
- Richman, D.B. and Cutler, B. (2012). Salticidae of North America, including Mexico. *Peckhamia*, 95, 1-88.
- Rico-G, A., Beltran, A. J. P., Alvarez, D. A. y Flórez, D. E. (2005). Diversidad de arañas (Arachnida: Araneae) en el Parque Nacional natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. *Biota Neotrópica*. 5
- Rodarte, G.R. (1997). Ecosistemas y biodiversidad en la costa de Oaxaca. Acercamiento descriptivo altitudinal. *Ciencia y Mar*. 1:44-48.

- Rubio, G. D. and Moreno, C. E. (2010). Orb-Weaving Spider Diversity in the Iberá Marshlands, Argentina. *Ecology, Behavior and Bionomics*, 496-507.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. En línea en http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/ consultado en {febrero 2018}
- Simó, M., Laborda, A., Jorge, C. y Castro, M. (2011). Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. *Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay*, 51-55.
- Sorensen, L. L. (2004). Composition and diversity of the spider fauna in the canopy of a montane forest in Tanzania. *Biodiversity and Conservation*, 13, 437–452.
- Sunderland, K. D. and Greenstone, M. H. (1999). Summary and future directions for research on spiders in agroecosystems. *Journal of Arachnology*, 27, 397-400.
- Ubick, D., Paquin, P., Cushing, P. E and Roth, V. (eds). 2005. Spiders of North America: an identification manual. American Arachnological Society. 337pp.
- Wickham, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2009.
- Wickham, H. Francois, R., Henry, L. and Müller, K. (2017). dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 0.7.4. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>
- World Spider Catalog (2017). World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch> version 18.5, consultado en {julio 2017}

Anexo 1. Abundancia de arañas por sitio en dos cultivos de café con diferente manejo de cultivo y una porción de bosque tropical de la región costa del estado de Oaxaca. *Nuevos registros*: ^agénero para México, ^bespecie para México, ^cgénero para Oaxaca, ^despecie para Oaxaca, ^eMorfo especie ND: No Dterminada

Familia	Género	Monocultivo	Policultivo	Bosque tropical
Agelenidae	^e <i>Hoffmannilena</i> sp	1	0	1
	^c <i>Rualena</i> sp1	2	0	1
	ND	13	0	37
Amaurobiidae	ND	0	1	1
Anyphaenidae	<i>Wulfila tantillus</i> Chickering, 1940	22	9	39
	ND	17	25	9
Araneidae	<i>Acacesia tenella</i> (L. Koch, 1871)	0	16	1
	<i>Allocyclosa bifurca</i> (McCook, 1887)	2	0	1
	<i>Araneus expletus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	1	0	0
	<i>Araneus lineatipes</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	0	2	0
	<i>Araneus pegnia</i> (Walckenaer, 1841)	1	1	0
	<i>Argiope argentata</i> (Fabricius, 1775)	0	0	4
	<i>Argiope blanda</i> O. Pickard-Cambridge, 1898	0	2	0
	^{c,d} <i>Carepalxis</i> sp1	5	14	3
	^{c,d} <i>Carepalxis</i> sp2	0	1	0
	^{c,d} <i>Cyclosa conigera</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1904	0	1	0
	^{c,d} <i>Cyclosa jalapa</i> Levi, 1999	1	0	0
	<i>Cyclosa walckenaeri</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	1	0	0
	<i>Eriophora edax</i> (Blackwall, 1863)	3	9	5
	<i>Eustala</i> sp	0	2	2
	<i>Gasteracantha cancriformis</i> (Linnaeus, 1758)	0	2	0
	<i>Larinia directa</i> (Hentz, 1847)	1	1	0
	<i>Mangora picta</i> O. Pickard-Cambridge, 1889	4	2	6
	<i>Mangora</i> sp1	2	1	2
	<i>Micrathena funebris</i> (Marx, 1898)	0	0	2
	<i>Micrathena mitrata</i> (Hentz, 1850)	9	12	9
	^e <i>Micrathena quadriserrata</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1904	2	2	5

	<i>Nephila clavipes</i> (Linnaeus, 1767)	0	1	2
	<i>Pozonia</i> sp1	0	1	0
	^d <i>Verrucosa arenata</i> (Walckenaer, 1841)	6	9	8
	^{c,d} <i>Witica crassicaudus</i> (Keyserling, 1865)	16	5	6
	ND	29	23	24
Barychelidae				
	ND	1	0	0
Clubionidae				
	<i>Elaver</i> sp1 affin a richardi	1	0	1
	ND	4	4	2
Corinnidae				
	<i>Castianeira</i> sp1	2	2	1
	<i>Creugas</i> sp1 affin <i>C. uncatus</i>	0	1	0
	^c <i>Creugas</i> sp2	1	0	2
	^{c,d} <i>Myrmecotypus pilosus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1898)	0	1	0
	ND	3	4	6
Ctenidae				
	<i>Ctenus calcaratus</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1900	6	0	0
	^{c,e} <i>Cupiennius</i> sp1	9	11	9
	^{c,e} <i>Leptoctenus</i> sp1	3	1	3
	^{c,e} <i>Leptoctenus</i> sp2	1	0	1
	ND	21	11	9
Dyctinidae				
	<i>Mallos hesperius</i> (Chamberlin, 1916)	6	5	1
Euctenizidae				
	^c <i>Eucteniza</i> sp1	2	0	0
Gnaphosidae				
	<i>Cesonia</i> sp1 affin a <i>C. clasica</i>	1	2	3
	ND	0	2	
Hersiliidae				
	^{c,d} <i>Neotama mexicana</i> (O. Pickard-Cambridge, 1893)	0	0	1
Linyphiidae				
	^b <i>Exocora</i> sp1	5	5	4
	^{c,d} <i>Frontinella tibialis</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1902	14	8	6
	<i>Linyphia</i> affin a <i>L. postica</i> (Banks, 1909)	5	1	3
	^b <i>Micrargus</i> sp	4	0	0
	^c <i>Scironis</i> sp1	31	2	0

	^c Scironis sp2	5	1	1
	^{c,d} <i>Selenyphantes longispinosus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	1	0	0
	^c Selenyphantes sp1	0	1	2
	ND	11	5	5
Liocranidae				
	ND	14	2	1
Lycosidae				
	^c <i>Hogna</i> sp1	0	0	1
	^c <i>Pirata</i> sp1	3	0	18
	^c <i>Sosippus</i> sp1	0	6	1
	ND	0	2	12
Mimetidae				
	<i>Mimetus</i> sp	14	0	1
Oonopidae				
	^a <i>Orchestina guatemala</i> Izquierdo, 2017	7	2	2
Oxyopidae				
	<i>Hamataliwa banksi</i> (Mello-Leitão, 1928)	0	4	1
	<i>Peucetia longipalpis</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1902	0	1	0
	<i>Peucetia viridans</i> (Hentz, 1832)	0	0	2
	ND	2	0	0
Philodromidae				
	ND	27	40	26
Pholcidae				
	^c <i>Modisimus</i> sp	7	1	0
	^{c,d} <i>Physocyclus globosus</i> (Taczanowski, 1874)	0	1	0
	^e <i>Psilochorus</i> sp1	1	0	2
	^e <i>Spermophora</i> sp1	4	15	14
	ND	1	6	4
Salticidae				
	^{c,d} <i>Colonus sylvanus</i> (Hentz, 1846)	30	10	9
	^{c,e} <i>Corythalia</i> sp	1	0	1
	^{c,d} <i>Cotinusa distincta</i> (Peckham & Peckham, 1888)	9	0	6
	^{c,d} <i>Cylistella adjacens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	1	0	0
	<i>Lyssomanes jemineus</i> Peckham, Peckham & Wheeler, 1889)	8	27	5
	<i>Lyssomanes reductus</i> Peckham & Peckham, 1896	1	0	0
	^{c,e} <i>Mexigonus</i> sp1	33	22	37

	^{c,e} <i>Mexigonus</i> sp2	4	2	7
	^{c,e} <i>Mexigonus</i> sp3	3	1	0
	<i>Synageles</i> sp1	2	1	1
	ND	101	57	45
Scytodidae				
	<i>Scytodes fusca</i> Walckenaer, 1837	0	1	2
	<i>Scytodes</i> sp1	0	0	12
Segestridae				
	ND	0	0	1
Selenopidae				
	ND	0	0	1
Sparassidae				
	^d <i>Curicaberis minax</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	0	1	0
	<i>Curicaberis</i> sp1	0	2	1
	<i>Curicaberis</i> sp2	0	0	1
	ND	3	4	2
Tetragnathidae				
	^{c,d} <i>Azilia affinis</i> O. Pickard-Cambridge, 1893	1	0	7
	^d <i>Chrysometa alboguttata</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	0	0	2
	^d <i>Chrysometa palenque</i> Levi, 1986	0	0	4
	<i>Chrysometa</i> sp1 affin a <i>C. yungas</i>	0	0	1
	<i>Chrysometa</i> sp2	3	1	13
	<i>Dolichognatha</i> sp1	3	0	5
	<i>Leucauge venusta</i> (Walckenaer, 1841)	0	1	0
	^e <i>Leucauge</i> sp1	32	7	18
	^e <i>Tetragnatha</i> sp1	5	6	19
	ND	4	2	14
Theraphosidae				
	<i>Brachypelma vagans</i> (Ausserer, 1875)	0	2	0
Theridiidae				
	<i>Anelosimus baeza</i> Agnarsson, 2006	6	2	3
	<i>Anelosimus elegans</i> Agnarsson, 2006	1	1	0
	<i>Chrosiothes goodnightorum</i> (Levi, 1954)	0	1	0
	<i>Chryso albomaculata</i> O. Pickard-Cambridge, 1882	1	0	0
	^d <i>Chryso cambridgei</i> (Petrunkevitch, 1911)	0	4	2
	^e <i>Chryso</i> sp1	7	0	0
	<i>Coleosoma acutiventer</i> (Keyserling, 1884)	0	7	2

	Dipoena nigra (Emerton, 1882)	0	1	0
	^e <i>Dipoena</i> sp1 affinn a <i>D. boquete</i>	1	0	1
	^e <i>Dipoena</i> sp2	0	4	3
	^{c,d} <i>Euryopsis lineatipes</i> O. Pickard-Cambridge, 1893	0	8	0
	<i>Faiditus dracus</i> (Chamberlin & Ivie, 1936)	2	6	3
	^d <i>Faiditus godmani</i> (Exline & Levi, 1962)	5	3	1
	^d <i>Faiditus subdulus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1898)	5	2	6
	<i>Faiditus</i> sp1. affinn a <i>F. chickering</i>	0	1	4
	^{c,d} <i>Hentziectypus florens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	15	10	22
	<i>Neopisinus cognatus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1893)	8	34	9
	^d <i>Nesticodes rufipes</i> (Lucas, 1846)	0	2	0
	^{c,d} <i>Nihonhimea tessellata</i> (Keyserling, 1884)	0	0	4
	^{c,d} <i>Phycosoma lineatipes</i> (Bryant, 1933)	0	0	1
	^{c,d} <i>Phycosoma altum</i> (Keyserling, 1886)	0	0	1
	<i>Rhomphaea projiciens</i> O. Pickard-Cambridge, 1896	2	1	2
	<i>Spintharus flavidus</i> Hentz, 1850	12	6	10
	<i>Theridion adjacens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	1	0	0
	^d <i>Theridion evexum</i> Keyserling, 1884	19	6	9
	<i>Theridion hispidum</i> O. Pickard-Cambridge, 1898	0	3	0
	^d <i>Theridion positivum</i> Chamberlin, 1924	2	2	0
	<i>Theridion</i> sp1	1	0	0
	<i>Theridion</i> sp2	1	0	0
	^{c,d} <i>Thymoites illudens</i> (Gertsch & Mulaik, 1936)	0	0	2
	^{c,d} <i>Thymoites verus</i> (Levi, 1959)	0	0	1
	<i>Tidarren mixtum</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	2	1	0
	<i>Tidarren sisyphoides</i> (Walckenaer, 1841)	0	4	1
	^d <i>Wamba congener</i> O. Pickard-Cambridge, 1896	1	0	1
	<i>Wamba crispulus</i> (Simon, 1895)	6	5	1
	ND	60	63	63
Theridiosomatidae				
	^{c,d} <i>Theridiosoma davis</i> Archer, 1953	2	2	2
	ND	1	0	1
Thomisidae				

	^{c,e} <i>Bucranium</i> sp1	0	8	0
	^e <i>Misumenoides</i> sp1	0	0	2
	^e <i>Misunema</i> sp1	0	0	1
	^e <i>Misumenops</i> sp1	0	1	0
	^e <i>Modysticus</i> sp1	0	0	3
	^e <i>Synema</i> sp1	1	0	1
	^e <i>Tmarus</i> sp1	10	31	14
	^e <i>Xysticus</i> sp1	0	2	2
	ND	7	9	6
Titanoecidae				
	ND	0	4	0
Trachellidae				
	^a <i>Trachelas cambridgei</i> Kraus, 1955	1	0	0
	<i>Trachelas</i> sp1	3	2	0
	ND	1	0	0
Uloboridae				
	^c <i>Miagrammopes</i> sp1	0	0	1
	<i>Philoponella semiplumosa</i> (Simon, 1893)	0	4	0
	<i>Philoponella</i> sp1	0	0	1
	^{c,d} <i>Uloborus campestratus</i> (Simon, 1893)	1	1	0
	^{c,d} <i>Uloborus segregatus</i> Gertsch, 1936	1	1	2
	^{c,d} <i>Uloborus trilineatus</i> Keyserling, 1883	0	1	0
	ND	2	1	2
Zodariidae				
	<i>Ishania simplex</i> Jocqué & Baert, 2002	9	3	8

Anexo 2. Nuevos registros de especies de arañas para el estado de Oaxaca con estados de la República Mexicana y autores donde se han citado previamente

Especie	Estados citados anteriormente	Autor (es) y año
<i>Allocyclosa bifurca</i> (McCook, 1887)	Baja California, Nuevo León, San Luis Potosí, Veracruz, Hidalgo, Cd. de México, Campeche y Chiapas	Levi, 1999 Chamé e Ibarra-Núñez, 2004
<i>Argiope blanda</i> O. Pickard-Cambridge, 1898	San Luis Potosí, Veracruz, Chiapas, Tamaulipas, Campeche, Yucatán y Sinaloa	Levi, 1968, 2004
<i>Azilia affinis</i> O. Pickard-Cambridge, 1893	Tamaulipas, Sinaloa, San Luis Potosí, Nayarit, Veracruz y Chiapas	Levi, 1980

<i>Colonus sylvanus</i> (Hentz, 1846)	Baja California, Morelos, Sonora y Veracruz	Ibarra-Nuñez, 2011 Richman y Cutler, 2012
<i>Cotinusa distincta</i> (Peckham & Peckham, 1888)	Chiapas	Richman y Cutler, 2012
<i>Cylistella adjacens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	Chiapas	Richman y Cutler, 2013
<i>Chrysometa alboguttata</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	Tamaulipas, San Luis Potosí, Sinaloa, Nayarit, Veracruz, Guerrero, Tabasco y Chiapas	Levi, 1986a
<i>Chrysometa palenque</i> Levi, 1986	Chiapas	Levi, 1986a
<i>Curicaberis minax</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	Guerrero y Morelos	Rheims, 2015
<i>Chryso cambridgei</i> (Petrunkevitch, 1911)	Veracruz, Tabasco y Chiapas	Levi, 1962 Ibarra-Nuñez <i>et al.</i> , 2001
<i>Cyclosa conigera</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1904	San Luis Potosí, Michoacan y Chiapas	Levi, 1999
<i>Cyclosa jalapa</i> Levi, 1999	Veracruz	Levi, 2000
<i>Dipoena nigra</i> (Emerton, 1882)	Baja California	Jiménez <i>et al.</i> , 2015
<i>Euryopis lineatipes</i> O. Pickard-Cambridge, 1893	Chiapas, Tabasco, Guerrero, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas	Levi, 1954
<i>Faiditus godmani</i> (Exline & Levi, 1962)	Tabasco	Exline y Levi, 1962
<i>Faiditus subdulus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1898)	Nuevo León, Hidalgo, Veracruz, Guadalajara, Colima, Michoacan, Cd. de México, Guerrero y Chiapas	Exline y Levi, 1963
<i>Frontinella tibialis</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1902	Tabasco y Chiapas	Pickard-Cambridge, 1902 Gertsch y Davis, 1946 Ibarra-Nuñez <i>et al.</i> , 2001
<i>Hamataliwa banksi</i> (Mello-Leitão, 1928)	Baja California, Guerrero y Guadalajara	F. O. Pickard-Cambridge, 1902 Brady, 1970
<i>Hentziectypus florens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	Tamaulipas, Cd. de México, Tabasco y Chiapas	Levi, 1955 Ibarra-Nuñez, 2013
<i>Ishania simplex</i> Jocqué & Baert, 2002	Tamaulipas	Jocqué & Baert, 2002
<i>Lyssomanes jemineus</i> Peckham, Peckham & Wheeler, 1889	San Luis Potosí, Guadalajara, Veracruz y Chiapas	Galiano, 1980 Ibarra-Nuñez, 2013
<i>Lyssomanes reductus</i> Peckham & Peckham, 1896	Veracruz y Chiapas	Logunov, 2014
<i>Mallos hesperius</i> (Chamberlin, 1916)	San Luis Potosí, Nayarit y Chiapas	Bond y Opell, 1997 Ibarra-Nuñez, 2013
<i>Micrathena quadriserrata</i> F. O. Pickard-Cambridge, 1904	Chiapas	Levi, 1985
<i>Myrmecotypus pilosus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1898)	Veracruz, Tabasco y Chiapas	Reiskind, 1969 Lucio-Palacio e Ibarra-Nuñez, 2015

<i>Neotama mexicana</i> (O. Pickard-Cambridge, 1893)	Baja California, Chiapas, Veracruz, Campeche, Michoacán y Nuevo León	Rheims y Brescovit, 2004
<i>Nesticodes rufipes</i> (Lucas, 1846)	San Luis Potosí, Nayarit, Cd. de México y Chiapas	Levi, 1957
<i>Nihonhimea tessellata</i> (Keyserling, 1884)	Tamaulipas, San Luis Potosí, Cd de México, Veracruz y Chiapas	Levi, 1959 Ibarra-Núñez, 2011, 2013
<i>Phycosoma altum</i> (Keyserling, 1886)	Puebla y Chiapas	Levi 1953 ^a Ibarra-Núñez <i>et al.</i> , 2011
<i>Phycosoma lineatipes</i> (Bryant, 1933)	Puebla y Veracruz	Levi, 1963
<i>Selenyphantes longispinosus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	Veracruz y Chiapas	Gertsch y Davis, 1946 Ibarra-Núñez <i>et al.</i> , 2015
<i>Theridion evexum</i> Keyserling, 1884	Michoacan, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero	Levi, 1959
<i>Theridion positivum</i> Chamberlin, 1924	Hidalgo, Tamaulipas, Baja California, Durango y Guerrero	Levi, 1957
<i>Theridiosoma davis</i> Archer, 1953	San Luis Potosí, Tabasco y Chiapas	Archer, 1953
<i>Thymoites illudens</i> (Gertsch & Mulaik, 1936)	Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, Colima, Puebla, Veracruz, Chiapas y Yucatán	Levi, 1957
<i>Thymoites verus</i> (Levi, 1959)	Veracruz	Levi, 1959
<i>Tidarren mixtum</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	San Luis Potosí, Veracruz, Guerrero, Chiapas y Tabasco	Levi, 1957c
<i>Uloborus campestratus</i> Simon, 1893	Tabasco, Veracruz, San Luis Potosí y Nayarit	Opell, 1979
<i>Uloborus segregatus</i> Gertsch, 1936	Veracruz, Tamaulipas, Tabasco, Guerrero, Guadalajara y Michoacán	Opell, 1980
<i>Uloborus trilineatus</i> Keyserling, 1883	Chiapas	Opell, 1979
<i>Verrucosa arenata</i> (Walckenaer, 1841)	Nuevo León, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Guerrero, Nayarit, Cd. de México, Quintana Roo, San Luis Potosí y Michoacán	Levi, 1976 Lise <i>et al.</i> , 2015
<i>Wamba congener</i> O. Pickard-Cambridge, 1896	Yucatán, y Chiapas	Levi, 1959b Ibarra-Núñez <i>et al.</i> , 2011
<i>Witica crassicaudus</i> (Keyserling, 1865)	Tabasco, San Luis Potosí, Guerrero, Chiapas	Levi, 1986b

CAPÍTULO III

FACTORES DE MICROCLIMA Y DE MANEJO DE CULTIVO ASOCIADOS A LA DIVERSIDAD DE ARAÑAS EN CAFETALES DE OAXACA

3.1 Introducción

El modelo de producción industrial ha tenido efectos negativos para la biodiversidad y las técnicas de manejo tradicional, propiciando el abandono del campo (Sanz, 2007). La magnitud de la intensificación e industrialización de la agricultura depende del tipo de uso, sistema de siembra (convencional o tradicional), insumos químicos (fertilizantes y plaguicidas), densidad y diversidad de especies (monocultivo o policultivo) y rotación de cultivos (Matson *et al.*, 1997; Díaz *et al.*, 2014; Tschardtke *et al.*, 2005). Este cambio en la gestión de los sistemas agrícolas ha tenido graves problemas medioambientales (como la reducción de la biodiversidad), cuyo efecto más importante ha sido la afectación de los servicios ambientales que ofrece la biodiversidad de un ecosistema (Sanz, 2007; Holzschuh *et al.*, 2008; Foley *et al.*, 2011).

