



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Recinto Universitario “Rubén Darío”
Facultad de Ciencias e Ingenierías
Departamento de Biología
Carrera: Biología

Monografía para optar al Título de Licenciatura en Biología.

Ensamble de arañas tejedoras y su relación con su microhábitat en dos fincas cafetaleras en la zona norcentral de Nicaragua, municipio de Wiwilí-Jinotega durante el año 2022.

Autor: Br. María Fernanda Jiménez Ríos

Tutor: Dr. Josué Hernández

Asesor Técnico: Lic. Milton Francisco Úbeda Olivas

Managua, Nicaragua,
Junio, 2023.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	4
4.1. Objetivo general.....	4
4.2. Objetivos específicos.....	4
5. MARCO REFERENCIAL.....	5
5.1. ANTECEDENTES.....	5
5.2. MARCO TEORICO.....	7
5.2.1. Biología de las arañas tejedora.....	7
5.2.2. Eco-fisiología de las arañas tejedoras.....	9
5.2.3. Conceptos ecológicos relacionados.....	10
5.2.4. Ciclo de vida y fenología del café.....	15
5.2.5. Variedad café en Nicaragua.....	17
6. HIPÓTESIS.....	18
7. DISEÑO METODOLÓGICO.....	19
7.1. Tipo de investigación:.....	19
7.2. Área de estudio.....	19
7.2.1. Ubicación.....	19
7.3. Universo y muestra.....	21
7.4. Definición y operacionalización de variables (MOVI).....	22
7.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24

7.6.	Procedimientos para la recolección de datos e información	25
7.7.	Plan de tabulación y análisis	27
8.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	31
8.1.	DISCUSIÓN.....	39
9.	CONCLUSIONES.....	41
10.	RECOMENDACIONES.....	42
11.	Bibliografía	43
12.	ANEXOS	46
12.1.	Anexo 1: Hoja de campo de recolección de datos	46
12.2.	Anexo 2 Mapa de macrolocalizacion.....	48
12.3.	Anexo 3: Fotografías.....	49

INDICE DE ACRONIMOS

- BASF: Badische Anilin- y Sodafabrik
- BCN: Banco Central de Nicaragua
- CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
- CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
- INATEC: Instituto Nacional Tecnológico
- INIDE: Instituto Nacional de Información de Desarrollo

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los transectos geográficos	21
Tabla 2. Materiales y uso en la investigación	24
Tabla 3. Descripción de las abundancias en función a las localidades muestreadas.	32
Tabla 4. Composición de las especies identificadas y su localidad	32

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Morfología externa de una araña. Tomado de Ubick et al., 2005.	8
Fig. 2. Tipos comunes de telarañas.....	10
Fig 3. Mapa de microlocalización, Fuente propia, realizada por María Fernanda Jiménez Ríos.	20
Fig 4. Comparación del número de individuos por especies.....	31
Fig 5. Curva de rarefacción estimada para el ensamblaje de arañas tejedoras de dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí.	33
Fig 6. Gráfico de clúster generado a partir del análisis de datos de riqueza entre localidades.....	34
Fig 7. Resultado graficado del índice de Shannon W y Simpson para ambas fincas. A) - Índice de Shannon W y B) - Índice de dominancia de Simpson.	35
Fig 8. Análisis de Componentes Principales, relación de variables de microhábitat (PCA).....	37
Fig 9. Análisis de Componentes Principales (PCA) relación especies y variables de microhábitat	38

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre arañas y su relación ecológica con los diversos cultivos ha sido objeto de estudio en muchos países, sin embargo, en nuestro país poco se conoce sobre este taxon. Las investigaciones sobre dicho tema se remontan a 1965 donde se hace referencia a las arañas en cultivos en Perú. El complejo de poblaciones y comunidades forman ensamblajes únicos en función a su estructura y composición de acuerdo a las características de hábitat. Describir y comprender las cualidades de los ensamblajes podría ayudar a entender y correlacionar estas bondades ecológicas con particularidades importantes de la calidad y sanidad del producto del cultivo donde estas especies habitan.

Las arañas desempeñan funciones ecológicas que benefician las prácticas agrícolas humanas debido al comportamiento depredador y dieta especialmente carnívora de estas especies, la cual está constituida por una gran diversidad de insectos plagas. Actualmente la agricultura sigue siendo la vocación productiva del país, con una alta presencia del 30.2 % de la población de acuerdo a una información publicada por el CEPAL, 2017. Con los constantes cambios en los ecosistemas, es importante conocer todos los elementos que están relacionados al cultivo, para de esta manera crear soluciones a las diferentes dificultades que pasan los caficultores.