En sistemas agroforestales, los árboles de sombra tienen un papel importante aligerando la cantidad de radiación solar sobre el suelo y las plantas del sotobosque (Jiménez-Ávila, 1979), contribuyen con hojarasca que ayuda a cubrir el suelo reduciendo el impacto de la lluvia, la velocidad de escorrentía y la erosión (Fassbender *et al.*, 1991), proveen una gran variedad de nichos y recursos que ayudan al establecimiento de muchas especies vegetales y animales, mantiene la conectividad en el paisaje (Beer *et al.*, 2003) y proporciona diferentes tipos de microclimas (Jaramillo *et al.*, 2013).

Los sistemas agroforestales de café una vez llegados a su madurez constituyen un verdadero ecosistema boscoso (Borrero, 1986). En México se pueden reconocer cinco tipos de plantaciones de café a través de un gradiente de intensificación, en el cual el extremo más biodiverso está representado por cafetales tradicionales que tiene altos niveles de

riqueza y abundancia de árboles de sombra, mientras que en el extremo más intensivo y menos biodiverso se encuentran sistemas de monocultivo con bajos niveles de cobertura de sombra o incluso plantaciones que no necesitan árboles ya que se desarrollan expuestas completamente a la radiación solar. Estas últimas plantaciones de café necesitan altos niveles de insumos de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas), uso de maquinaria y una gran cantidad de trabajo (Perfecto *et al.*, 1996; Moguel y Toledo, 1999). En la región Costa del estado de Oaxaca existen 17 mil familias que cultivan aproximadamente 86 mil hectáreas (casi 50% de la producción del estado) (Avalos-Sartorio y Becerra, 1999).

En los cultivos de café tradicionales, la diversidad y abundancia de especies vegetales que interactúan en ellos proporcionan una mayor complejidad en su estructura y paisaje, otorgando mayores sitios de refugio y recursos para el establecimiento de los artrópodos (Langellotto y Denno, 2004; Diehl *et al.*, 2013; Rypstra *et al.*, 1999). Numerosos estudios sugieren que en plantaciones de café con altos niveles de riqueza y abundancia de árboles sombra existen altos niveles de biodiversidad asociada (Ibarra-Nuñez, 1990; Perfecto *et al.*, 1996; Ambrech y Perfecto, 2003; Pineda *et al.*, 2005; Philpott *et al.*, 2006; Ambrech *et al.*, 2008; Morhead *et al.*, 2010; Lin y Perfecto, 2012).

Las arañas constituyen uno de los grupos de macroinvertebrados más abundantes en agroecosistemas, son depredadores generalistas que desempeñan una importante función como enemigos naturales, contribuyendo al control biológico de poblaciones de insectos plaga (Sunderland y Greenstone, 2002; Nyffeler y Sunderland, 2003; Armendano y González, 2011). En los sistemas agroforestales los árboles proporcionan una gran cantidad de microhabitats ideales para el establecimiento de arañas, las cuales responden a diferentes factores (bióticos/abióticos) como temperatura, humedad, nivel de cobertura de sombra, contenido o niveles de materia orgánica en el suelo, competencia intra e inter específica, disponibilidad de presas y refugios (Samu *et al.*, 1999; Marín y Perfecto, 2013; Mupepele *et al.*, 2013; Hajian-Forooshani *et al.*, 2014; Marín *et al.*, 2016).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de factores de manejo de cultivo (riqueza de árboles sombra, abundancia de árboles sombra, porcentaje de cobertura de sombra), factores de microclima (profundidad de hojarasca, temperatura, humedad) y factores fisiográficos (altitud y pendiente) en la riqueza y abundancia de arañas en dos fincas de café y una porción de bosque tropical como sitio de control. De igual forma se analizó el efecto de la estacionalidad (temporada de secas y lluvias) en la composición de especies. Como hipótesis se plantea que la riqueza y abundancia de arañas será mayor en el sistema de policultivo tradicional a diferencia del sistema de monocultivo de sombra, pero será menor en comparación con el bosque tropical. En cuanto a los factores de microclima se espera que las arañas presentes en las plantas de café estarán más correlacionadas con los sitios con mayor densidad de árboles y mayor cobertura de dosel como lo reporta Hajian-Forooshani y colaboradores (2014); por otro lado, las arañas de suelo estarán mayormente correlacionadas con las variables de cobertura de sombra y pendiente como lo muestra Marín y colaboradores (2016).

3.2 Materiales y Métodos

3.2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en dos fincas cafetaleras con diferente manejo de cultivo: Policultivo tradicional (Rancho loma de perico) y Monocultivo de sombra (Finca la Aurora), pertenecientes al municipio de San Mateo Piñas y Santa María Huatulco respectivamente, ambos en la región costa del estado de Oaxaca y una porción de Bosque tropical caducifolio como vegetación testigo de la zona (Challenger y Soberon, 2008). Para realizar los muestreos se establecieron seis parcelas de 20 x 20 m: Policultivo 1) ($15^{\circ}59'18.78''$ O, $96^{\circ}19'34.62''$ N, 807 msnm), Policultivo 2) ($15^{\circ}59'19.54''$ O, $96^{\circ}19'32.80''$ N, 801 msnm); Monocultivo 1) ($15^{\circ}55'23.73''$ O, $96^{\circ}17'1.89''$ N, 1082 msnm), Monocultivo 2) ($15^{\circ}55'23.81''$ N, $96^{\circ}17'5.94''$ O, 1075 msnm); Bosque tropical 1 ($15^{\circ}59'22.99''$ N, $96^{\circ}19'35.75''$ O, 847 msnm); y 4) Bosque tropical 2 ($15^{\circ}55'35.22''$ N, $96^{\circ}17'3.51''$ O, 1130 msnm) (Figura 1). Todos los sitios de muestreo se encuentran en un gradiente altitudinal que va desde los 801 a los 1130 metros sobre el nivel del mar. El área de estudio presenta

dos estaciones bien marcadas: la temporada de secas abarca los meses de noviembre a abril y la temporada de lluvias abarca de mayo a octubre. Los sitios representan un agroecosistema de café con dos diferentes intensidades de cultivo y un bosque primario y abarcan un gradiente de intensidad de cultivo basado en densidad y diversidad de árboles sombra según la clasificación propuesta por Moguel y Toledo (1996). El rancho Loma de Perico corresponde a cultivo de café con más baja intensidad de manejo llamado Policultivo tradicional (P). La Finca la Aurora corresponde a cultivo de café con un mayor nivel de intensidad denominado Monocultivo de sombra (M). Se muestreo una porción de bosque tropical caducifolio como área testigo de la vegetación aledaña a cada uno de los sistemas de café (Bt), los cuales se pueden considerar como equivalentes de acuerdo a las características que presentan.

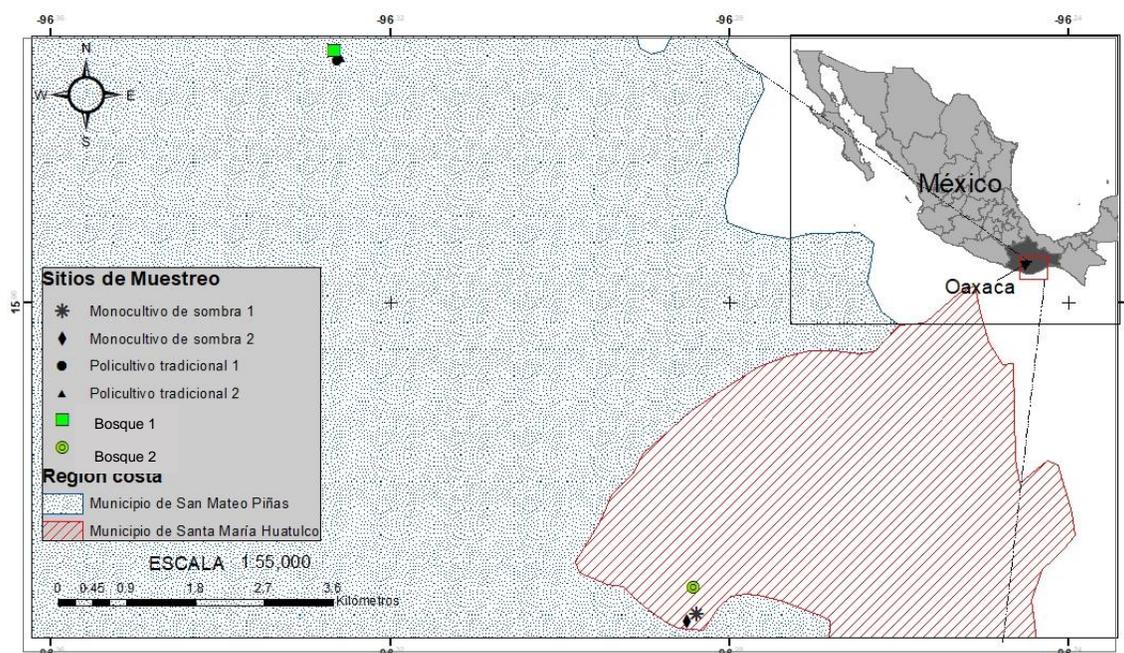


Figura 1. Localización geográfica de las parcelas de estudio

3.2.2 Caracterización de los sitios

Se eligieron dos fincas cafetaleras con diferente intensidad en el manejo de cultivo. El sitio de policultivo cuenta con una extensión de 8 ha, el café se introduce bajo la cubierta del bosque original pero también se cultiva junto con numerosas especies de plantas útiles de especies nativas e introducidas. La cobertura de sombra es proporcionada por diferentes árboles: guarumbo (*Cecropia obtusifolia*), mulato (*Bursera simaruba*); maderables; cuil

(*Inga* spp.), macahuite (*Ficus tecolutensis*); frutales; guanábana (*Annona muricata*), plátano (*Musa* spp.), naranja (*Citrus sinensis*), cacao (*Theobroma cacao*), mango (*Manguifera* spp.) principalmente, que son de interés económico de subsistencia. Utiliza técnicas tradicionales con baja densidad de árboles de sombra (50 árboles de sombra por ha, intercalados con arbustos de café) y una mayor riqueza de especies de árboles en comparación con el monocultivo de café, la densidad de siembra de plantas de cafetos es de alrededor de 3060 arbustos por hectárea, los cuales se cultivan en arreglo de tres bolillo y sin el uso de insumos agroquímicos. Las podas de los árboles son irregulares y se aplican solo cuando existen ramas de los árboles secos o a punto de caer, mientras que en los cafetos las podas solo se realizan cuando existe daño en las ramas de café o cuando la planta ya tiene edad avanzada.

El sistema de Monocultivo de sombra cuenta con 50 hectáreas en el cual se utilizan principalmente leguminosas como árboles para proporcionar sombra a las plantas de café (generalmente especies del género *Inga*) y ocasionalmente Ceiba o Pochote (*Ceiba aesculifolia*). Este sitio presenta mayor densidad de árboles de sombra (80 árboles por hectárea, intercalados con arbustos de café). Los arbustos de café (aproximadamente 3300 arbustos de café por ha) se plantan en surcos rectos o en curvas de nivel y los insumos agroquímicos (insecticidas sintéticos, herbicidas y fertilizantes) se usan generalmente dos veces al año (mayo y agosto) y se realizan podas de aclareo constantemente dentro de la finca. Se eligió una porción de bosque tropical como área testigo de la vegetación nativa adyacente a los cultivos de café, en la cual el paisaje está dominado por árboles de hoja caduca con diferencias muy marcadas entre la temporada de lluvia y secas (SEMARNAT, 2010).

3.2.3 Variables de manejo de cultivo, microclima y fisiográficas

En cada sitio se registraron los siguientes datos: riqueza y abundancia de árboles, porcentaje de cobertura de sombra (variables de manejo de cultivo), profundidad de hojarasca, temperatura, humedad relativa (variables de microclima), altitud y pendiente

(variables fisiográficas). Para medir la riqueza y abundancia de árboles se identificaron y contabilizaron su presencia en cada una de las parcelas establecidas. Las mediciones de porcentaje de cobertura de árboles y profundidad de hojarasca se realizaron siguiendo la metodología de Marín *et al.*, (2016). El porcentaje de cobertura de sombra se obtuvo mediante el uso de un densiómetro cóncavo a los 0, 5 y 10m del centro del sitio en cada una de las cuatro direcciones cardinales. Para medir la profundidad de hojarasca se trazaron dos transectos de 20 m dentro de cada parcela con la finalidad de hacerlas interceptar en el centro, un transecto con dirección Norte-Sur y otro con dirección Este-Oeste. La medición se inició en la intersección del transecto y se tomaba un dato cada 2 m con una regla plana de 30 cm. Para determinar la pendiente de cada parcela se utilizó la aplicación de clinómetro digital instalado en un teléfono inteligente y se realizaron 9 mediciones, tres en el borde superior de la parcela (0, 10 y 20m), tres en la parte media de la parcela (0,10 y 20m) y tres en el borde inferior de la parcela (0, 10 y 20m), al final se utilizó la media como valor total de cada sitio. Para definir el borde superior e inferior de las parcelas se siguió la inclinación del terreno y las curvas de nivel. Todas las mediciones fueron promediadas para obtener un valor puntual (Figura 2). Se realizaron dos mediciones durante dos días de temperatura y humedad en cada parcela aproximadamente a las 11 y 13 h con un higrómetro portátil marca MEADE. Se utilizó el promedio de las mediciones para obtener el valor puntual en cada periodo de colecta. Se utilizó un GPS (Garmín modelo 12 XL) para medir la elevación con respecto del nivel del mar de cada parcela.

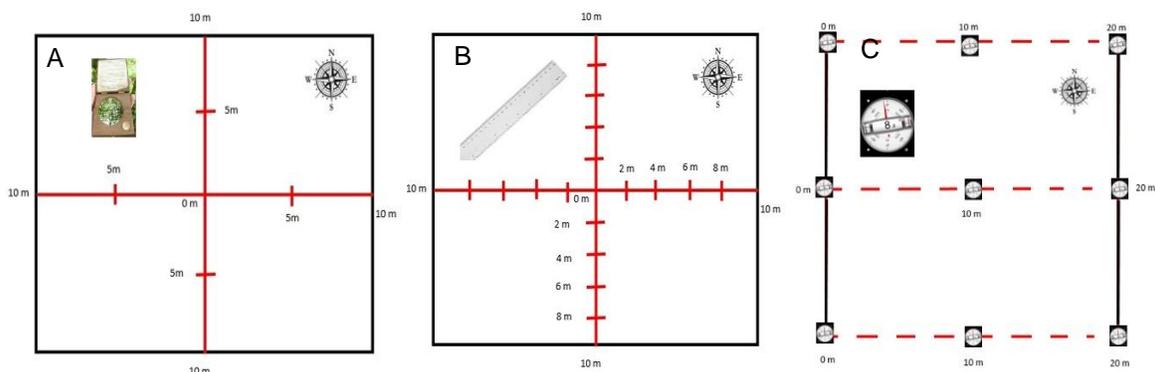


Figura 2. Representación gráfica de la cuantificación de las variables de microclima y fisiográficas. A) Porcentaje de cobertura de dosel. B) Profundidad de hojarasca. C) Pendiente

3.2.4 Muestreo de arañas

Se realizaron seis muestreos de julio 2016 a julio 2017 en dos periodos (temporada de secas y lluvias). Con la finalidad de capturar diferentes arañas que dada sus estrategias de captura de presas y refugio utilizan diferentes estratos del cultivo. Se utilizaron tres métodos de colecta diferente (colecta manual, agitación de follaje y trampas de caída) (Pinkus, 2011). Mediante la colecta manual se realizó búsqueda y captura de arañas en las plantas de café y en un radio aproximado de 0.5 m alrededor de cada una. La muestra consistió en 10 plantas de café. La primer planta se seleccionó al azar y se muestreaba la siguiente con una separación de dos plantas hasta completar la totalidad de la muestra. El tiempo aproximado de búsqueda manual fue de 15 minutos por planta. Con la agitación de follaje se seleccionó la primer planta al azar y se muestrearon cada dos plantas hasta completar una muestra de 10 plantas. La técnica consistió en colocar una tela blanca de 1.20 x 1.20 m a un costado de la planta de café y agitar vigorosamente con la intención de que las arañas cayeran sobre la tela. El contenido de cada agitación fue almacenado en bolsas de plástico para su posterior separación en el laboratorio. En cada parcela se colocaron cinco trampas de caída a la mitad de la hilera de plantas de café (separadas cada dos plantas), las cuales consistieron en botes de plástico con capacidad de un litro y fueron llenados a $\frac{3}{4}$ de su capacidad con solución jabonosa sin ninguna cubierta de protección. Las trampas se dejaron activas por 48 h, después de las cuales el contenido se extrajo, se almacenó en bolsas de plástico y etiquetó para su posterior separación en el laboratorio, donde fueron preservados en alcohol al 80% (Figura 3). En cada periodo de colecta se eligieron plantas diferentes, las cuales se marcaban con una cinta de plástico, de igual forma, el arreglo de muestreo se distribuía de diferente forma dentro del cultivo. En las parcelas de bosque tropical caducifolio se eligieron arbustos cuyo tamaño y arquitectura fuera similar a las plantas de café.

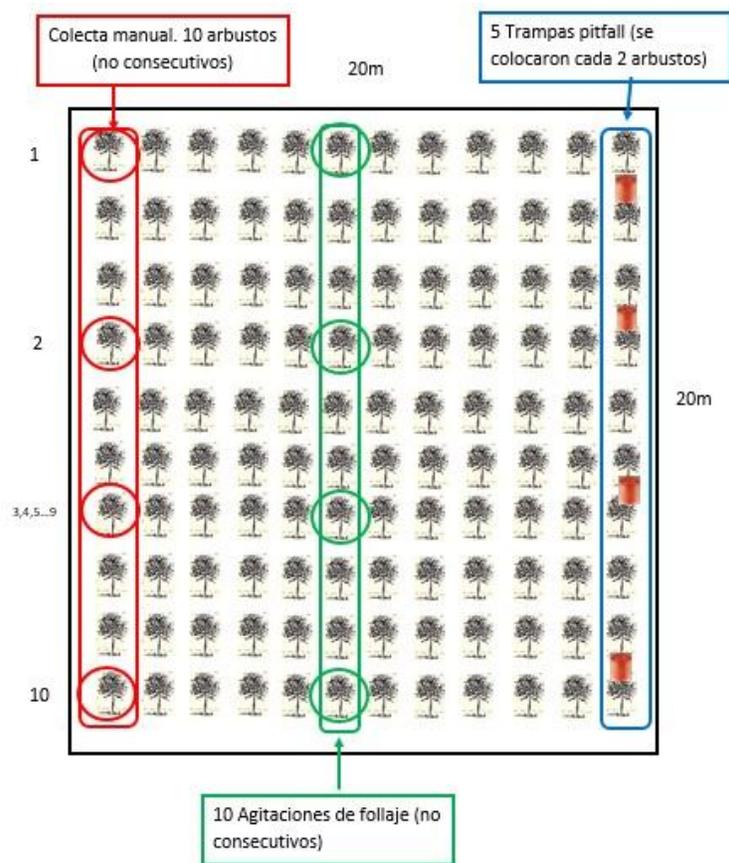


Figura 3. Diseño de captura de arañas en cultivos de café

3.2.5 Análisis de datos

Se calculó la abundancia y riqueza de especies de arañas y árboles en cada sitio. Para determinar si la variación en la abundancia de arañas observadas en las parcelas fue estadísticamente significativa, se realizó una prueba de Chi cuadrada (X^2) con cuadros de contingencia (Taucher, 1999). Para calcular la posible riqueza total se empleó el estimador no paramétrico Chao1, calculado con el programa EstimatesS, versión 9.1 (Coddington y Scharff, 2002; Colwell, 2013) y se determinó la complementariedad de los inventarios. Se calculó la diversidad alfa mediante el cálculo de los números efectivos de especies para hacer comparaciones directas de la diversidad en las parcelas de estudio. Se eligió el orden $q=1$ ya que considera la abundancia proporcional de cada especie (Jost, 2006). La ecuación se representa como ${}^1D = (H')$, donde 1D es el número efectivo de especies, y (H') es el exponencial del índice de entropía de Shannon (Moreno *et al.*, 2011). Para conocer la similitud de los ensambles de arañas entre las parcelas, por época y para la totalidad de los

datos, se calculó el índice de Bray-Curtis mediante el software EstimatesS (Magurran, 2004), mientras que para analizar las diferencias y similitudes de los ensambles de arañas entre los tipos de vegetación estudiados, se aplicó escalamiento multidimensional no métrico (NMDS por sus siglas en Inglés), la cual se hizo a partir de la matriz de similitudes calculada con el índice de Bray-Curtis (Morhead *et al.*, 2010; Marín *et al.*, 2016). Se analizó la variación entre los factores de manejo de cultivo (porcentaje de cobertura de sombra, riqueza y abundancia de árboles), microclima (profundidad de hojarasca, temperatura y humedad) y fisiográficas (altitud y pendiente) (Cuadro 1) con un Análisis de Componentes Principales, estandarizando las variables utilizando una matriz de varianza-covarianza, ya que las variables se encuentran en diferentes escalas y unidades diferentes (Diehl *et al.*, 2013; Marín *et al.*, 2016). Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables predictoras con la finalidad de conocer los factores que están mayormente correlacionados, así como también se realizaron modelos de regresión lineal para tratar de explicar las variables que están mayormente asociadas a la riqueza, abundancia y diversidad de especies de arañas. En todos los casos, las variables de respuestas fueron la riqueza, abundancia y diversidad de arañas, mientras que las variables predictoras fueron las variables de manejo de cultivo (riqueza y abundancia de árboles sombra), microclima (cobertura de sombra, profundidad de hojarasca, temperatura y humedad) y fisiográficas (altitud y pendiente) (Corcuera y Jiménez, 2008; Hajian-Forooshani *et al.*, 2014; Marín *et al.*, 2016). Los análisis de correlación, las regresiones, el escalamiento multidimensional no métrico y el Análisis de Componentes principales se realizaron en el software R (R Core Team, 2017) usando los paquetes car (Fox and Sanford, 2011), ggplot2 (Wickham, 2009), psych (Revelle, 2017) y vegan (Oksanen *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Valores promedio, mínimo y máximo de las características de hábitat para la temporada de secas y lluvias en sitios de café y bosque tropical de la región costa de Oaxaca

Variables	Policultivo			Monocultivo			Bosque tropical		
	min	máx	promedio	min	máx	promedio	min	máx	promedio
Manejo de cultivo									
Riqueza de árboles	6	7	6.5	2	2	2	5	6	5.5
Abundancia de árboles	18	20	19	13	16	14.5	26	39	32.5

Cobertura de sombra (%) temporada de secas	96.5	98.44	97.67	93.79	96.7	95.25	98.7	99.16	98.93
Cobertura de sombra (%) temporada de lluvias	96.56	97.34	96.95	92.2	96	94.1	99.1	99.81	99.45
Microclima									
Profundidad de hojarasca (cm) temporada de secas	4.1	4.98	4.54	3.77	6.78	5.27	4.3	4.39	4.36
Profundidad de hojarasca (cm) temporada de lluvias	3.25	3.98	3.61	4.88	6.01	6.44	4.65	5.15	4.9
Temperatura (°C) temporada de secas	25.95	27.52	26.73	23.62	24.07	23.84	23.7	27.5	25.6
Temperatura (°C) temporada de lluvias	26.2	27.44	26.82	26.48	26.55	26.51	24.38	25.37	24.87
Humedad (%) temporada de secas	54.25	60.5	57.37	67	69	68	47.66	72.5	60.08
Humedad (%) temporada de lluvias	79.5	82.14	80.82	78.2	79.5	78.85	75	86.33	80.66
Fisiográficas									
Elevación (msnm)	801	807	804	1075	1082	1078	847	1130	988.5
Pendiente (°)	27.88	31.88	29.86	30.08	39.26	34.67	33.42	36.12	34.77

3.3 Resultados

3.3.1 Riqueza, abundancia y diversidad de arañas

Se recolectaron 1322 individuos de arañas, sin embargo, solo 774 (58.5%) ejemplares fueron identificados a nivel de especies o pudieron ser agrupados en morfoespecies, los cuales fueron utilizados para realizar los análisis de diversidad. La colecta de arañas está representada por 28 familias, 75 géneros y 106 morfoespecies. Una gran proporción de especies está compuesta por singletons (28.2%) y doubletons (13.64%). Del conjunto de datos las familias con mayor riqueza de especies fueron Theridiidae (29 especies),

Araneidae (17), Salticidae (10), Linyphiidae (8), Tetragnathidae y Thomisidae (8 respectivamente) (Anexo 1).

Para el conjunto de datos, la parcela que registro mayor abundancia de arañas fue el monocultivo 2 (267 individuos), seguido del bosque 1 (237) y monocultivo 1 (218); por el contrario, las parcelas con menor abundancia fueron policultivo 2 (193 individuos), policultivo 1 (201) y bosque 2 (210). En la temporada de lluvias las parcelas con mayor abundancia de arañas fueron monocultivo 2 (101 individuos), seguido de bosque 2 (100) y bosque 1 (95), mientras que las parcelas con menor abundancia fueron policultivo 2 (83 individuos), monocultivo 1 (89) y policultivo 1 (92). En la temporada de secas, las parcelas con mayor abundancia fueron monocultivo 2 (166 individuos), bosque 1 (142) y monocultivo 1 (129), mientras que las parcelas con menor abundancia fueron (policultivo 1 (109 individuos), policultivo 2 y bosque 2 con 110 individuos respectivamente.

Para contrastar las abundancias entre las parcelas, se utilizaron la totalidad de los individuos de arañas colectados durante los seis periodos de colecta (incluidos juveniles y adultos) (1322 arañas), obteniendo para el conjunto de datos diferencias significativas entre el sitio con mayor abundancia (monocultivo 2) y el de menor abundancia (policultivo 2) ($X^2 = 16.156$; $gl = 5$; $P = 0.0064$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de las abundancias de arañas obtenidas durante los seis periodos de colecta con los valores obtenidos con la prueba de X^2 para el conjunto de datos en cada una de las parcelas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical.

Comparación entre parcelas	Valor del estadístico (X^2)	Grados de Libertad	Valor de P
M1 vs M2	0.779	5	0.978
P1 vs M1	5.05	5	0.409

P1 vs M2	8.368	5	0.137
P1 vs P2	7.857	5	0.164
P1 vs B1	13.825	5	0.016
P1 vs B2	3.251	5	0.661
P2 vs M1	13.972	5	0.0157
P2 vs M2	16.156	5	0.0064
P2 vs B1	1.466	5	0.916
P2 vs B2	16.901	5	0.0046
B1 vs M1	22.569	5	0.0004
B1 vs M2	25.516	5	0.0001
B2 vs M1	15.146	5	0.0097
B2 vs M2	20.634	5	0.0009
B1 vs B2	12.363	5	0.0301

En cuanto a la variación de abundancias por temporada, se utilizaron las abundancias obtenidas durante los 3 periodos de colecta correspondientes a cada temporada, obteniendo que en la temporada de lluvias la abundancia del bosque 2 fue significativamente mayor en comparación al monocultivo 1 ($X^2 = 7.141$; $gl = 2$; $P = 0.0248$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de las abundancias de arañas obtenidas durante los tres periodos de colecta con los valores obtenidos con la prueba de X^2 para la temporada de lluvias en cada una de las parcelas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical.

Comparación entre parcelas	Valor del estadístico (X^2)	Grados de Libertad	Valor de P
M1 vs M2	0.099	2	0.951
P1 vs M1	2.428	2	0.296
P1 vs M2	2.527	2	0.282
P1 vs P2	1.055	2	0.59
P1 vs B1	0.389	2	0.823
P1 vs B2	1.624	2	0.443
P2 vs M1	2.155	2	0.34
P2 vs M2	2.132	2	0.344
P2 vs B1	0.194	2	0.907
P2 vs B2	1.981	2	0.371
B1 vs M1	2.931	2	0.23

B1 vs M2	2.679	2	0.261
B2 vs M1	7.141	2	0.0248
B2 vs M2	7.858	2	0.019
B1 vs B2	3.01	2	0.221

En la temporada de secas, la parcela con mayor abundancia de individuos fue monocultivo 2 (166 individuos) en comparación con la parcela de bosque 2 (110) se obtuvo que su diferencia es significativa ($X^2 = 8.265$; $gl = 2$; $P < 0.016$) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de las abundancias de arañas obtenidas durante los tres periodos de colecta con los valores obtenidos con la prueba de X^2 para la temporada de secas en cada una de las parcelas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical.

Comparación entre parcelas	Valor del estadístico (X^2)	Grados de Libertad	Valor de P
M1 vs M2	0.228	2	0.891
P1 vs M1	1.587	2	0.452
P1 vs M2	2.876	2	0.237
P1 vs P2	7.515	2	0.023
P1 vs B1	12.113	2	0.002
P1 vs B2	1.487	2	0.475
P2 vs M1	11.642	2	0.0029
P2 vs M2	12.94	2	0.001
P2 vs B1	0.902	2	0.636
P2 vs B2	4.823	2	0.089
B1 vs M1	19.62	2	0.00005
B1 vs M2	22.618	2	0.00001
B2 vs M1	6.06	2	0.0481
B2 vs M2	8.265	2	0.016
B1 vs B2	6.859	2	0.032

En las parcelas de monocultivo de café se identificaron 272 ejemplares agrupados en 62 especies, de las cuales 16 son exclusivas de este sitio; en las parcelas de policultivo de café se identificaron 236 individuos agrupados en 63 especies, de las cuales 19 son exclusivas, mientras que en las parcelas de bosque tropical se identificaron 266 arañas agrupadas en 65 especies, de las cuales 19 especies son exclusivas de este sitio. Para el conjunto de datos, la

parcela con mayor riqueza de especies fue el bosque tropical 1 con 52 especies, seguido del policultivo con 48 especies, mientras que la parcela con menor riqueza de especies fue el bosque tropical 2 con 37 especies. En la época de secas las parcelas que registraron mayor riqueza de especies fueron el bosque tropical 1 con 34 especies, seguido del monocultivo 2 con 32 especies. Para la temporada de lluvias se registraron 29 especies en cada una de las parcelas de policultivo, mientras que la parcela de monocultivo 1 fue la que registro menor riqueza de especies (23) (Cuadro 5). Para el conjunto de datos las especies más abundantes fueron *Mexigonus* sp.1, *Colonus sylvanus* (Hentz, 1846) (Salticidae), *Wulfila tantillus* Chickering, 1940 (Anyphaenidae), *Tmarus* sp.1 (Thomisidae), *Neopisinus cognatus* (O. Pickard-Cambridge, 1893), *Hentziectypus florens* (O. Pickard-Cambridge, 1896), *Theridion evexum* Keyserling, 1884 (Theridiidae) y *Scironis* sp.1 (Linyphiidae).

Los porcentajes de integridad del estimador empleado para el conjunto de los datos indican que la parcela de monocultivo 1 registró el 57.6% de las especies esperadas, mientras que la parcela mejor representada fue el bosque tropical 2 con 83.4%. Al analizar la integridad de los inventarios en la época de secas se obtuvo que la parcela de policultivo 2 solo registró el 46.03% de las especies esperadas, mientras que el monocultivo 1 registró el 82.2%. Para la temporada de lluvias el bosque tropical 1 el 51.4% de las especies, mientras que policultivo 2 registro el 70.8% de las especies (Cuadro 5).

Cuadro 5. Riqueza, abundancia total y estimación de especies de arañas esperadas para el conjunto de datos y por época en cada una de las parcelas de café y bosque tropical en Oaxaca.

		Abundancia	Riqueza de especies	Estimador (Chao 1)	Integridad del inventario Chao 1 (%)
MONOCULTIVO DE CAFÉ	M 1 lluvias	89	23	38.6	59.5
	M 1 secas	129	26	31.6	82.2
	M 1 general	218	39	64.2	57.6
	M 2 lluvias	101	28	54.2	51.6
	M 2 secas	166	32	49.5	64.6
	M 2 general	267	45	58.3	78.8
POLICULTIVO DE CAFÉ	P 1 lluvias	92	29	46.1	62.8
	P 1 secas	109	28	53	54.7
	P 1 general	201	48	77.6	59.2
	P 2 lluvias	83	29	42.3	70.8
	P 2 secas	110	29	63	46
	P 2 general	193	44	65	67.6
BOSQUE TROPICAL	B 1 lluvias	95	27	52.5	51.4
	B 1 secas	142	34	44.9	75.7
	B 1 general	237	52	77	67.5
	B 2 lluvias	100	26	39	66.6
	B 2 secas	110	27	33.1	81.5
	B 2 general	210	37	44.3	83.4

Al analizar la diversidad de especies con los números efectivos de especies (q_1) se hicieron comparaciones directas de la diversidad entre las parcelas. Para el conjunto de datos, la parcela de policultivo 1 fue la que alcanzó mayor diversidad de especies, ya que en comparación a la parcela de bosque 2 (parcela con menor diversidad) es 1.20 veces más diversa o dicho de otra forma, la parcela de bosque 2 tiene solo el 82.03% de especies efectivas en comparación con el policultivo 1 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación del número efectivo de especies para el conjunto de datos. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de especies efectivas (q1), a la derecha de la diagonal: comparación en número de veces que el mayor tiene sobre el menor, a la izquierda de la diagonal: comparación en % de especies que tiene el de menor con respecto al mayor.

	P1	P2	M1	M2	B1	B2
P1	33.18	1.11	1.16	1.11	1.11	1.2
P2	89.7	29.78	1.04	1.01	1.01	1.09
M1	86.4	96.2	28.67	1.04	1.05	1.05
M2	90.2	99.5	95.7	29.9	1.00	1.09
B1	90.4	99.2	95.5	99.7	30.0	1.10
B2	82.03	91.3	94.9	90.9	90.64	27.22

Al analizar la diversidad entre las parcelas y la temporada de lluvias se observa el mismo patrón en el cual el policultivo 1 alcanzó la mayor diversidad y el monocultivo 1 la menor, ya que al compararlas se obtuvo que el policultivo 1 es 1.38 más diversa que el monocultivo 1 o de igual forma, la parcela de monocultivo 1 tiene solo el 72.4% de especies efectivas en comparación con el policultivo 1 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación del número efectivo de especies para la temporada de lluvias. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de especies efectivas (q1), a la derecha de la diagonal: comparación en número de veces que el mayor tiene sobre el menor, a la izquierda de la diagonal: comparación en % de especies que tiene el de menor con respecto al mayor.

	P1	P2	M1	M2	B1	B2
P1	23.27	1.04	1.38	1.14	1.05	1.16
P2	96.0	22.33	1.32	1.09	1.01	1.12
M1	72.5	75.5	16.86	1.21	1.32	1.19
M2	87.8	91.5	82.5	20.43	1.09	1.02
B1	95.3	99.3	76.0	92.1	22.18	1.11
B2	86.1	89.7	84.2	98.0	90.3	20.03

En la temporada de secas ocurrió algo diferente, ya que la parcela de policultivo 2 fue la más diversa (22.33 especies efectivas), mientras que el bosque tropical 1 alcanzó la menor diversidad (19.05 especies efectivas) alcanzando solo el 85.3 % de la diversidad (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación del número efectivo de especies para la temporada de secas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de especies efectivas (q_1), a la derecha de la diagonal: comparación en número de veces que el mayor tiene sobre el menor, a la izquierda de la diagonal: comparación en % de especies que tiene el de menor con respecto al mayor.

	P1	P2	M1	M2	B1	B2
P1	20.31	1.10	1.01	1.08	1.07	1.01
P2	90.9	22.33	1.09	1.02	1.17	1.11
M1	98.7	92.1	20.57	1.07	1.08	1.02
M2	92.3	98.5	93.5	22.00	1.15	1.09
B1	93.8	85.3	92.6	86.6	19.05	1.06
B2	99.1	90.1	97.8	91.5	94.6	20.13

Al realizar la comparación entre las comunidades de arañas con el número de especies efectivas se puede observar que tan diversa es una comunidad sobre otra, sin embargo, con este análisis no es posible conocer si la diferencias en las diversidades son significativas, por lo cual se realizó la prueba de t modificada por Hutcheson, obteniendo que para el conjunto de datos (Cuadro 9), la temporada de lluvias (Cuadro 10) y secas (Cuadro 11), no existen diferencias significativas entre la diversidad de especies (índice Shannon-Wiener) de las comunidades de arañas.

Cuadro 9. Prueba de t modificada por Hutcheson para el conjunto de datos. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de índice de Shannon-Wiener, a la derecha de la diagonal: valor de P obtenido, a la izquierda de la diagonal: grados de libertad.

	P1	P2	M1	M2	B1	B2
P1	3.502	0.327	0.267	0.515	0.391	0.163
P2	228.52	3.394	0.77	0.76	0.969	0.696
M1	237.94	224.84	3.356	0.622	0.92	0.798
M2	265.9	236.21	258.16	3.399	0.663	0.348
B1	253.73	251.91	250.28	258.96	3.402	0.647
B2	247.13	225.89	240.46	277.49	250.41	3.304

Cuadro 10. Prueba de t modificada por Hutcheson para la temporada de lluvias. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de índice de Shannon-Wiener, a la derecha de la diagonal: valor de P obtenido, a la izquierda de la diagonal: grados de libertad.

	P1	P2	M1	M2	B1	B2
P1	3.147	0.779	0.089	0.577	0.585	0.408
P2	110.18	3.106	0.159	0.79	0.787	0.591
M1	100.94	101.4	2.825	0.239	0.266	0.373
M2	122.85	118.26	107.44	3.017	0.986	0.779
B1	95.984	96.402	94.999	102.53	3.099	0.801
B2	109.52	107.9	102.27	117.3	97.263	2.997

Cuadro 11. Prueba de t modificada por Hutcheson para la temporada de secas. M: Monocultivo de café, P: Policultivo de café, B: Bosque tropical. En la diagonal los valores de índice de Shannon-Wiener, a la derecha de la diagonal: valor de P obtenido, a la izquierda de la diagonal: grados de libertad.

	P1	P2	M1	M2	B1	B2
P1	3.011	0.712	0.886	0.422	0.814	0.999
P2	122.07	3.106	0.807	0.704	0.573	0.713
M1	129.33	119.37	3.024	0.494	0.711	0.886
M2	143.04	126.75	148.26	3.091	0.333	0.424
B1	158.99	150.41	158.35	171.22	2.947	0.816
B2	132.99	124.75	132.47	146.54	162	3.002

3.3.2 Variables de manejo de cultivo y microclima

Para la temporada de lluvias, el Análisis de Componentes Principales (ACP) (Figura 4) muestra la separación de las parcelas según la variabilidad de las características de manejo (riqueza de árboles, abundancia de árboles y cobertura de dosel) y microclima (temperatura, humedad y profundidad de hojarasca), presentado una pequeña tendencia de agrupamiento de las parcelas según su intensidad de manejo agronómico. En esta temporada, el eje 1 del ACP explica el 47.6% de la varianza y esta positivamente correlacionada con la riqueza de árboles sombra ($R^2 = 0.449$), la diversidad de arañas ($R^2 = 0.423$), el porcentaje de cobertura de sombra ($R^2 = 0.353$), abundancia de árboles ($R^2 = 0.331$) y humedad ($R^2 = 0.325$) y

negativamente relacionada con la altitud ($R^2 = -0.412$), profundidad de hojarasca ($R^2 = -0.246$), temperatura ($R^2 = -0.155$) y la pendiente ($R^2 = -0.150$); el eje 2 del ACP explica 30.09% de la varianza y esta positivamente correlacionada con la temperatura, la riqueza de árboles y la diversidad de arañas ($R^2 = 0.5$, 0.124 y 0.062 respectivamente) y negativamente relacionada con la profundidad de hojarasca ($R^2 = -0.459$), abundancia de árboles ($R^2 = -0.413$), pendiente ($R^2 = -0.411$), altitud ($R^2 = -0.245$) y humedad ($R^2 = -0.076$) (Figura 4A). Durante la temporada de secas el eje 1 del ACP explica 52.93% de la varianza y positivamente correlacionada con la temperatura ($R^2 = 0.433$), riqueza de árboles ($R^2 = 0.388$), porcentaje de cobertura de sombra ($R^2 = 0.357$) y abundancia de árboles sombra ($R^2 = 0.31$) y esta negativamente correlacionada con la humedad ($R^2 = -0.413$), altitud ($R^2 = -0.387$), pendiente ($R^2 = -0.255$), diversidad de arañas ($R^2 = -0.206$) y profundidad de hojarasca ($R^2 = -0.088$); el eje 2 explica 18.83% de la varianza y esta negativamente correlacionada con la profundidad de hojarasca ($R^2 = -0.668$), porcentaje de cobertura de sombra ($R^2 = -0.051$), temperatura y humedad ($R^2 = -0.051$ y -0.0003 respectivamente) y positivamente correlacionada con la pendiente ($R^2 = -0.6$), abundancia de árboles ($R^2 = 0.414$), riqueza de árboles ($R^2 = -0.097$, altitud y diversidad de arañas ($R^2 = 0.078$ y 0.04 respectivamente) (Figura 4B).