Este estudio pretende dar nociones de la composición de los ensamblajes de araña tejedoras que habitan en plantaciones de café, con el fin de tener un conocimiento más amplio sobre la relación de estas especies con el cultivo de café y de esta manera saber si la estructura de la comunidad está determinada por la interacción entre especies o es la consecuencia de la respuesta de cada especie individual al ambiente. Se trabajó con dos fincas cafetaleras durante dos momentos importantes del cultivo: la fructificación o cultivo de la drupa (estación lluviosa) y durante la fase de floración, correspondiente a la estación seca. Se demarcaron dos transectos lineales y se recolectaron los individuos encontrados dentro de los transectos, tomando variables de microhábitat, para así analizar y relacionar el ensamble de arañas tejedoras.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en consideración la función que las arañas ejercen como controladores de plagas, y la importancia que tiene el café en nuestro país. El problema de investigación que motiva la presente intervención es: la limitación del conocimiento sobre el ensamblaje de arañas tejedoras en el cultivo de café.

Dicho problema también se asocia con las siguientes interrogantes subordinadas:

- ¿Cuál es la estructura y composición del ensamblaje de arañas tejedoras diurnas en el cultivo de café de las fincas a muestrear?
- ¿Cuál de los dos cultivos muestra mayor riqueza y dominancia del ensamblaje?
- ¿Cómo se relacionan la riqueza y dominancia de arañas tejedoras con las variables de microhábitat del cultivo de café?

3. JUSTIFICACIÓN

El café es uno de los cultivos más importantes en Nicaragua, representa 17,8 % de las exportaciones (BCN 2011). Las áreas de vocación agrícola dedicado a la exportación de café oro superan 25%, lo cual favorece a brindar un tercio del empleo rural, aportando el 2% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y el 21% del PIB agrícola (CATIE, 2017). Los ensamblajes de arañas tejedoras que habitan las plantaciones de café desempeñan un papel crucial en el control de poblaciones de insectos perjudiciales que tienden a reducir los rendimientos y la calidad de en el cultivo, lo que a su vez produce pérdidas económicas. Al sustituir los tratamientos químicos por la utilización de agentes de control biológico que permiten la conservación e incremento de enemigos naturales, si bien se ha constatado que no en todos los casos las prácticas llevadas a cabo favorecen a la fauna útil (Poveda et al. 2008).

Estudiar el comportamiento de las comunidades ecológicas y los ensamblajes puede ayudar a entender el estado de las poblaciones, la diversidad y abundancia de estos importantes depredadores, puesto que son resistentes, a la vez son muy sensibles a los cambios estructurales de su ambiente tanto de los factores abióticos y bióticos que influyen de manera directa en composición y en la estructura su ecosistema (Nyffeler & Sunderland, 2003; Langellotto & Denno, 2004). Es por esto que en esta investigación se analizaron las relaciones del ensamblaje de arañas con aspectos de microhábitats y explicar la presencia y distribución de dichas especies y de qué manera el comportamiento de su comunidad varía según los cambios ontogénicos de la planta de café, estacionalidad, zona geográfica y condiciones micro climáticas en los cultivos de café en la zona norcentral del territorio nicaragüense.

Este estudio será de beneficio para los productores agrícolas, pues el conocimiento obtenido sobre la estructura de los ensamblajes ayudará a entender y concientizar sobre la magnitud y la importancia de la diversidad de estas especies en las plantaciones de café. A su vez será de aporte a la comunidad científica, pues servirá de base a estudios posteriores. La metodología de muestreo aplicada representa un precedente importante para el monitoreo y seguimiento de ensamblajes de arañas tejedoras en plantaciones de café.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Analizar las relaciones del ensamblaje de arañas tejedoras diurnas con variables de microhábitat mediante muestreos a distancia en dos fincas con cultivo de café en la zona norcentral de Nicaragua, municipio de Wiwilí-Jinotega durante el año 2022.

4.2. Objetivos específicos

- Describir la estructura y composición del ensamblaje de arañas tejedoras diurnas en dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí Jinotega.
- Estimar la riqueza y dominancia en los ensamblajes de arañas tejedoras diurnas en dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí Jinotega.
- Relacionar la riqueza y dominancia con variables de microhábitat en el ensamble de arañas tejedoras diurnas en dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí Jinotega.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. ANTECEDENTES

Los roles ecosistémicos que cumplen las arañas han sido motivo de investigación en el campo científico de las ciencias agrarias y ecológicas. En Latinoamérica se documentan diversas investigaciones relacionadas con el tema en cuestión. Pedro G Aguilar en (1965) hace la primera referencia a las diversas especies encontradas en los campos de cultivo en Perú. Sin embargo, la investigación sobre los roles ecosistémicos hace referencia a la determinación del nicho ecológico que muchas especies de arácnidos desempeñan al colonizar áreas agrícolas, tal como lo describe Sergio Pérez-Guerrero et al., (2009) en una investigación sobre la comunidad de arañas en cultivos de algodón ecológico en el sur de España.