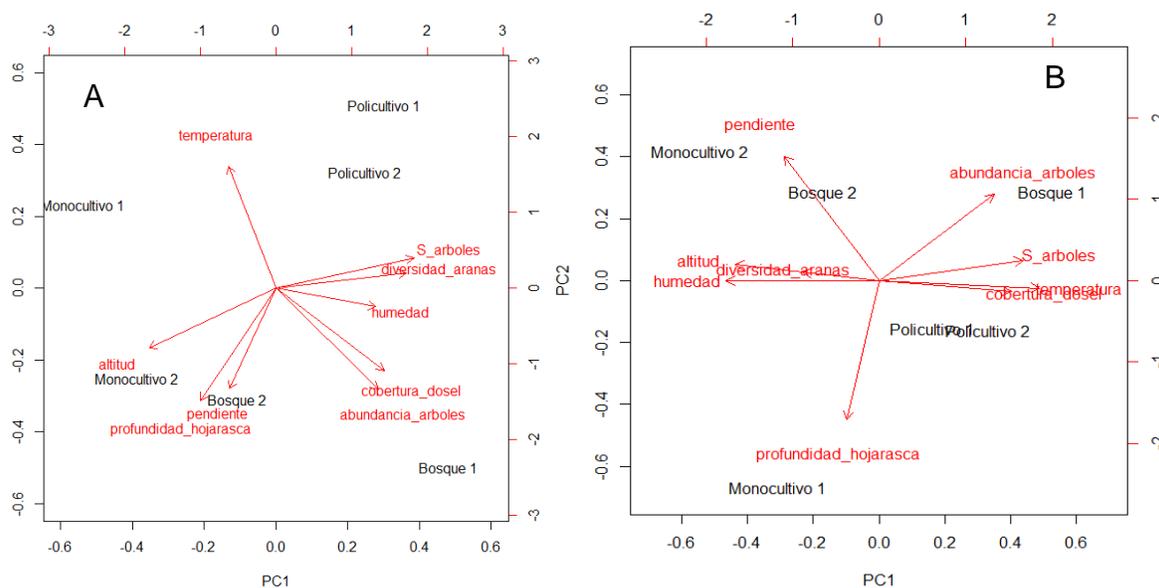


Figura 4. Agrupación de las parcelas de estudio obtenido con el Análisis de Componentes Principales de acuerdo a la variación en las características de manejo de cultivo y microclima en la temporada de A) lluvias, B) secas.

3.3.3 Correlación y regresión lineal

Para realizar este análisis solo se consideró como variable dependiente o variable de respuesta a la diversidad de arañas ($q=1$) expresada en números de especies efectivas, ya que esta medida de diversidad, incluye dentro de su cálculo la abundancia y riqueza de especies; por lo tanto, en la temporada de lluvias las variables independientes que estuvieron mayormente correlacionadas de manera positiva con la diversidad de arañas fueron la riqueza de árboles sombra ($R^2 = 0.84$) y el porcentaje de cobertura de sombra ($R^2 = 0.67$), siendo la altitud la única variable correlacionada negativamente ($R^2 = -0.81$). En la temporada de secas la diversidad de arañas estuvo mayormente correlacionada de manera positiva con la humedad ($R^2 = 0.30$) y de manera negativa con la abundancia de árboles sombra ($R^2 = -0.67$) y el porcentaje de cobertura de sombra ($R^2 = -0.64$).

Las únicas variables que tuvieron significancia con la diversidad de arañas al realizar las regresiones lineales durante se registraron en la temporada de lluvias y fueron la riqueza de árboles ($R^2 = 0.6996$, $P = 0.03795$) y la altitud ($R^2 = 0.6929$, $P = 0.03979$) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Variables predictoras de la diversidad de arañas obtenidas con los modelos lineales durante la temporada de lluvias.

Temporada	Variable	R^2	Estimación	Intercepto	Error estándar	valor de t	Valor de p
Lluvias							
	Riqueza de árboles sombra	0.6285	0.7854	-11.7093	0.255	3.076	0.03708
	Altitud	0.6929	-52.79	2064.47	17.57	-3.004	0.03979

3.3.4 Composición de especies de arañas

En la temporada de lluvias con el índice de Bray Curtis se obtuvo que las parcelas bosque 1 y monocultivo 1 son las más diferentes en cuanto su composición de especies, mientras que el bosque 1 y policultivo 1 son las parcelas más parecidas en cuanto a su composición de especies. El NMSD muestra que las parcelas se agrupan de acuerdo a la intensidad de cultivo y no existe sobreposición de las parcelas (estrés = 0.08490) (Figura 6a). En la temporada de secas con el índice de Bray-Curtis se obtuvo que las parcelas de bosque 1 y policultivo 2 son las más diferentes entre sí de acuerdo a su composición de especies, en cambio, las parcelas de bosque 2 y monocultivo 1 son las más parecidas. Esta tendencia se confirma con lo obtenido con el NMSD (estrés = 0.0747) (Figura 6b).

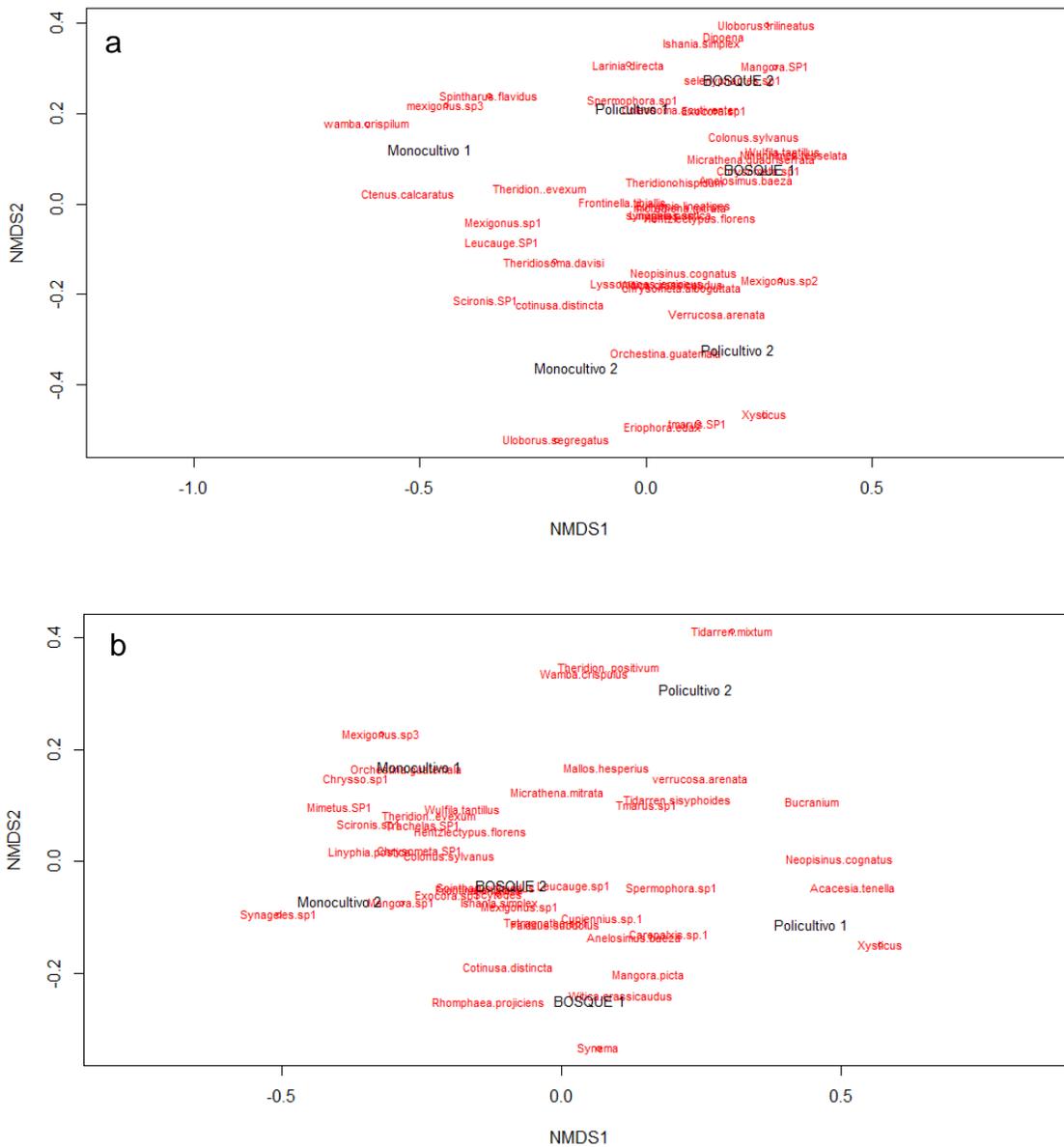


Figura 6. Escalamiento multidimensional no métrico para la comunidad de arañas encontradas en cultivos de café y bosque tropical en la temporada de lluvias (a) y secas (b)

3.4 Discusión

En este estudio encontramos que para el conjunto de datos, la abundancia de arañas fue significativamente mayor en el sitio de bosque 1 en comparación con el monocultivo 1, influyendo en su riqueza de especies, puesto que el bosque obtuvo mayor número de

especies (52 vs 39 especies). Al analizar las diferencias de las abundancias de arañas entre las parcelas de café con diferente manejo de cultivo, se obtuvo que para el conjunto de datos y en la temporada de secas, existieron diferencias significativas, es decir, la abundancia de arañas en las parcelas de café con mayor intensidad de manejo (monocultivo 2) fue significativamente mayor en comparación con la parcela con menor intensidad en su manejo de cultivo (policultivo 2), influyendo en los valores de riqueza encontrada, ya que el sitio con mayor abundancia registró una especie más para el conjunto de datos (45 vs 44 especies) y tres especies más en la temporada de secas (32 vs 29 especies), mientras que en la temporada de lluvias las diferencias de las abundancias entre las mismas parcelas no tuvieron respuesta significativa. Estos resultados coinciden con lo reportado por Marin *et al.* (2016), quienes al estudiar las arañas de suelo en agroecosistemas de café con diferente intensidad de cultivo en Chiapas, encontraron que en la temporada de secas el sitio con mayor intensidad de cultivo (menor sombra) fue significativamente mayor en comparación con el de menor intensidad de cultivo (mayor sombra). En cuanto a la temporada de lluvias, dichos autores reportan que no existe diferencia significativa en la abundancia de arañas entre los dos manejos de café.

Actualmente el uso de la diversidad verdadera como herramienta para la cuantificación de la biodiversidad ha sido aceptada por numerosos investigadores y su uso va en incremento (Jost, 2006; García-Morales *et al.*, 2011; Moreno *et al.*, 2011; Moreno y Rodríguez, 2011; Cruz- Elizalde y Ramírez-Bautista, 2012; Vite *et al.*, 2014; Yanez-Gómez *et al.*, 2015), ya que permiten analizar la magnitud de la variación entre la diversidad de especies de dos o más comunidades, sin embargo, algunas veces (como en este estudio) los valores obtenidos

con el número de especies efectivas en cada comunidad es muy cercano y se necesita determinar si la diferencia entre sus diversidades son estadísticamente significativas, por lo cual en muchos estudios se continua utilizando el cálculo del índice de diversidad alfa de Shannon y la prueba de t modificad por Hutcheson como herramienta principal. Tal es el caso de los estudios de arañas, ya que aún no se ha implementado el uso de especies efectivas como medida de la diversidad, manteniéndose el índice de entropía propuesto por Shanon-Wiener. En este sentido, en este estudio encontramos que para el conjunto de datos, la parcela de policultivo 1 fue la más heterogénea, ya que alcanzó mayor valor con el índice de Shannon (3.502) mientras que la parcela de bosque 2 fue la que alcanzo menor valor (3.304). Al comparar los dos manejos de café, se obtuvo que la parcela de policultivo 1 alcanzo mayor valor con el índice de Shannon (3.502) en comparación con el monocultivo 1 (3.356). En la temporada de lluvias, la parcela con mayor valor con el índice de Shannon fue la parcela policultivo 1 (menor intensidad de cultivo) con 3.147, mientras que el monocultivo 1 (mayor intensidad de cultivo) fue la que registró menor valor (2.825). Contrastando nuestros resultados con lo reportado por Pinkus *et al.* (2006) en cafetales del estado de Chiapas, se obtuvo que dichos autores reportan mayor diversidad de arañas en el sitio de bosque (control) seguido del sitio convencional y por último el cultivo orgánico, además de que existen diferencias significativas. En la temporada de secas la parcela con menor intensidad de cultivo (policultivo 2) registró mayor valor con el índice de Shannon (3.106) en comparación el bosque 1 (2.947) y la parcela con mayor intensidad de cultivo (monocultivo 1 con 3.024). Caso contrario a lo reportado por Pinkus *et al.* (2006), donde el sitio de café con manejo convencional o de mayor intensidad alcanzó el mayor valor con el índice de Shannon (2.87), seguido del bosque (2.77) y por último el sitio de café con

manejo orgánico (1,54), además, estas diferencias entre los valores alcanzados fueron estadísticamente significativas, mientras que nuestro estudio, las diferencias en los valores obtenidos para el conjunto de datos y en ambas temporadas no fueron estadísticamente significativas. La diferencia obtenida en nuestro estudio y el realizado por Pinkus et al. (2006) en cuanto a los valores del índice de Shannon pueden deberse al número de colectas realizadas (6 en nuestro estudio vs 12 por dichos autores), número de colectores (1 vs 2), número de técnicas de colecta (3 vs 1) e integridad del inventario (entre 46 y 86% vs no reportado por dichos autores).

En cuanto a las variables cuantificadas y utilizando los modelos lineales, únicamente en la temporada de lluvias la riqueza de árboles sombra (variable de manejo de cultivo) y la altitud (variable fisiográfica) fueron las variables que resultaron ser estadísticamente promotoras de la diversidad de arañas. En cuanto a la relación que existe entre la riqueza de árboles y la diversidad de especies, se ha reportado anteriormente, que, en sistemas agroforestales como el cultivo de café con altos números de especies o riqueza de árboles, existen altos niveles de biodiversidad asociada (Ibarra-Nuñez, 1990; Perfecto *et al.*, 1996; Ambrech y Perfecto, 2003; Pineda *et al.*, 2005; Philpott *et al.*, 2006; Ambrech *et al.*, 2008; Morhead *et al.*, 2010; Lin y Perfecto, 2012). Por otro lado, la altitud tuvo mayor correlación negativa con la diversidad de arañas, algo muy parecido a otros estudios con arañas donde reportan disminución de la riqueza y abundancia de arañas conforme la altitud aumenta (Rahbek, 2005; Hajian-Forooshani *et al.*, 2014); aunque existen otros estudios en los cuales la abundancia y riqueza de arañas aumenta con la elevación (Chatzaki *et al.*, 2005; Stenchly *et al.*, 2011; Marín *et al.*, 2016). En este sentido, existen inconsistencias en los patrones de

distribución de las arañas, debido a la variabilidad de los rangos altitudinales utilizados en los diferentes estudios, así como a los tipos de arañas estudiados y a las condiciones de hábitat y de paisaje (Hajian-Forooshani *et al.*, 2014). Además, la relación negativa de la diversidad de arañas sugiere que las arañas presentes en los agroecosistemas de café de este estudio son más sensibles a los cambios altitudinales.

La temporalidad juega un papel muy importante en las comunidades de arañas, ya que los resultados obtenidos muestran que en la temporada de lluvias las variables de manejo de cultivo y fisiográficas promueven la diversidad de arañas, mientras que en la temporada de secas no se encontró relación significativa entre las variables cuantificadas y la diversidad de especies. Durante la temporada de lluvias las parcelas de policultivo reportaron mayor riqueza de especies y mayor número de especies efectivas, en esta temporada el ACP muestra agrupación de estas dos parcelas en comparación a las otras, donde la variable de manejo de cultivo (riqueza de árboles) contribuyó en mayor forma al establecimiento de más especies efectivas de arañas. En cuanto a la composición de especies, las parcelas de policultivo y bosque tropical fueron las más parecidas, probablemente porque la composición de especies arbóreas es muy similar, ya que este manejo agronómico permite la interacción de especies de árboles nativas del bosque tropical así como especies cultivadas, manteniendo cierta similitud de la estructura de sombra, teniendo como consecuencia mayor riqueza de árboles y mayor cobertura de dosel y propiciando el establecimiento de un mayor número de refugios y a que las telarañas (en el caso de las arañas orbiculares) pudieran resistir la precipitación de la lluvia. En la temporada de secas, nuevamente el policultivo registró el mayor número de especies efectivas, sin embargo, en

esta temporada el ACP sigue mostrando agrupación de las parcelas de policultivo, mostrando relación con la riqueza de árboles, cobertura de sombra y temperatura, mientras que la diversidad de arañas se encuentra en una posición intermedia entre todas las parcelas, sin embargo, en cuanto a la composición de especies, las parcelas de monocultivo y bosque fueron las más parecidas, tal vez porque durante esta temporada los árboles presentes en el bosque tropical tienden a perder sus hojas, reduciendo la humedad y el porcentaje de cobertura de sombra, así como en las parcelas de monocultivo existe menor abundancia de árboles, por lo tanto, sugerimos que las especies de arañas durante esta temporada son más tolerantes a estas condiciones, sobreviviendo mejor en estos hábitats.

El establecimiento de muchas especies de árboles que proporcionan sombra en los sistemas agroforestales de café son de gran importancia, ya que los sitios que mantienen el sistema de policultivo, tal como lo muestran los resultados de este estudio, registran mayor riqueza de especies de arañas y mayor biodiversidad asociada (especies efectivas); en este sentido, es importante que los cultivos de café mantengan prácticas dirigidas al correcto manejo de los árboles que proporcionan sombra, ya que además de contribuir al incremento de otras especies, incrementa sus servicios ecosistémicos (Beer *et al.*, 2003) así como también ayudan a mantener la temperatura dentro de los cultivos de café (Barradas y Fanjul, 1984). En este sentido, mantener los cultivos de café con buena sombra puede generar mayor resiliencia de estos agroecosistemas frente al cambio climático (Jaramillo *et al.*, 2013). Corroborando lo anterior, Hajian-Forooshani *et al.* (2014) concluyen que mientras se tengan más árboles, gran cobertura de sombra y gran conectividad de las copas de los árboles, la abundancia y riqueza de arañas arbóreas será mayor, al igual que en este estudio, donde la parcela de café con mayor riqueza de árboles sombra (policultivo 1) reportó mayor

riqueza de especies de arañas (48 especies) y diversidad de arañas (33.18 especies efectivas).

En conclusión, en este estudio encontramos que las arañas presentes en agroecosistemas de café con diferente manejo de cultivo y en una porción de bosque tropical subcaducifolio responden mejor a variables particulares que las favorecen: abundancia y riqueza de árboles y cobertura de sombra, así como las variables fisiográficas y en menor medida a variables de microclima, es decir, la riqueza de especies de arañas es más alta en sitios con mayor abundancia y riqueza de árboles sombra, así como en sitios con menor altitud. Estos resultados sugieren seguir impulsando cultivos de café bajo sombra y elevada riqueza de árboles, ya que éstos proporcionan una gran variedad de características adecuadas para el establecimiento de muchas especies al igual que sirven para que los agricultores obtengan ingresos extra al comercializar otros productos.

3.5 Literatura citada

Armbrecht I. and I. Perfecto. (2003). Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 97, 107-115p.

Armbrecht, I., Chacón, P., Gallego, M.C. y Rivera, L. (2008). Efecto de la tecnificación del cultivo de café sobre las hormigas cazadoras de Risaralda. In Jiménez, E., Fernández, F., Milena, A.T. & F.H. Lozano-Zambrano (Edits). *Sistemática, Biogeografía y Conservación de las Hormigas Cazadoras de Colombia*. Instituto de

- investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.
- Armendano, A. y González, A. (2011). Efecto de las arañas (Arachnida: Araneae) como depredadoras de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 59, 1651-1662p.
- Ávalos-Sartorio, B. y Ma. Del R. Becerra-Ortiz. (1999). La economía de la producción y comercialización del café en la Sierra Sur, Costa e Istmo del Estado de Oaxaca: resultados Preliminares. *Ciencia y Mar* (8): 29-39.
- Barradas, V.L. y L. Fanjul. (1984). La importancia de la cobertura de arbórea en la temperatura del agroecosistema cafetalero. *Biotica*, 9: 415-421.
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J.M., Sobarriba, E. y Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforesteria en las Américas*. 10, 80-87p.
- Borrero, H.J.I. (1986). La sustitución de cafetales de sombrío por caturrales y su efecto negativo sobre la fauna de vertebrados. *Caldasia*. 15, 725-732p.
- Challenger, A., y J. Soberón. (2008). Los ecosistemas terrestres, in Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 87-108p.
- Chatzaki, M., Lymberakis, P., Markakis, G. and M. Mylonas. (2005). The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete,

- Greece: species richness, activity and altitudinal range. *Journal of biogeography*, 32: 813-831.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1.0 Recuperado el 15 enero 2018, de <http://purl.oclc.org/estimates>
- Corcuera, P. y Jiménez, M. L. (2009). Diversidad de arañas asociadas al follaje en una selva baja caducifolia de Jalisco. *Folia Entomologica Mexicana*, 47, 49-60.
- Cruz-Elizalde, R. y A. Ramírez-Bautista. (2012). Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 458-467.
- Díaz, P.M., Rionda, M.H., Duhour, A.E. y Momo, F.R. (2014). Artrópodos del suelo: Relaciones entre la composición faunística y la intensificación agropecuaria. *Ecología Austral*. 24, 327-334p.
- Diehl, E., Mader, V.L., Wolters, V. and Birkhofer, K. (2013). Management intensity and vegetation complexity affect web-building spiders and their prey. *Oecologia*. 173, 579-589p.
- Fassbender, H.W., Beer, J., Heuvelop, J., Imbach, A., Enriquez, G. and Bonnemann, A. (1991). Ten year balances of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. *Forest Ecology and Management*. 45, 173-183p.
- Foley, J.A., *et al.* (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*. 1-6p.

- Fox, J. and Sanford, W. (2011). An {R} Companion to Applied Regression, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>
- García-Morales, R., Moreno, C.E. y J.Bello-Gutiérrez. (2011). Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: el número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya*, 2:205-2015.
- Hajian-Forooshani, Z., Gonthier, D. J., Marín, L., Iverson, A. L. and Perfecto, I. (2014). Changes in species diversity of arboreal spiders in Mexican coffee agroecosystems: untangling the web of local and landscape influences driving diversity. *PeerJ*, 18. doi:10.7717/peerj.623
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. and Tschardtke, T. (2008). Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *Oikos*, 117, 354-361p.
- Ibarra-Nuñez, G. (1990). Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 79, 207-231.
- Jaramillo, J., Setamou, M., Muchugu, E., Chabi-Olaye, A., Jaramillo, A., Mukabana, J., Maina, J., Gathara, S. and Borgemeister, C. (2013). Climate change or urbanization? Impacts on a traditional coffee production systems in east Africa over the last 80 years. *Plos One*. 8, 1-10p.
- Jiménez-Avila, E. (1979). Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero, 1: Estructura de los cafetales de una finca cafetalera en Coatepec, Veracruz, México (*Coffea arabica*). *Biotica*. 4, 1-12

- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363-375.
- Langellotto, G.A. and Denno, R.F. (2004). Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. *Oecologia*. 139, 1-10p.
- Lin, B. B., and Perfecto, I. (2012). Coffee agroforestry systems and the benefits of biodiversity for farmers. In J. A. Simonetti, A. A. Grez, & C. F. Estades (Edits.), *Biodiversity Conservation in Agroforestry Landscapes: Challenges and Opportunities* (págs. 15-40). Universidad de Chile Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring ecological diversity*. Oxford: Blackwell Science.
- Marín, L. and Perfecto, I. (2013). Spider Diversity in Coffee Agroecosystems: The Influence of Agricultural Intensification and Aggressive Ants. *Environmental Entomology*, 42, 204-213.
- Marín, L., Philpott, S. M., De la Mora, A., Ibarra-Núñez, G., Tryban, S. and I. Perfecto. (2016). Response of ground spiders to local and landscape factors in a Mexican coffee landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 222, 80-92p.
- Matson, P.A., Parton, W.J., Power, A.G. and Swift, M.J. (1997). Agricultural Intensification and Ecosystems Properties. *Science*. 277, 504-509p.
- Moguel, P., y Toledo, V.M. (1996). El café en México: ecología cultura indígena y sustentabilidad. *Ciencias*. 43:40-51.
- Moguel, P., and Toledo, V. M. (1999). Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. *Conservation Biology*. 13, 11-21p.

- Moreno, C.E. and P. Rodríguez. (2011). Commentary: do we have a consistent terminology for species diversity? Back to basics and toward a unifying framework. *Oecologia*, 167:889-892
- Moreno, C.E., F. Barragán, E. Pineda y N. Pavón. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261p.
- Moorhead, L. C., Philpott, S. M. and Bichier, P. (2010). Epiphyte Biodiversity in the Coffee Agricultural Matrix: Canopy Stratification and Distance from Forest Fragments. *Conservation Biology*, 24, 737-746.
- Mupepele, A.C., Müller, T., Dittrich, M. and Floren, A. (2013). Are temperate canopy spiders tree-species specific? *Plos One*. 9, 1-8p.
- Nyffeler, M. and Sunderland, K.D. (2003). Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 95, 579-612p.
- Oksanen, J., F. Guillaume Blanchet, Michael Friendly, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Dan McGlinn, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens, Eduard Szoecs and Helene Wagner (2018). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Perfecto, I., R/A. Rice, R. Greenberg and M.E. Van der Voort. (1996). Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience*. 46, 598–608p.

- Philpott, S. M., Perfecto, I., and Vandermeer, J. (2006). Effects of management intensity and season on arboreal ant diversity and abundance in coffee agroecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 15, 139-155p.
- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F. and Halffter, G. (2005). Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*. 19, 400-410p.
- Pinkus, R. M. A. 2011. Arañas. In Bautista, Z. F. Técnicas de muestreo para manejadores de Recursos Naturales. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 331-350.
- Rahbek, C. (2005). The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology letters*, 8:224-239.
- Revelle, W. (2017) psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psych> Version = 1.7.8.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Rypstra, A.L. (1999). Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. *The Journal of Arachnology*. 27, 371-377p.

- Samu, F., Sunderland, K.D. and Szinetár, C. (1999). Scale-dependent dispersal and distribution patterns of spiders in agricultural systems: a review. *Journal of Arachnology*. 27, 325–332p.
- Sanz, F.X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*. 16, 44-49p.
- Stenchly, K., Clough, Y., Buchori, D. and Tschardtke, T. (2011). Spider web guilds in cacao agroforestry –comparing tree, plot and landscape-scale management. *Diversity and Distributions*, 17, 748-756. doi:10.1111/j.1472-4642.2011.00774.
- Sunderland, K. D. and Greenstone, M. H. (1999). Summary and future directions for research on spiders in agroecosystems. *Journal of Arachnology*, 27, 397-400.
- Taucher, E. 1999. Bioestadística. Editorial Universitaria. Chile. 315 pp.
- Tschardtke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. and Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology letters*. 8, 857-874p.
- Vite, C.C., Alanís, M.JL., Ortíz, D.M., Pech, C.J.M. y E.H. Ramos. (2014). Indicadores de diversidad, estructura y riqueza para la conservación de la biodiversidad vegetal en los paisajes rurales. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17: 185-196.
- Wickham, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2009.
- Yanes-Gómez, G., Pérez-Méndez, M., Ramírez-González, O.I., Morón, M.A., Carrillo-Ruiz, H. y A.A. Romero-López. Diversidad de coleópteros copro-necrófagos en el

“Rancho Canaletas”, Paso del Macho, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*,
31: 283-290.

Anexo 1. Lista de especies y abundancia de arañas colectadas por sitio, en cada periodo de colecta y temporada en cultivos de café y bosque tropical de la costa de Oaxaca. m = periodo de colecta, LI = temporada de lluvias, S = temporada de secas.

No. Taxa	Especie	Policultivo 1		Policultivo 2		Monocultivo 1		Monocultivo 2		Bosque 1		Bosque 2	
		m1(LI)/m2(LI)/m3(S) m4(S)/m5(S)/m6(S)											
1	<i>Acacesia tenella</i> (L. Koch, 1871)	0/0/3/2/0/0	1/0/0/0/1/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
2	<i>Allocyclosa bifurca</i> (McCook, 1887)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
3	<i>Anelosimus baeza</i> (Agnarsson, 2006)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/1	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/1/3/1	0/0/0/1/3/1	1/1/0/0/0/2	1/1/0/0/0/2	1/1/0/0/0/2	
4	<i>Anelosimus elegans</i> (Agnarsson, 2006)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
5	<i>Argiope blanda</i> (O. Pickard-Cambridge, 1898)	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
6	<i>Azilia affinis</i> (O. Pickard-Cambridge, 1893)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
7	<i>Brachypelma vagans</i> (Ausserer, 1875)	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
8	<i>Bucranium</i> sp1	0/0/2/1/1/0	0/0/0/3/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
9	<i>Carepalxis</i> sp1	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
10	<i>Castianeira</i> sp1	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
11	<i>Chrysometa alboguttata</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/1/0	
12	<i>Chrysometa palenque</i> (Levi, 1986)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	2/0/0/0/0/0	2/0/0/0/0/0	2/0/0/0/0/0	
13	<i>Chrysometa</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	1/0/1/0/0/0	2/0/0/0/0/3	6/0/0/0/1/0	2/0/0/0/0/3	6/0/0/0/1/0	2/0/0/0/0/3	6/0/0/0/1/0	6/0/0/0/1/0	
14	<i>Chryso albomaculata</i> O. Pickard-Cambridge, 1882	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
15	<i>Chryso cambridgei</i> (Petrunkevitch, 1911)	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/1/0/1	0/0/0/1/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
16	<i>Chryso</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/2/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	
17	<i>Coleosoma acutiventer</i> (Keyserling, 1884)	6/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/1	1/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	
18	<i>Colonus sylvanus</i> (Hentz, 1846)	1/0/0/0/0/5	1/0/0/0/0/1	0/0/4/4/0/0	0/0/8/4/0/0	1/0/0/0/1/0	1/2/1/1/0/0	1/0/0/0/1/0	1/0/0/0/1/0	1/2/1/1/0/0	1/2/1/1/0/0	1/2/1/1/0/0	
19	<i>Corythalia</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/1	

20	<i>Cotinusa distincta</i> (Peckham & Peckham, 1888)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	0/3/0/1/0/1	0/0/1/1/1/0	0/0/0/1/1/1
21	<i>Creugas</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0
22	<i>Ctenus calcaratus</i> (F. O. Pickard-Cambridge, 1900)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	3/0/0/0/0/0	1/0/0/1/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
23	<i>Cupiennius</i> sp1	1/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/2	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/2/0	0/0/0/0/0/0
24	<i>Curicaberis</i> sp1	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
25	<i>Cyclosa walckenaeri</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
26	<i>Cylistella adjacens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
27	<i>Dipoena</i> sp1	0/1/0/0/0/0	0/0/0/1/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/2
28	<i>Dipoena</i> sp2 affinn a <i>D. boquete</i>	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
29	<i>Dipoena nigra</i>	0/0/0/0/0/0	0/0/0/1/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
30	<i>Dolichognatha</i> sp	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
31	<i>Elaver</i> sp1 affinn a <i>E. richardi</i>	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
32	<i>Eriophora edax</i> (Blackwall, 1863)	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	1/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0
33	<i>Euryopis lineatipes</i> (O. Pickard-Cambridge, 1893)	0/0/0/0/0/3	0/0/0/0/0/2	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
34	<i>Euryopis</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
35	<i>Eustala</i> sp1	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
36	<i>Exocora</i> sp1	0/0/0/0/0/2	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/4/0/0/0	0/0/0/1/1/2	0/0/0/0/0/0
37	<i>Faiditus</i> sp1. affinn a <i>F. chickering</i>	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/4/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
38	<i>Faiditus dracus</i> (Chamberlin & Ivie, 1936)	0/0/0/0/0/6	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
39	<i>Faiditus godmani</i> (Exline & Levi, 1962)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/2	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
40	<i>Faiditus subdulus</i>	0/0/2/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/1/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/4/0/0
41	<i>Frontinella tibialis</i> (F. O. Pickard-Cambridge, 1902)	0/0/0/0/1/3	1/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/1	2/1/0/0/5/0	0/0/1/0/0/0	2/0/1/0/1/0
42	<i>Gasteracantha cancriformis</i> (Linnaeus, 1758)	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0

43	<i>Hentziectypus florens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	2/0/1/0/0/0	2/0/1/0/0/0	0/0/3/0/2/0	2/2/0/0/1/1	3/1/2/1/0/0	4/0/3/0/1/0
44	<i>Hoffmannilena</i> sp	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0
45	<i>Ishania simplex</i> (Jocqué & Baert, 2002)	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/1/0/0	0/0/0/0/0/0	1/2/0/2/0/0	1/0/0/2/0/0
46	<i>Larinia directa</i> (Hentz, 1847)	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
47	<i>Leptoctenus</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/2	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
48	<i>Leucauge</i> sp1	0/1/1/1/0/1	0/0/1/0/0/0	0/3/2/0/0/0	4/0/1/0/0/0	0/0/3/0/1/0	0/0/1/1/0/0
49	<i>Linyphia</i> sp.1 affin a <i>L. postica</i>	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	1/0/0/0/2/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/1
50	Linyphiinae	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
51	Lycosidae	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/1/0/0	0/0/0/0/0/0
52	<i>Lyssomanes jemineus</i> (Peckham, Peckham & Wheeler, 1889)	1/0/0/0/0/2	1/0/0/0/5/3	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
53	<i>Lyssomanes reductus</i> (Peckham & Peckham, 1896)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
54	<i>Mallos hesperius</i> (Chamberlin, 1916)	0/0/0/1/0/0	0/0/0/1/1/0	0/0/1/1/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0
55	<i>Mangora picta</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/1/1/0	0/0/1/0/0/0
56	<i>Mangora</i> sp1	1/0/0/3/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/1/0/0/0/0	1/0/0/0/1/1
57	<i>Mexigonus</i> sp1	1/0/0/3/0/0	0/0/1/1/0/0	2/2/0/3/2/0	0/1/2/5/2/3	0/0/4/5/9/0	0/0/5/2/4/1
58	<i>Mexigonus</i> sp2	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/4/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0
59	<i>Mexigonus</i> sp3	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	2/0/0/0/3/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
60	<i>Miagrammopes</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/1/0/0	0/0/0/0/0/0
61	<i>Micrargus</i> sp	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/2/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
62	<i>Micrathena mitrata</i> (Hentz, 1850)	1/0/0/0/0/0	1/1/2/0/0/2	1/0/0/0/1/1	0/0/1/0/0/1	1/0/0/1/0/1	0/2/2/0/1/1
63	<i>Micrathena quadriserrata</i> (F. O. Pickard-Cambridge, 1904)	0/1/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/1	0/1/0/0/0/0
64	<i>Mimetus</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/1/3/0/0/0	0/0/1/2/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
65	<i>Misumenoides</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/2/0	0/0/0/0/0/0
66	<i>Misumenops</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
67	<i>Misunema</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0

68	<i>Modisimus</i> sp	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
69	<i>Myrmecotypus pilosus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1898)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/1/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
70	<i>Neopisinus cognatus</i>	4/1/5/2/2/0	3/2/3/0/0/3	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/2	0/1/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0
71	<i>Nephila clavipes</i> (Linnaeus, 1767)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/2/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
72	<i>Nihonhimea tessellata</i> (Keyserling, 1884)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
73	<i>Orchestina guatemala</i> (Izquierdo, 2017)	0/0/0/0/0/0	0/2/0/0/0/0	0/0/1/0/2/0	0/1/0/0/0/2	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/1
74	<i>Phycosoma altum</i> (Keyserling, 1886)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0
75	<i>Phycosoma lineatipes</i> (Bryant, 1933)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0
76	<i>Psilochorus</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/2/0	0/0/0/0/0/0
77	<i>Rhomphaea projiciens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/2/0/0/0	0/0/0/0/0/0
78	<i>Rualena</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/1/0/0
79	<i>Scironis</i> sp1	0/0/0/0/0/1	0/0/1/0/0/0	5/0/0/0/2/1	0/0/0/0/6/12	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
80	<i>Scironis</i> sp2	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	0/0/0/0/0/2	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0
81	<i>Scytodes</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/1/0/9
82	<i>Selenyphantes</i> sp1	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/1/0/0/0/0
83	<i>Sosippus</i> sp1	0/2/1/0/0/0	0/1/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
84	<i>Spermophora</i> sp1	3/0/1/4/0/0	0/0/1/1/0/1	1/2/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/2/0/0	2/1/1/3/2/1
85	<i>Spintharus flavidus</i> (Hentz, 1850)	0/1/2/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/3/0/0/1	0/0/4/2/0/0	0/0/0/1/0/0	0/0/3/0/0/0
86	<i>Synageles</i> sp1	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/1	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0
87	<i>Synema</i> sp1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0
88	<i>Tetragnatha</i> sp1	0/0/0/1/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/2/0/0/0	0/0/3/0/0/0	0/0/2/1/0/0
89	<i>Theridion adjacens</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	0/1/0/0/0/1	1/0/0/0/1/1	3/4/2/0/0/2	2/0/2/1/0/1	1/0/0/0/0/2	1/0/0/0/2/0
90	<i>Theridion evexum</i> (Keyserling, 1884)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
91	<i>Theridion hispidum</i> (O. Pickard-Cambridge, 1898)	2/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
92	<i>Theridion positivum</i> (Chamberlin, 1924)v	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/1/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0

93	<i>Theridiosoma davisii</i> (Archer, 1953)	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
94	<i>Thymoites verus</i> (Levi, 1959)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/1/0/0/0/0
95	<i>Tidarren mixtum</i> (O. Pickard-Cambridge, 1896)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
96	<i>Tidarren sisyphoides</i> (Walckenaer, 1841)	0/0/0/0/0/0	1/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0
97	<i>Tmarus</i> sp1	0/0/5/0/1/0	1/0/1/2/6/3	0/0/0/2/0/0	0/0/1/3/0/1	1/0/1/2/0/4	0/0/1/1/0/0
98	<i>Trachelas</i> sp	0/0/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/3/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
99	<i>Uloborus campestratus</i> (Simon, 1893)	0/0/0/0/1/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
100	<i>Uloborus segregatus</i> (Gertsch, 1936)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
101	<i>Uloborus trilineatus</i> (Keyserling, 1883)	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	1/0/0/0/0/0
102	<i>Verrucosa arenata</i> (Walckenaer, 1841)	0/0/1/0/0/0	0/1/2/1/0/1	0/0/0/0/0/0	0/2/0/0/0/0	0/0/1/0/0/0	1/0/0/1/0/0
103	<i>Wamba crispulus</i> (Simon, 1895)	0/0/0/0/0/0	0/0/1/2/0/0	0/0/2/0/0/1	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0
104	<i>Witica crassicaudus</i> (Keyserling, 1865)	0/0/2/0/0/0	1/0/0/0/1/0	0/0/1/0/0/0	0/4/0/0/0/0	0/0/0/0/0/1	2/0/0/0/0/0
105	<i>Wulfila tantillus</i> (Chickering, 1940)	0/0/0/1/0/0	0/0/4/0/0/1	0/0/3/5/0/0	0/0/0/0/0/8	0/2/1/12/7/3	0/0/0/7/0/2
106	<i>Xysticus</i> sp1	0/0/1/0/0/0	1/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/0	0/0/0/0/0/2	0/0/0/0/0/0

CAPÍTULO IV

GREMIOS Y ABUNDANCIA DE ARAÑAS EN CULTIVOS DE CAFÉ EN DOS MUNICIPIOS DE LA REGIÓN COSTA DE OAXACA.

4.1 Introducción

Las arañas presentan características ecológicas y biológicas muy especiales que las han situado como objeto de estudio en ecología de poblaciones. Son depredadoras generalistas que se encuentran en ambientes naturales y cultivados, presentando alta diversidad y abundancia. Son sensibles a cambios ambientales y de la estructura de la vegetación, y la presencia o ausencia de algunas especies ayuda a determinar el grado de conservación de su hábitat (Coddington y Levi, 1991; Patrick *et al.*, 1999; Tsai *et al.*, 2006; Rubio *et al.*, 2008; Foelix, 2011).

Actualmente se han clasificado 47, 305 especies de arañas, distribuidas en 4, 076 géneros y 116 familias (World spider catalog, 2018). Al ser un grupo muy diverso, las arañas presentan una gran variedad de estrategias para capturar a sus presas, por lo tanto, para entender estas variantes, se ha tratado de agruparlas en gremios ecológicos. El término gremio se refiere a un grupo de especies que utilizan el mismo recurso (presas en el caso de las arañas) en formas similares (Root, 1967; Simberloff, 1991; Uetz *et al.*, 1999). La definición de gremio más actual se refiere a grupos no filogenéticos de especies que comparten recursos importantes (Blondel, 2003, Cardoso *et al.*, 2012), parte de la teoría de competencia ecológica y se le puede atribuir a los gremios como la base de la organización comunitaria, ya que ayudan a entender la competencia interespecifica y las complejas

interacciones entre las especies (Hawkins y MacMahon, 1989; Uetz *et al.*, 1999; Foelix, 2011). Se han propuesto diferentes clasificaciones de gremios de arañas de acuerdo con diferentes aspectos de la biología de las arañas, por ejemplo, Young y Edwards (1990) y Uetz (1997) proponen dos y cinco gremios respectivamente basados en el criterio de método de captura de presa (constructoras de red y arañas errantes), de igual forma, Nyffeler (1982) y Uetz *et al.*, (1999) agruparon a las familias de arañas de acuerdo a estrategias de forrajeo y tipo de red principalmente, obteniendo tres y ocho gremios respectivamente; por otro lado, Post y Riechert (1977), Riechert y Lockley (1948) y Uetz *et al.* (1999) basan su clasificación el tipo de red construida, actividad durante el día y forrajeo, obteniendo once y ocho gremios respectivamente; Dias *et al.*, (2010) propusieron una clasificación incluyendo parte de la historia natural de cada individuo capturado, usando características como uso y tipo de telaraña, estrategia de forrajeo, micro hábitat y actividad durante el día (diurna o nocturna), obteniendo 11 gremios; por último, Cardoso *et al.*, (2011) utilizaron el mismo criterio de estrategias de forrajeo y tipo de red construida, sin embargo, agregaron a las subfamilias o géneros de arañas que tienen estrategias más específicas de captura de presas, separándolas en el gremio de “especialistas”.

La complejidad en la arquitectura y estructura de la vegetación tienen una influencia importante en la abundancia, riqueza y distribución de especies de arañas dentro de su hábitat, ya que están relacionados con la disponibilidad de presas, de sitios de soporte para las tejedoras de redes, refugios contra enemigos, sitios de forrajeo y condiciones de microclima (Scheidler, 1990; Wise, 1993; Halaj *et al.*, 1998; Pearce *et al.*, 2003; Avalos *et*

al., 2007), sin embargo, las preferencias de hábitat pueden ser muy específicas y ciertas especies presentan requisitos muy particulares (Wise, 1993; Corcuera *et al.*, 2008).

En México se han realizado diferentes estudios para conocer la estructura de comunidades de arañas tanto en ambientes naturales (Corcuera y Jiménez, 2008; Maya-Morales e Ibarra-Núñez, 2012; Bizuet-Flores *et al.*, 2015; Jiménez *et al.*, 2015) como en agroecosistemas (Moreno-Mendoza *et al.*, 2012; Martínez-Martínez *et al.*, 2016; Santiago-Pacheco *et al.*, 2017; Stenchly *et al.*, 2011; Suárez-Forero *et al.*, 2009). Uno de los principales agroecosistemas cultivados en México son los cultivos de café, los cuales debido a su ubicación geográfica (zonas montañosas del Neotrópico) tienen gran importancia social, económica y ecológica, ya que son sitios donde interactúan una gran cantidad de especies vegetales y animales, por lo tanto, juegan un papel muy importante en la conservación de las especies (Moguel y Toledo, 1999; Pineda *et al.*, 2005; Lin y Perfecto, 2012). Sin embargo, en estos agroecosistemas aún no se han realizado estudios para conocer la estructura de las comunidades de arañas, aunque en un trabajo (Ibarra-Núñez *et al.*, 2005) se analizó la distribución de especies solo a nivel de tejedoras y errantes. El objetivo de este estudio fue conocer la composición y estructura de las comunidades de arañas mediante su clasificación en gremios ecológicos en cultivos de café con diferente manejo de cultivo y una porción de bosque tropical subcaducifolio, así como su variación estacional. La hipótesis que nos planteamos es que en los agroecosistemas de café existirá mayor dominancia de uno a tres gremios, mientras que en el bosque tropical la estructura de la comunidad, en gremios será más equitativa.

4.2 Materiales y Métodos

4.2.1 Área de estudio

Este trabajo se llevó a cabo en las localidades de San Mateo Piñas y Santa María Huatulco, municipios colindantes pertenecientes a la región costa del estado de Oaxaca. Se eligieron dos agroecosistemas de café con dos diferentes sistemas de manejo (policultivo tradicional y monocultivo de sombra) (Moguel y Toledo, 1999) y dos sitios pertenecientes a bosque tropical subcaducifolio como área testigo de la vegetación nativa. El sitio de policultivo tradicional se localiza en las coordenadas 96°19'34.2" N, 15°59'16.8" O a una altitud de 829 m, el sitio de monocultivo de sombra se encuentra en las coordenadas 96°17'00.1" N, 15°55'26.4" O a una altitud de 1,050 m. Se eligió un sitio de bosque tropical caducifolio adyacente a cada uno de los agroecosistemas (ver mapa Capítulo II).

4.2.2 Colecta de arañas

Se realizaron 12 muestreos durante dos periodos de colecta. Seis muestreos de enero 2014 a enero 2015 y seis muestreos de julio 2016 a julio 2017. Los dos periodos de colecta abarcaron las estaciones de secas y lluvia. Cada muestreo tuvo duración de dos días por sitio de colecta. Se utilizaron tres diferentes métodos de colecta con la finalidad de capturar arañas que ocupan diferentes estrategias de forrajeo y diferentes estructuras y estratos de las plantas de café (Uetz *et al.*, 1999; Cardoso *et al.*, 2012). Mediante la colecta manual se eligieron 20 plantas de café no continuas con una separación de dos plantas y se buscaron arañas activamente en el estrato bajo (suelo y hojarasca en un radio de 0.5m) y alto (hojas y ramas a partir de 50 cm de altura). Se utilizó la técnica de agitación de follaje, la cual

consistió en colocar una tela blanca de 1.2 m² en el suelo y agitar vigorosamente una planta de café con la finalidad de que las arañas cayeran en la superficie de la tela y así poder ser colectadas. En cada sitio se eligieron 10 plantas de café no consecutivas con una separación de dos plantas. Se colocaron 10 trampas de caída con separación de dos plantas de café y se llenaron a $\frac{3}{4}$ de su capacidad con solución jabonosa. Estas trampas consistieron en botes de plástico con capacidad de 1000 ml, las cuales fueron enterradas a ras del suelo sin ninguna cubierta de protección. Cada trampa quedó activa por periodo de 48 h después de las cuales se vació su contenido en botes de plástico para su posterior separación en el laboratorio (Pinkus, 2011).

Los ejemplares de arañas recolectados fueron separados e identificados a nivel genérico mediante las claves de Ubick y colaboradores (2005) y a nivel de especie mediante literatura especializada disponible en el World Spider Catalog (2017). Los juveniles fueron identificados a nivel genérico o específico cuando fue posible compararlos con los adultos. Todos los ejemplares fueron separados y etiquetados individualmente, se preservaron en alcohol al 80% y depositados una parte en la Colección de Arácnidos de la Unidad Tapachula (ECOTAAR) de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y otra parte la Colección de Artrópodos Benéficos del CIIDIR Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional.

4.2.3 Análisis de datos

Se determinó la abundancia y riqueza de especies de arañas. Los criterios para asignar las familias de arañas a los diferentes gremios se basaron en la propuesta de Cardoso *et al.*, (2012). Para cada gremio se determinó el número de familias, así como su abundancia por sitio y época, además, estas abundancias fueron analizadas con pruebas de Chi cuadrada (X^2) con cuadros de contingencia para determinar significancias (Taucher, 1999). Se realizó un análisis de edades y sexos y se determinó estadísticamente con pruebas de Chi cuadrada (X^2) si las diferencias son significativas. Se analizó la estructura de los ensambles de arañas mediante categorización gráfica representando la media del porcentaje de frecuencia en el eje de las abscisas y una abundancia mayor al 2% del total en el eje de las ordenadas expresada en escala logarítmica, obteniendo cuatro categorías: especies dominantes, estacionales, constantes y raras, (Maya-Morales *et al.*, 2012). Para analizar las diferencias y similitudes de los ensambles de arañas entre los tipos de vegetación estudiados, se aplicó escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS), la cual se hizo a partir de la matriz de similitudes calculada con el índice de Bray-Curtis. (Morhead *et al.*, 2010; Marín *et al.*, 2016). Todos los análisis se realizaron en el software R (R Core Team, 2017) usando los paquetes ggplot2, iNEXT, dplyr y vegan.

4.3 Resultados

Se recolectaron 2204 ejemplares (incluyendo adultos y juveniles), distribuidos en 34 familias, 95 géneros y 141 especies (Apéndice 1 del capítulo 2). El sitio de monocultivo fue

el que registró la mayor abundancia (796 individuos), seguido del bosque tropical (725 individuos) y el policultivo (683 ejemplares).

La clasificación de arañas en sus gremios correspondientes se realizó en base a lo propuesto por Cardoso *et al.*, (2012), en el cual separa a las arañas en dos grandes grupos de acuerdo a la principal característica que consiste en el uso de telaraña para capturar su comida (tejedoras de red) y aquellas que buscan activamente sus presas (cazadoras errantes). En este sentido, para el conjunto de datos se obtuvo que los tres sitios de estudio, las arañas tejedoras fueron más abundantes en relación a las arañas cazadoras errantes (Figura 1). Entre el grupo de las tejedoras se encontraron cuatro tipos diferentes de gremios: tejedoras de red sensitiva, tejedoras de red laminar, tejedoras de red espacial y tejedoras de red orbicular. Entre las arañas cazadoras errantes se encontraron cuatro diferentes gremios: especialistas, cazadoras de suelo, otras cazadoras y emboscadoras (Figura 2).

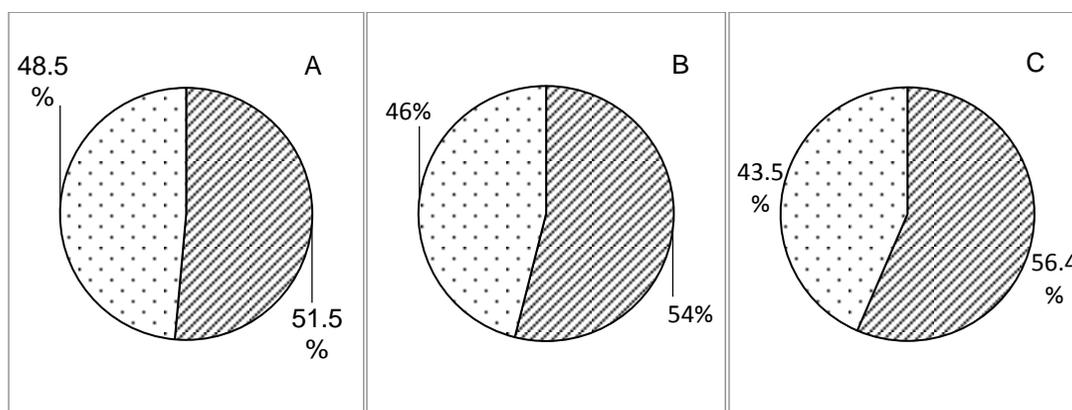


Figura 1. Abundancia de arañas agrupadas en de acuerdo al uso de su telaraña como estrategia principal para la captura de sus presas en A) monocultivo de café, B) Policultivo de café y C) bosque tropical de Oaxaca. Puntos: arañas errantes, Lineas: arañas tejedoras

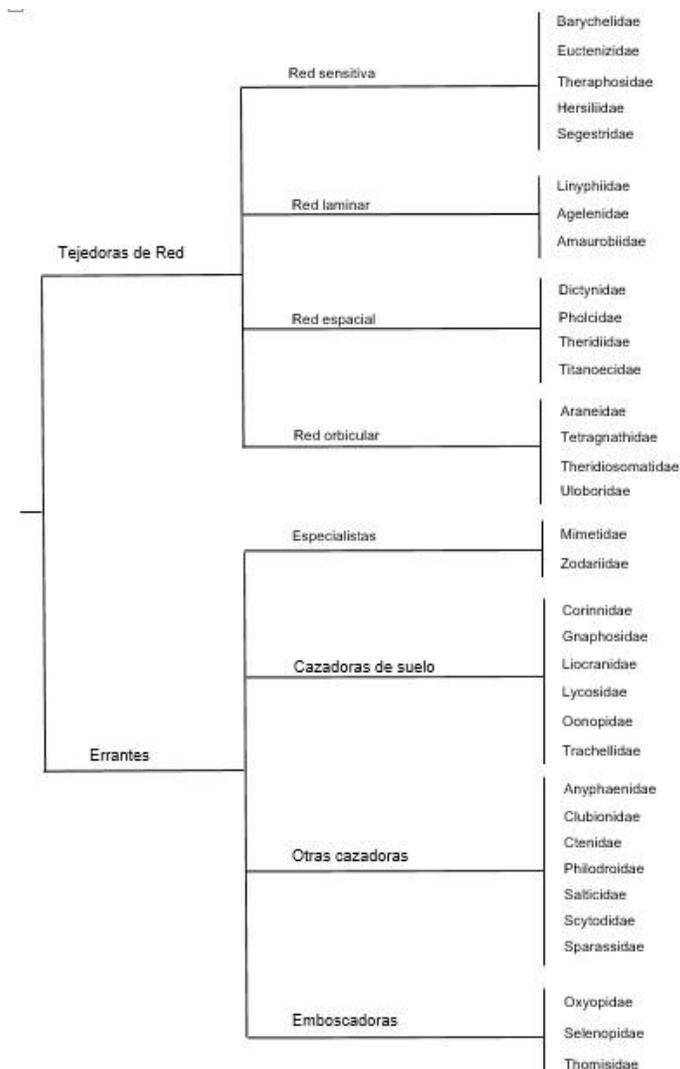


Figura 2. Correspondencia de las familias encontradas en cultivos de café y bosque tropical con los gremios establecidos por Cardoso *et al.*, (2012).

De manera general, para el conjunto de datos se obtuvo que el gremio de otras cazadoras fue el más abundante en los tres sitios (35%), en comparación con el gremio de las arañas tejedoras de red espacial (25%) ($X^2 = 71.301$; $gl = 11$; $P < 0.0001$) y en relación a las arañas tejedoras de red orbicular (20%) ($X^2 = 176.55$; $gl = 11$; $P < 0.0001$) (Figura 3). Al analizar las abundancias de arañas en las temporadas (lluvias y secas), se observa el mismo patrón, ya que en la temporada de secas, las arañas pertenecientes al gremio de otras cazadoras

fueron las más abundantes en los tres sitios en relación con las arañas tejedoras de red espacial ($X^2 = 11.635$; $gl = 05$; $P = 0.0401$) y con las arañas tejedoras de red orbicular ($X^2 = 30.023$; $gl = 05$; $P < 0.0001$). En la temporada de secas, de igual forma, el gremio de arañas con mayor abundancia de individuos fue el de otras cazadoras, seguidas por el gremio de las arañas tejedoras de red orbicular ($X^2 = 38.851$; $gl = 05$; $P < 0.0001$) (Figura 4).



Figura 3. Abundancia de gremios de arañas en cultivos de café y bosque tropical para el conjunto de datos

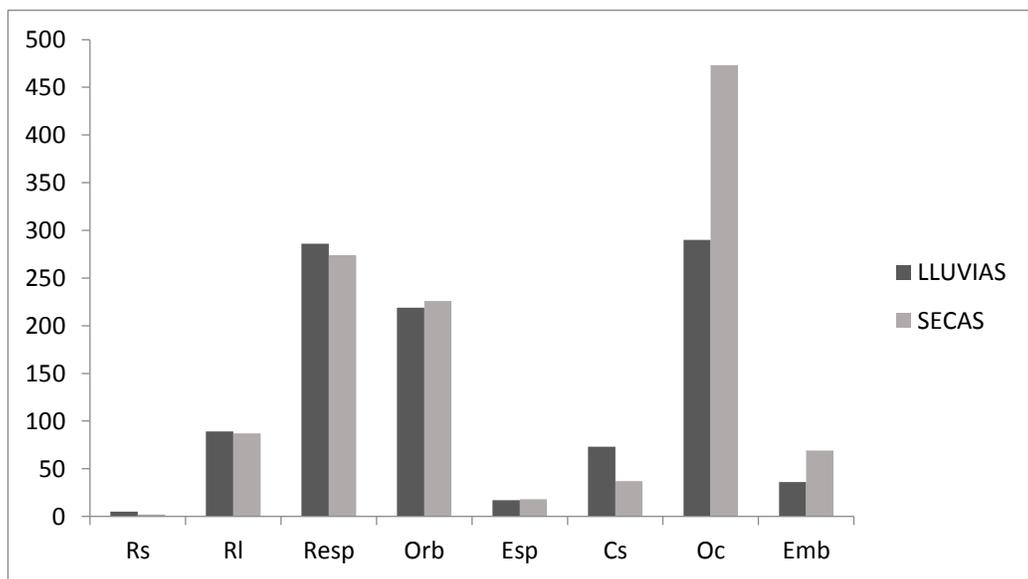


Figura 4. Abundancia de los gremios de arañas observados en cultivos de café y bosque tropical a través de las temporadas. Rs: tejedora de red sensitiva, RI: tejedora de red laminar, Resp: tejedora de red espacial, Orb: tejedora de red orbicular, Esp: especialista, Cs: corredora de suelo, Oc: otras cazadoras, Emb: emboscadoras

Al analizar el ensamble de los gremios de arañas por sitio y en todos los periodos de colecta, se observa que en el sitio de monocultivo de café las arañas pertenecientes al gremio de otras cazadoras fueron más dominantes con relación al policultivo de café ($X^2 = 39.319$; $gl = 11$; $P < 0.0001$) y con el bosque tropical ($X^2 = 62.395$; $gl = 11$; $P < 0.0001$). En cuanto al gremio de arañas tejedoras de red espacial, la abundancia de individuos colectados fue mayor en el sitio de policultivo con relación al monocultivo ($X^2 = 24.631$; $gl = 11$; $P = 0.01$) y con el bosque ($X^2 = 21,071$; $gl = 11$; $P = 0.02$). La abundancia de arañas pertenecientes al gremio de arañas tejedoras de red orbicular fue mayor en el bosque con relación al monocultivo ($X^2 = 40.531$; $gl = 11$; $P < 0.0001$) y con el policultivo ($X^2 = 23.519$; $gl = 11$; $P = 0.01$) (Figura 5).

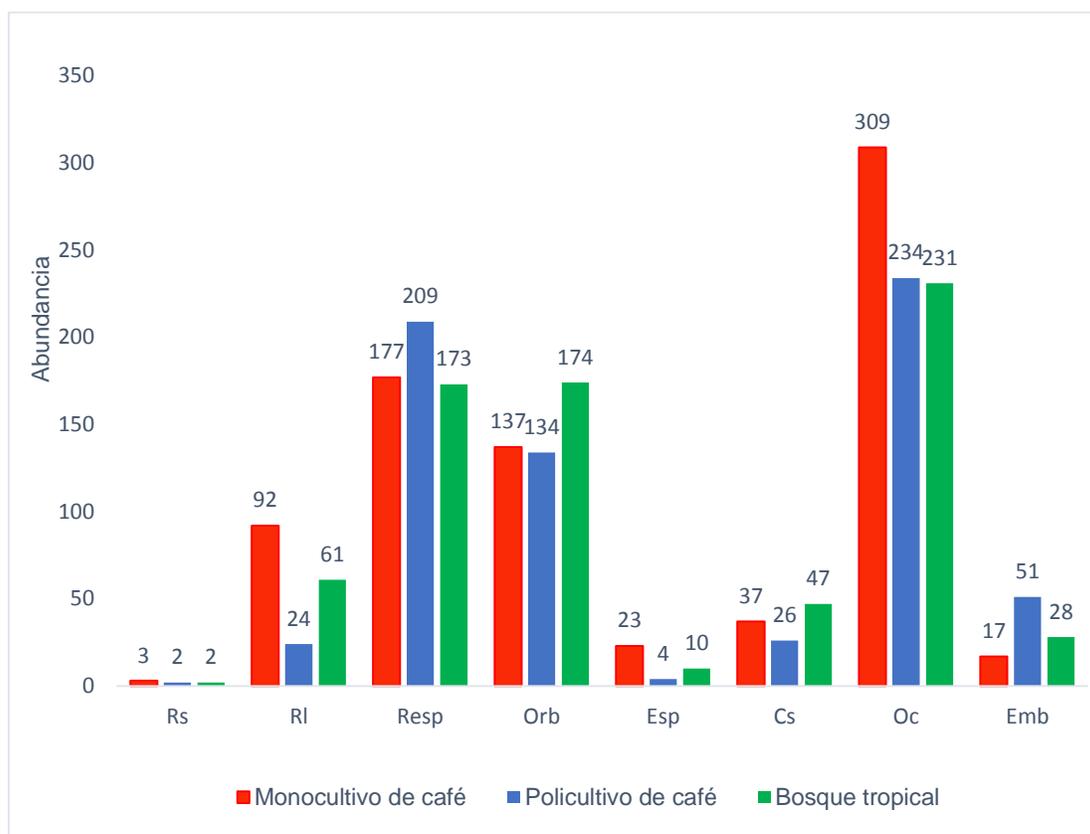


Figura 5. Abundancia de individuos agrupados en gremios observados en los doce periodos de colecta en cultivos de café y bosque tropical. Rs: tejedora de red sensitiva, RI: tejedora de red laminar, Resp: tejedora de red espacial, Orb: tejedora de red orbicular, Esp: especialista, Cs: corredora de suelo, Oc: otras cazadoras, Emb: emboscadoras.

En cuanto a la estructura de las comunidades de arañas por edades y sexo, se encontró que para el conjunto de datos, la abundancia de adultos (machos y hembra) fue significativamente mayor en el monocultivo (323 individuos) en relación con el policultivo (248 individuos) ($X^2 = 4.34$; $gl = 1$; $P < 0.05$) pero no con el bosque tropical (266 individuos) ($X^2 = 0.68$; $gl = 1$; $P = 0.40$), mientras que la abundancia de adultos en el bosque tropical no presentó diferencias significativas en relación con el policultivo ($X^2 = 1.48$; $gl = 1$; $P = 0.22$). En la temporada de lluvias ocurrió la misma situación, ya que la abundancia de individuos adultos fue significativamente mayor en el sitio de monocultivo con relación al policultivo ($X^2 = 4.76$; $gl = 1$; $P < 0.05$). En la temporada de lluvias, las abundancias de arañas no fueron significativamente diferente entre los sitios. (Figura 5).

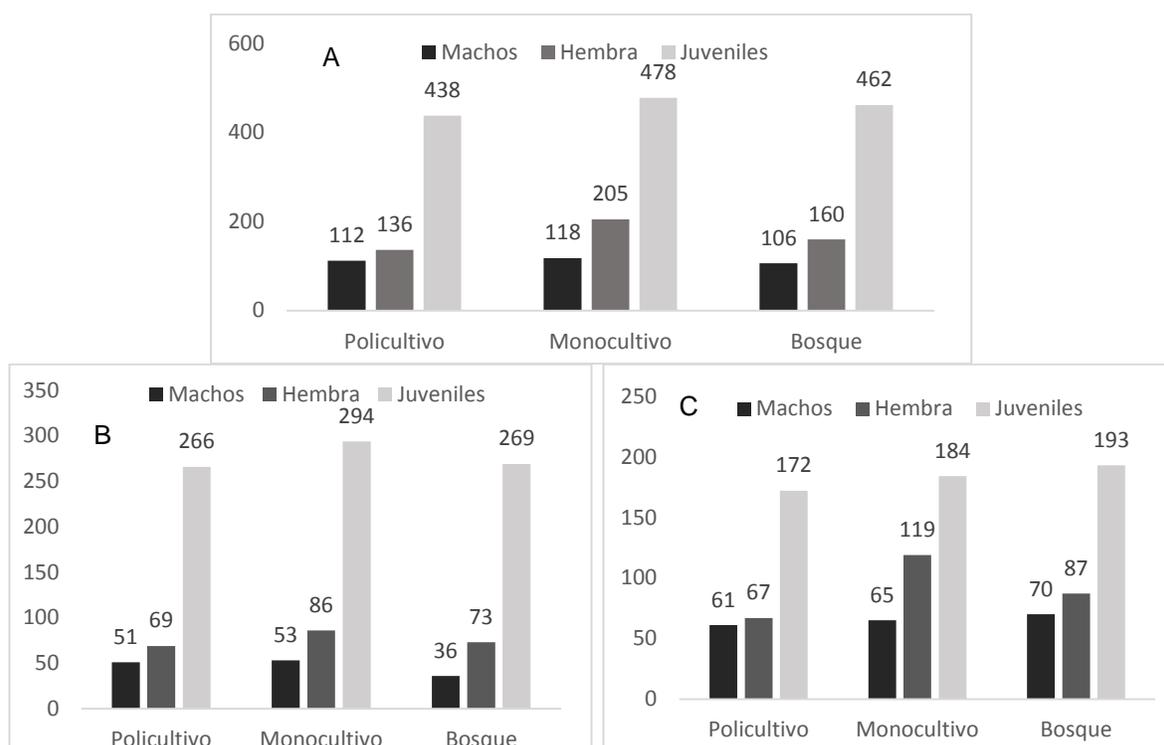
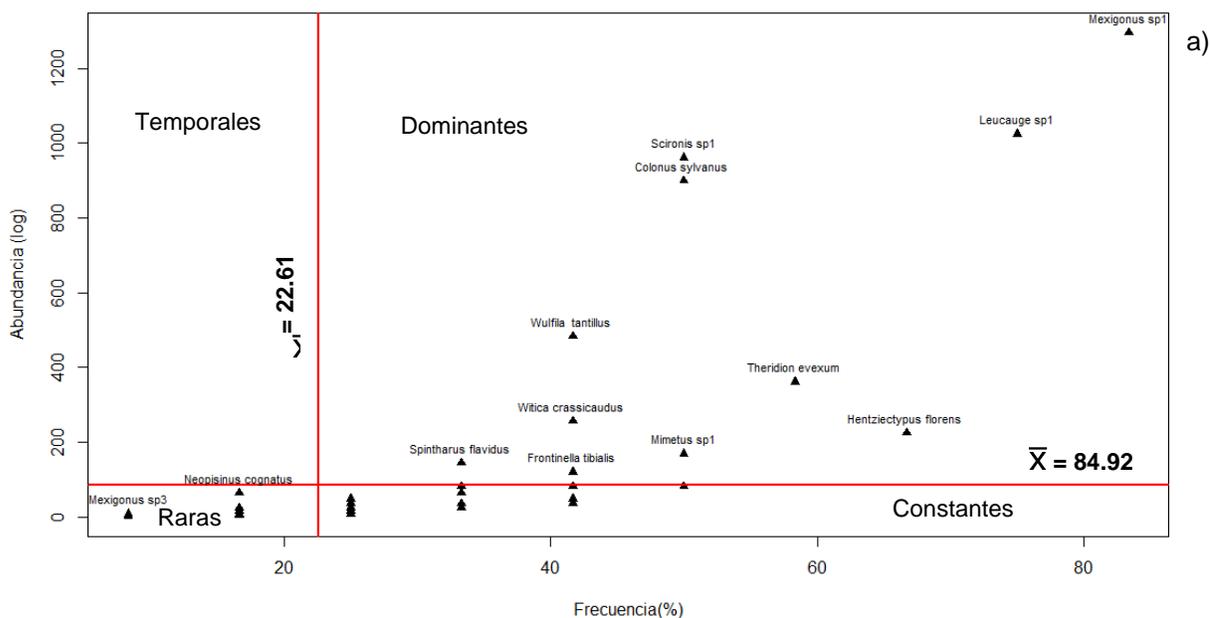


Figura 5. Estructura de las comunidades de arañas por sexo y edad observadas en cultivos de café y bosque tropical para: A) conjunto de datos, B) Secas, C) lluvias

De acuerdo con la categorización ecológica de las especies con base en sus frecuencias y abundancias, se observó que para el sitio de monocultivo existen 11 especies dominantes (13% del total), 53 especies raras (63%) y 20 especies constantes (24%) (Figura 6a). Para el sitio de policultivo se registraron 15 especies dominantes (17% del total), 54 especies raras

(62%) y 18 especies constantes (21%) (Figura 6b). Para el bosque tropical se registraron 14 especies dominantes (15% del total), 60 especies raras (66%), 1 especie temporal (1%) y 16 especies constantes (18%) (Figura 6c). Para el conjunto de comunidades, el policultivo registró mayor número de especies dominantes (15 especies), el bosque tropical mayor número de especies raras (60) y el único sitio que reportó una especie temporal, mientras que el monocultivo mayor número de especies constantes (20). Las gráficas muestran la dominancia de dos especies diferentes entre los sitios de café, *Mexigonus* sp1 y *Leucauge* sp1 en el monocultivo, *Tmarus* sp1 y *Neopisinus cognatus* (O. Pickard-Cambridge, 1893), mientras que en el bosque, *Wulfilia tantillus* Chickering, 1940 y *Mexigonus* sp1 fueron las especies más dominantes, compartiendo una especie con el monocultivo (*Mexigonus* sp1).



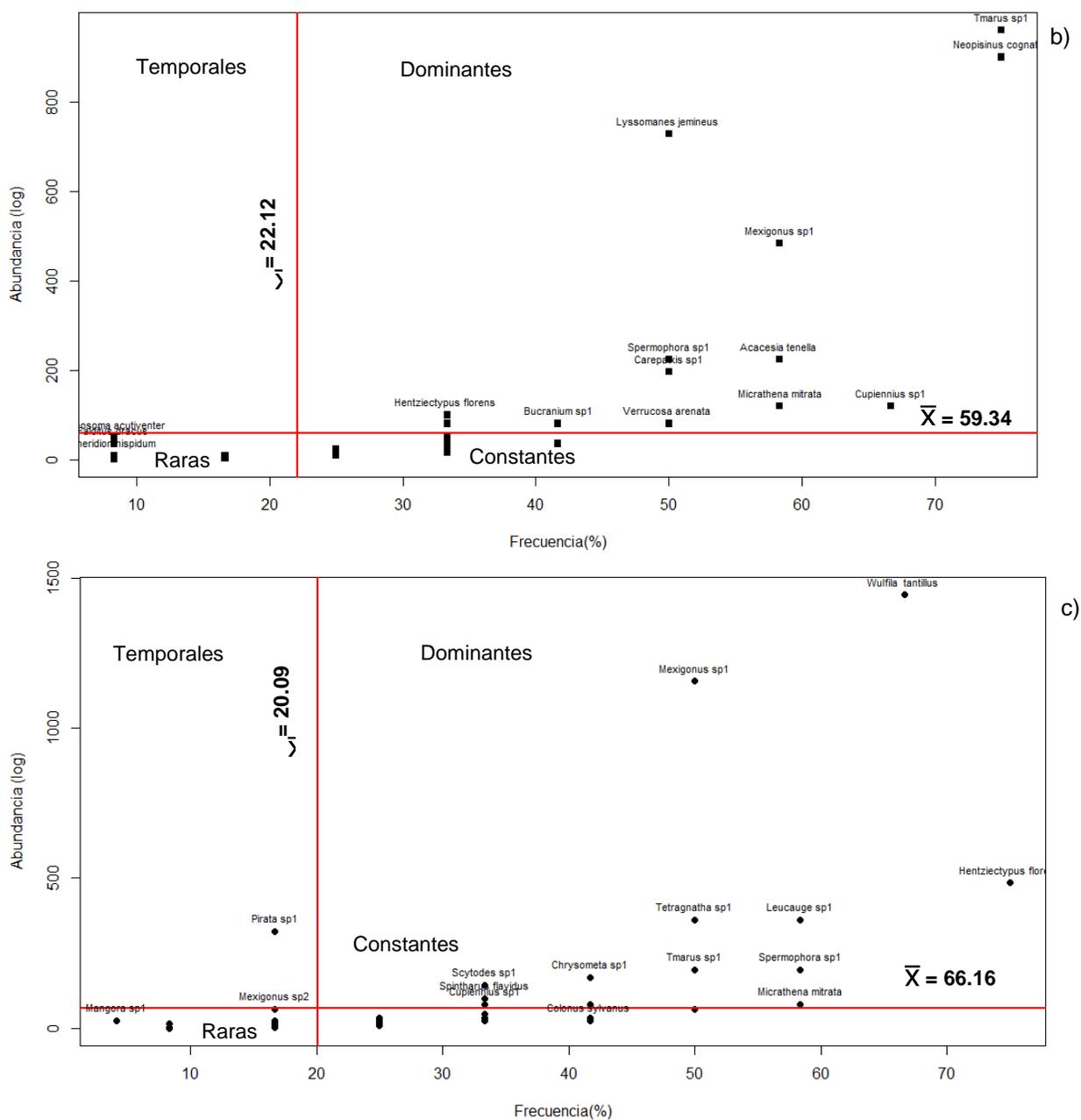


Figura 6. Categorización ecológica de las arañas en a) monocultivo de café, b) policultivo de café, c) bosque tropical en la costa de Oaxaca

En la temporada de secas el índice de disimilitud Bray Curtis mostró que en cuanto a la composición de especies, el sitio de monocultivo y policultivo son los más parecidos, mientras que el monocultivo y bosque tropical fueron los sitios con menor similitud de

especies. En la temporada de lluvias ocurrió lo contrario a lo reportado en la época de secas, ya que el bosque tropical y el monocultivo fueron los sitios más semejantes en cuanto a su composición de especies, mientras que el bosque y policultivo fueron los sitios más diferentes (Tabla 1). El índice de Bray-Curtis abarca un rango de 0 a 1, donde valores cercanos a 0 muestran menor número de especies compartidas entre los sitios y valores cercanos a 1 muestran mayor número de especies en común, por lo tanto, en el escalamiento multidimensional no métrico no se aprecian claramente la cercanía o lejanía entre las parcelas, ya que las distancias obtenidas con este índice se mantuvieron en el centro del rango mencionado (Figura 7).

Tabla 1. Valores obtenidos con el índice de disimilitud de Bray-Curtis entre los sitios y temporadas.

SITIOS	SECAS			LLUVIAS		
	Monocultivo de café	Policultivo de café	de Bosque tropical	Monocultivo de café	Policultivo de café	de Bosque tropical
Monocultivo de café	0	0.615044	0.4825462	0	0.582524	0.6169265
Policultivo de café	-	0	0.5354839	-	0	0.5267176

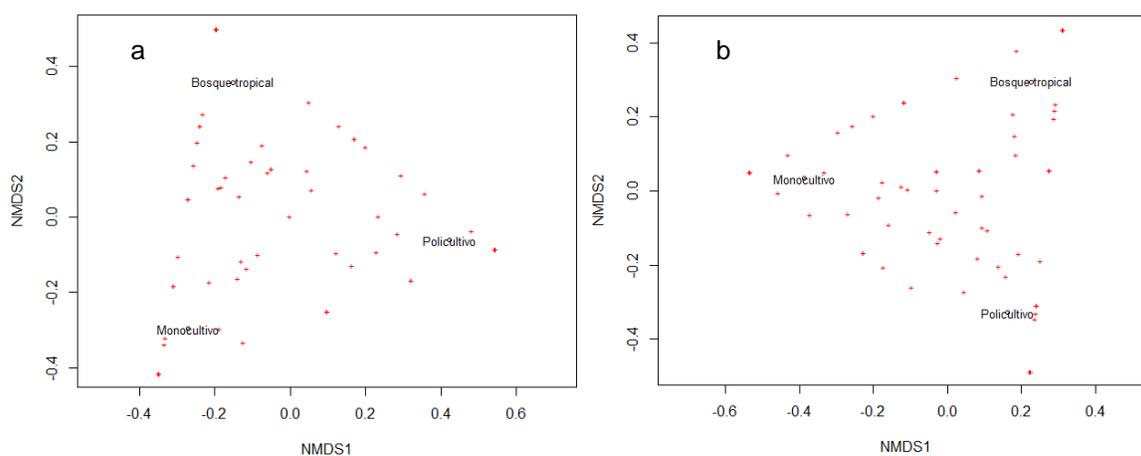


Figura 7. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para las comunidades de arañas encontradas en cultivos de café y bosque tropical en la temporada de secas (a) y lluvias (b)

4.4 Discusión

La clasificación de las arañas en gremios ecológicos utilizando la determinación a nivel de familia es una herramienta adecuada para tratar de describir parte de la estructura de sus comunidades, además, ayuda a entender la competencia por recursos y los requerimientos de sus nichos ecológicos (Gotelli y Graves, 1996; Pianka, 1994). En este estudio las comunidades de arañas se definieron de acuerdo a la clasificación establecidas por Cardoso *et al.*, (2012), ya que consideran aspectos básicos y fundamentales de las formas en que las arañas aprovechan los recursos, así como también expresan de manera fácil y entendible las estrategias para la captura de sus presas, proponiendo el uso de telaraña como principal diferencia de forrajeo.

En bosques tropicales se ha reportado mayor dominancia de arañas tejedoras orbiculares y tejedoras irregulares (Silva y Coddington, 1996; Rodrigues and Mendonça, 2012; Rico *et al.*, 2005, Cabra *et al.*, 2010; Escorcía *et al.*, 2012) ya que dominan el sotobosque debido a que los espacios entre arbustos es mayor y facilita la construcción de sus redes, así como la estrecha relación con la estructura de la vegetación (Flórez, 1999; Chen y Tso, 2004), aunque es importante mencionar hacia que estrato del bosque van dirigidos los estudios, ya que en suelo existe mayor dominancia de arañas errantes (Marín *et al.*, 2016), además, la dominancia de arañas tejedoras no es un patrón fijo, ya que también se ha reportado mayor dominancia de arañas errantes en un bosque húmedo perturbado (Maya-Morales e Ibarra-Núñez, 2012). Por otro lado, en diferentes cultivos la composición de las comunidades de

arañas en gremios ecológicos no presenta un patrón definido, ya que el ensamble de las comunidades depende mucho de las características del cultivo en estudio, si este se encuentra en asociación (policultivo) o como cultivo único (monocultivo), el microambiente y el grado o la intensidad de disturbio (aplicación de agroquímicos) (Uetz, 1991; Wise, 1993), por ejemplo, en cultivos de maíz de manera general se ha encontrado mayor dominancia de arañas tejedoras, emboscadoras y acechadoras (Uetz *et al.*, 1999; Memah *et al.*, 2014), también se ha encontrado mayor abundancia de arañas tejedoras cuando el cultivo se encuentra asociados a otras plantas, mientras que cuando se encuentra como cultivo único las arañas cazadoras son las que presentan mayor abundancia (Martínez-Martínez *et al.*, 2016; Santiago-Pacheco *et al.*, 2017); en arroz se ha encontrado mayor dominancia de corredoras, y tejedoras errantes (Uetz *et al.*, 1999), en trigo mayor dominancia de cazadoras errantes siendo las emboscadoras y corredoras de suelo las más dominantes (Armendano y Gonzalez, 2011), en alfalfa predominan las arañas cazadoras por emboscada, cazadoras al acecho y corredoras de suelo (Armendano y González, 2010), en algodón y soya se ha encontrado dominancia de cazadoras por emboscada, seguido por tejedoras orbiculares y cazadoras al acecho (Almada *et al.*, 2012; Liljeström *et al.*, 2012) así como tejedoras de red laminar (Gómez y Flórez, 2005).

Es este estudio, el gremio ecológico más abundante en los tres sitios de muestreo fue el de “otras cazadoras”, el cual incluye el mayor número de familias (7 familias) reportadas, seguido de las arañas tejedoras de red espacial y tejedoras de red orbicular (4 familias respectivamente), sin embargo, en sistemas agroforestales como el cultivo de café en

México no se han realizado estudios sobre la estructura de las comunidades de arañas mediante su clasificación en gremios, aunque estudios faunísticos han reportado mayor riqueza de arañas tejedoras (Pinkus *et al.*, 2006) y han resaltado la importancia de familias pertenecientes a este gremio como enemigos naturales (Ibarra-Nuñez y García-Ballinas, 1998; Henaut *et al.*, 2001). El cultivo de cacao es un sistema agroforestal cultivado en México cuyas características de cultivo son muy parecidas al café, en este cultivo se ha reportado a las arañas tejedoras como las más dominantes, dentro de las cuales se encuentran en primer lugar las tejedoras de líneas (algunas Theridiidae agrupadas en este estudio como tejedoras de red espacial) seguidas de las tejedoras de redes orbiculares (Stenchly *et al.*, 2011), mientras que un estudio de arañas arborícolas sugiere por la abundancia de las familias encontradas que las arañas tejedoras de red orbicular son las más dominantes (Lucio-Palacio e Ibarra-Nuñez, 2015).

El sitio de monocultivo de café fue el que reportó mayor abundancia de arañas pertenecientes al gremio de otras cazadoras, esto se puede deber a que existe mayor contacto entre una planta de café y otra, dado que la intensidad de manejo en este sitio es mayor, es decir, la densidad de siembra de plantas de café en el monocultivo es mayor (3,300 plantas/hectárea) en comparación al policultivo (3060 plantas/hectárea), propiciando que las arañas pertenecientes a este gremio puedan moverse ampliamente a través del cultivo en busca de su presa. En el policultivo, las arañas pertenecientes al gremio de tejedoras de red espacial fueron las que alcanzaron mayor abundancia en comparación a los otros sitios, mientras que en el bosque tropical las arañas tejedoras de red orbicular fue el

gremio que alcanzo mayor abundancia, esto sugiere que estos sitios corresponden a los menos perturbados, por lo tanto, existen mayores sitios de soporte para las telarañas (Maya-Morales e Ibarra-Nuñez, 2012). Estos resultados coinciden con lo reportado anteriormente por Tsai *et al.*, (2006), quienes reportan que las arañas tejedoras irregulares toleran un mayor grado de perturbación en relación a las tejedoras de red orbicular, encontrando mayor abundancia de estas últimas en un bosque primario y a las de red irregular a bosques secundarios. De igual forma, Maya-Morales e Ibarra-Nuñez (2012) encontró mayor abundancia de arañas tejedoras de red orbicular en bosques conservados, mientras que a las tejedoras de red irregular ocuparon el segundo lugar en los bosques más perturbados.

De acuerdo con la categorización ecológica, para el sitio de monocultivo, las especies más dominantes fueron *Mexigonus* sp1 y *Leucauge* sp1, esta última coincide con Pinkus *et al.*, (2006), quienes reportan dos especies de arañas pertenecientes al género *Leucauge* como las dominantes en un cafetal con manejo convencional. De igual forma, en este estudio se reportan 53 especies raras para el sistema de monocultivo, mientras que dichos autores encontraron 31 especies. En el sitio de policultivo se encontraron como especies dominantes a *Tmarus* sp1 y *Neopisinus cognatus*, sin embargo, en un estudio semejante en cafetales de Chiapas, estas especies no aparecen como las más dominantes, aunque dichos autores reportan 24 especies raras, mientras que en el presente estudio se reportan 54 especies en esta categoría (Pinkus *et al.*, 2006). En cuanto a las especies que aparecen como más dominantes en el bosque tropical se encontraron a *Wulfila tantillus*, *Mexigonus* sp1 y *Hentziectypus florens*, algo muy parecido a Maya-Morales *et al.*, (2012), ya que esta última

especie se encuentran dentro de las 20 especies reportadas como más dominantes en un bosque húmedo perturbado. Las gráficas obtenidas para la categorización de las especies muestran pequeñas diferencias en cuanto al número de especies dominantes (25 para el monocultivo, 27 policultivo y 28 bosque tropical) y raras (52 monocultivo y policultivo y 54 para bosque tropical), mostrando mayor diferencia entre las especies temporales (1 en monocultivo, 2 en policultivo y 7 en el bosque tropical) y constantes (6 en monocultivo, 5 en policultivo y 3 en bosque tropical). Estas diferencias propician diferentes ensamblajes en las comunidades de arañas relacionados directamente con la estructura de la vegetación, condiciones ambientales, habilidad de conseguir sus presas y posible tolerancia a insumos agroquímicos.

En conclusión, los datos obtenidos en el presente trabajo muestran que el ensamblaje de las comunidades de arañas en sitios de café con diferente manejo de cultivo contrastando con una porción de bosque tropical es muy parecido en cuanto los gremios más dominantes, sin embargo, en cada sitio las condiciones ambientales y de competencia crean hábitats idóneos para el establecimiento de diferentes especies. Además, aunque el número de especies dominantes y raras es parecido en los tres sitios, las especies que componen estas categorías son diferentes, además el número de especies temporales y constantes en los tres sitios es distinto, así como la identidad de cada una de las especies. El sitio de mayor intensidad de cultivo (monocultivo) presenta mayor perturbación de la vegetación, factor que ayuda la mayor abundancia de arañas pertenecientes al gremio de otras cazadoras sobre los demás sitios, por otro lado, la abundancia de arañas tejedoras orbiculares y tejedoras espaciales

están asociadas con los sitios de menor perturbación. La agrupación de las comunidades de arañas mediante gremios ecológicos ayuda a tratar de entender las relaciones entre la vegetación y las características ambientales en los ensambles de arañas, además, proporciona una herramienta importante para el estudio de las relaciones ecológicas entre las especies establecidas en los cultivos y vegetación natural.

4.5 Literatura citada

Almada, M. S., Sosa, M. A., y González, A. (2012). Araneofauna (Arachnida: Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénicos y convencionales en el norte de Santa Fe, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 60, 611-623.

Armendano, A., y González, A. (2010). Comunidad de arañas (Arachnida: Araneae) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 58, 757-767.

Armendano, A. and González, A. (2011). Spider fauna associated with wheat crops and adjacent habitats in Buenos Aires, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 1176-1182.

Avalos, G., Rubio, G., Bar, M. y González, A. (2007). Arañas (Arachnida: Araneae) asociadas a dos bosques degradados del Chaco húmedo en Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*. 55: 899-909.

Bizuet-Flores, M.Y., Jiménez-Jiménez, M.L., Zavala-Hurtado, A. and P. Corcuera. (2015). Diversity patterns of ground dwelling spiders (Arachnida: Araneae) in five prevailing plant communities of the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86:153-163.

- Blondel, J. (2003). Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos*, 100: 223-231.
- Cabra-García, J., Montealegre, L., y Arce, M.I. (2010). Evaluación rápida de la riqueza de arañas en un bosque húmedo tropical del departamento del Cauca (Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 11: 1-9.
- Cardoso, P., Pekár, S., Jocqué, R. and J.A. Coddington. (2012). Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PlosOne*, 6:10p.
- Chen, K. C. and I. M. Tso. (2004). Spider diversity on Orchid island, Taiwan: a comparison between habitats receiving different degrees of human disturbance. *Zoological Studies* 43: 598- 611.
- Coddington, J.A. and H.W. Levi. (1991). Systematics and evolution of the spiders (Araneae). *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 22:565-592.
- Corcuera, P., Jiménez, M.L. and P.L. Valverde. (2008). Does the microarchitecture of Mexican dry forest foilage influence spiders distribution? *Journal of Arachnology*, 36: 552-556.
- Corcuera, P., y Jiménez, M. L. (2009). Diversidad de arañas asociadas al follaje en una selva baja caducifolia de Jalisco. *Folia Entomologica Mexicana*, 47, 49-60.
- Dias, S.C, Carvalho, L.S, Bonaldo, A.B. and Brescovit A.D. (2010). Refining the establishment of guilds in Neotropical spiders (Arachnida: Araneae). *J Nat Hist* 44: 219–239.
- Escorcía, G.R.Y., Martínez, H.N.J. y T.J.P. Silva. (2012). Estudio de la diversidad de arañas de un bosque seco tropical (BS-T) en Sabanalarga, Atlántico, Colombia. *Boletín científico. Museo de Historia Natural*, 16: 247-260.

- Flórez, E., (1999).- Estructura y composición de una comunidad de arañas de un bosque muy seco tropical de Colombia. *Boletín de Entomología Venezolana*, 14: 37-51.
- Foelix, R. (2011). *Biology of spiders*. USA: Harvard University Press.
- Gómez, G. L. y E. D. Flórez. (2005). Estudio comparativo de las comunidades de Arañas (Araneae) en cultivares de algodón convencional y transgénico en el Departamento del Tolima, Colombia. *Acta Biol. Colombiana* 10: 79.
- Gotelli NJ, Graves GR. 1996. *Null models in ecology*. Washington (DC): Smithsonian Institution Press.
- Halaj, J., Darrell, W., Ross and A.R. Moldenke. (1998). Hábitat structure and prey availability as predictors of the abundance and community organization of spiders in western Oregon forest canopies. *Journal of arachnology*. 26: 203-220
- Hawkins, C.P. and J.A. MacMahon. (1989). Guilds: The multiple meanings of a concept. *Annu. Rev. Entomol.*, 34:423–451.
- Henaut, Y., Pablo, J., Ibarra-Nuñez, G. and Williams, T. (2001). Retention, capture and consumption of experimental prey by orb-web weaving spiders in coffee plantations of Southern Mexico. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98, 1-8.
- Ibarra-Nuñez, G. y García-Ballinas, J. A. (1998). Diversidad de tres familias de arañas tejedoras (Araneae: Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae) en cafetales del Soconusco, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 102, 11-20.
- Jiménez, M. L., Nieto-Castañeda, I. G., Correa-Ramírez, M. M., y Palacios-Cardiel, C. (2015). Las arañas de los oasis de la región meridional de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 319-331.

- Liljeström, G, Minervino, E., Castro, D. y A. González. (2002). La Comunidad de Arañas del Cultivo de Soja en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Neotrop. Entomol.* 31: 197-209.
- Lin, B. B. and Perfecto, I. (2012). Coffee agroforestry systems and the benefits of biodiversity for farmers. En J. A. Simonetti, A. A. Grez, & C. F. Estades (Edits.), *Biodiversity Conservation in Agroforestry Landscapes: Challenges and Opportunities* (págs. 15-40). Universidad de Chile Press.
- Lucio-Palacios, C. R., e Ibarra-Núñez, G. (2015). Arañas arborícolas de cacaotales con diferente tipo de manejo en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 143-152.
- Martínez-Martínez, L., Colón-García, E. M., García-García, M. Á., Jarquín-López, R., y Sánchez-García, J. A. (2016). Riqueza de especies y gremios de arañas (chelicerata: araneae) en mono y policultivos de maíz, en Reyes Mantecón, Oaxaca. *Entomología Mexicana*, 3, 64-69.
- Maya-Morales J. e Ibarra-Núñez G. (2012). Gremios de arañas de la vegetación del bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, Chiapas, México. *Entomol Mex*, 11:53–58.
- Memah, V. V., Tulung, M., Warouw, J. and Maramis, R. T. (2014). Diversity of Spider Species in Some Agricultural. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 70-75.
- Moguel, P. and Toledo, V. M. (1999). Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13, 11-21.

- Moreno-Mendoza, S.D., Ibarra-Nuñez, G., Chamé-Vázquez, E.R. y F.J. Valle-Mora. (2012). Gama de presas capturadas por cuatro especies de arañas tejedoras (Arachnida: Araneae) en un agroecosistema de cacao en Chiapas, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15: 457-469.
- Moorhead, L. C., Philpott, S. M. and Bichier, P. (2010). Epiphyte Biodiversity in the Coffee Agricultural Matrix: Canopy Stratification and Distance from Forest Fragments. *Conservation Biology*, 24, 737-746. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01430.
- Nentwig, W. (1986). Non-webbuilding spiders: Prey specialists or generalists? *Oecologia* (Berlin), 69:571-576 .
- Nyffeler, M. 1982. Field studies on the ecological role of spiders as insect predators in agroecosystems (abandoned grassland, meadows, and cereal fields). Ph.D. Thesis. Swiss Fed. Inst. Tech., Zurich, Switzerland.
- Pearce, J.L., L.A. Venier, G. Eccles, J. Pedlar and D. McKenney. (2003). Influence of habitat and microhabitat on epigeal spider (Araneae) assemblages in four stand types. *Biodivers. Conserv.* 13: 1305-1334.
- Pianka E. 1994. Evolutionary ecology. 5th ed. New York: HarperCollins. 485 p.
- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F. and Halffter, G. (2005). Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19: 400-410p.
- Pinkus Rendón, M. A., Ibarra-Nuñez, G., Parra-Tabla, V., García-Ballinas, J. A. and Hénaut, Y. (2006). Spider diversity in coffee plantations with different management in southeast Mexico. *The Journal of Arachnology*, 34, 104-112.

- Pinkus, R. M. A. 2011. Arañas. In Bautista, Z. F. Técnicas de muestreo para manejadores de Recursos Naturales. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 331-350.
- Post, W.M. and S.E. Riechert. (1977). Initial investigation into the structure of spider communities. *J. Anim. Ecol.*, 46:729–749.
- Rico-G, A., Beltran, A. J. P., Álvarez, D. A. y Flórez, D. E. (2005). Diversidad de arañas (Archnida: Araneae) en el Parque Nacional natural Isla Gorgona, Pacifico Colombiano. *Biota Neotrópica*. 5
- Riechert, S.E. and T. Lockley. 1984. Spiders as biological control agents. *Annu. Rev. Entomol.*, 29:299–320.
- Rodrigues, E.N.L. and Mendonça, M.S. Jr. (2012). Spider guilds in the tree-shrub strata of riparian forests in southern Brazil. *Journal of Arachnology*, 40:39–47
- Root RB. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecol Monogr*. 37:317–350.
- Rubio, G.D, Corronca, J.A. and Damborsky, M.P. (2008). Do spider diversity and assemblages change in different contiguous habitats? A case study in the protected habitats of the Humid Chaco Ecoregion, Northeast Argentina. *Environ Entomol* 37:419–430.
- Santiago-Pacheco, G., García-García, M.A. y Martínez-Martínez, L. (2017). Diversidad de arañas (Chelicerata: Araneae) en cultivos de maíz en San Andrés Huayapam, Oaxaca México. *Entomología Mexicana* 4:15-20p.
- Scheidler, M. (1990). Influence of habitat structure y vegetation architecture on spiders. *Zool. Anz.* 5: 333– 340.

- Silva D. and Coddington JA. 1996. The biodiversity of Pakitza and its environs. Washington (DC):
- Simberloff, D. (1991). The guild concept and the structure of ecological communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 22:115-143.
- Stenchly, K., Clough, Y., Buchori, D., and T. Tschardtke. (2011). Spiders web guilds in cacao agroforestry-comparing tree, plot and landscape-scale management. *Diversity and distributions*, 17:748-756.
- Suárez-Forero, D. A., Correa-Ramírez, M. M., y Álvarez-Zagoya, R. (2009). Gremios ecológicos de arañas (Arachnida: Araneae) asociados a cultivos y su vegetación de borde en el estado de Durango y Zacatecas, México. *Vidsupra*. 3:37-44p.
- Tsai, Z. I., P. S. Huang and I. M. Tso. (2006). Habitat management by aboriginals promotes high spider diversity on an Asian tropical island. *Ecography* 29: 84-94.
- Uetz, G.W., Halaj, J. and Cady, A.B. (1999). Guild structure of spiders in major crops. *Journal of Arachnology*, 27:270–280.
- Wise, D.H. 1993. Spiders in Ecological Webs. Cambridge Univ. Press.
- World Spider Catalog (2017). World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch> version 18.5, consultado en {julio 2017}
- Young, O.P. and G.B. Edwards. (1990). Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. *Journal of Arachnology*, 18:1–27.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES GENERALES

Con este estudio se contribuye cuantiosamente al conocimiento de la aracnofauna de México y en específico del estado de Oaxaca, así como en dos agroecosistemas de café con diferente manejo de cultivo y en una porción de bosque tropical subcaducifolio, ya que se presenta el listado de especies encontradas por sitios y se mencionan los nuevos registros de especies y géneros a nivel nacional, estatal y regional. Por otro lado, se encontró un considerable porcentaje de especies no descritas y aquellas que se agruparon en morfoespecies, pudiéndose considerar también como nuevas especies. Esto indica alta riqueza de arañas en la zona de estudio y sugiere una considerable proporción de endemismos. Además, la riqueza de arañas encontradas fue mayor a lo reportado anteriormente en estudios de arañas en agroecosistemas de café.

De manera general, para el conjunto de datos la riqueza de especies y la diversidad de arañas fueron mayor en el bosque tropical. En cuanto a los dos tipos manejos de café, el policultivo presento mayor riqueza y diversidad de especies en comparación al monocultivo, por lo tanto se aprecia que la intensidad del cultivo y las prácticas que se llevan a cabo en los sitios de muestreo afectan estos componentes de la diversidad, así como el ensamble de las comunidades de arañas.

Para el conjunto de datos, las familias con mayor abundancia y riqueza de especies fueron Theridiidae, Araneidae y Salticidae. Para el conjunto de datos las especies más abundantes

fueron *Mexigonus* sp.1, *Colonus sylvanus* (Salticidae), *Wulfila tantillus* (Anyphaenidae), *Leucauge* sp1. (Tetragnathidae), *Tmarus* sp1. (Thomisidae), *Neopisinus cognatus*, *Hentziectypus florens*, *Theridion evexum* (Theridiidae), *Scironis* sp.1 (Linyphiidae) y *Spermophora* sp1.

El nivel de integridad del inventario de arañas alcanzado por el número de muestreos en este estudio se puede considerar como casi exhaustivo o comprensivo (70 - 80 %) para los sitios de cultivo de café (policultivo y monocultivo) y como razonable para el bosque tropical (65%). Esto sugiere que hace falta realizar más investigaciones en esta zona de estudio, ya que se esperan encontrar más especies y muchas de ellas podrían ser especies no registradas aún por la ciencia.

Las arañas presentes en agroecosistemas de café con diferente manejo de cultivo y en una porción de bosque tropical subcaducifolio responden mejor a variables de manejo de cultivo y fisiográficas y en menor medida a variables de microclima, por ejemplo, en la temporada de lluvias, la diversidad de arañas fue mayor en las parcelas con mayor número de especies de árboles y por lo tanto, en las parcelas que presentaban un dosel más cerrado o con mayor cobertura de sombra; por el contrario, la diversidad de arañas disminuye en sitios con mayor altitud. En la temporada de secas, la diversidad de arañas fue mayor en sitios con mayor humedad, mientras que la diversidad de arañas disminuye en sitios con mayor abundancia de árboles y mayor pendiente. Estos resultados sugieren seguir impulsando cultivos de café bajo sombra y elevada riqueza de árboles, ya que estos

proporcionan una gran variedad de características adecuadas para el establecimiento de las especies.

La temporalidad juega un papel muy importante en las comunidades de arañas, ya que los resultados obtenidos muestran que en la temporada de lluvias estadísticamente las variables independientes (riqueza de árboles y altitud), presentaron significancia como promotoras de la diversidad de arañas.

El gremio ecológico más abundante en los tres sitios de muestreo fue el de “otras cazadoras”, el cual incluye el mayor número de familias (7) reportadas, seguido de las arañas tejedoras de red espacial y tejedoras de red orbicular (4 familias respectivamente). El ensamble de las comunidades de arañas en sitios de café con diferente manejo de cultivo contrastando con una porción de bosque tropical es muy parecido en cuanto los gremios más dominantes, sin embargo, en cada sitio las condiciones ambientales y de competencia crean hábitats idóneos para el establecimiento de diferentes especies. El sitio de mayor intensidad de cultivo (monocultivo) presenta mayor perturbación de la vegetación, factor que ayuda la mayor abundancia de arañas pertenecientes al gremio de otras cazadoras sobre los demás sitios, por otro lado, la abundancia de arañas tejedoras orbiculares y tejedoras espaciales están asociadas con los sitios de menor perturbación.