En Argentina, Andrea Armendano & Alda González (2010) realizaron un experimento para determinar el efecto de las arañas (Arachnida: Araneae) como depredadoras de insectos plagas en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*), así mismo, Cruz Pérez, A., et al (2015) deciden estudiar la abundancia de *Leucauge argyra* y *Pholcus* sp. en diferentes microhábitats de un agroecosistema de cacao en el sureste de México, esta investigación permitiría entender la dinámica de las poblaciones de arañas en agrosistemas. No obstante, las investigaciones realizadas en este contexto se basan en caracterización de comunidades ecológicas y la relación de las dominancias con la capacidad depredadora de esas especies y cómo, esa condición se relaciona con los beneficios agrícolas.

A medida que pasa el tiempo los estudios se vuelven más específicos. Soliz (2014), realizó un estudio sobre la composición del ensamblaje de arañas tejedoras (Araneae) en dos tipos de bosques en el centro de estudio de investigación Alta Vista, Santa Cruz (Bolivia). Posterior, Schmutzler H et al., (2018) a través de una metodología rigurosa logro determinar la diversidad espacial y temporal de arañas en microhábitats en cultivos de naranja y la importancia de su presencia en dichos cultivos.

En la provincia de Guanacaste Costa Rica se realizó un estudio por Lalunann & Eheiard (1979), donde informa sobre los factores selectivos que afectan la tendencia gregaria de la araña colonial *Philoponella serniplumosa* (Araneae; Uloboridae), posteriormente Angel A. Chirri (1989) hace énfasis en “Arañas: biología hábitos alimenticios e importancia como depredadores” donde menciona las principales especies controladoras de plagas en los cultivos de Costa Rica.

En materia de ecología funcional las investigaciones sobre este orden en nuestro país son escasas; sin embargo, las más conocidas son algunas contribuciones a nivel taxonómico. David Richman en 1993, realizó un catálogo de arañas de la familia *Salticidae* y el dimorfismo sexual de los individuos encontrados en la isla de Ometepe titulado “Notas de arañas saltarinas (Araneae: salticidae) de Nicaragua, con algunos otros registros de América central”. Una de las obras más representativas es el libro de Insectos de Nicaragua, donde se hace mención de las principales familias sobre insectos y algunos arácnidos en el país (Leister, M. y Miller, K. B., 2015).

Otra investigación que contribuye al conocimiento de la diversidad de especies es la “Descripción de una nueva araña traqueal, *Trachelas mombachensis* sp., en el grupo de especies de *T. bispinosus* del volcán Mombacho en Nicaragua (Araneae: Trachelidae)” donde se hace registro de una nueva especie de tarántula encontrada en el Volcán Mombacho (Leister, M. y Miller, KB , 2015). Luis Merlo y Humberto Moncada (2016) realizan una investigación titulada “Diseños, manejo y biodiversidad de la macrofauna del suelo en dos agroecosistemas cafetaleros en Condega, Estelí” donde incluyen a las arañas y su aporte en agroecosistemas cafetaleros por su afinidad esta podría considerarse la investigación de mayor aporte referencial a este trabajo de tesis.

5.2. MARCO TEORICO

5.2.1. Biología de las arañas tejedora

Las arañas constituyen el grupo de arácnidos, donde también se encuentran escorpiones, ácaros y opiniones. Las arañas son consideradas los arácnidos dominantes en la mayoría de los hábitats. (Barnes, 1989). Según NMBE (World Spider Catalogo) este grupo supera a todos los demás en número y variedad de especies. Se considera que en el mundo hay alrededor de 112 familias, unos 3, 880 géneros y más de 43, 000 especies. El orden *Araneae* pertenece al grupo de artrópodos provistos de un par de apéndices llamados quelíceros, son importantes predadores de insectos, sin embargo, algunos poseen glándulas venenosas por lo que son consideradas de importancia sanitaria (BASF, 2011).

Su cuerpo está dividido en dos regiones netamente diferenciadas: el cefalotórax (prosoma) y el abdomen (opistosoma). En el sector frontal de la región cefálica se presentan los ojos, en general 4 pares, aunque puede ser 3, 2, un solo par, y hasta pueden faltar completamente. En los ojos cada par forma imágenes de distinto tamaño y campo de visión. Sus quelíceros son la principal arma ofensiva y defensiva donde desemboca el veneno proveniente de glándulas ubicadas en el cefalotórax. (Ver figura 1)

La mayoría de las especies son capaces de producir seda, su abdomen tiene glándulas especializadas para producir y manipular la seda, utilizándola para proteger sus huevos y construir trampas o redes para atrapar a sus presas. La seda es una sustancia proteica fibroína compuesta de aminoácidos, entre ellos: alanina, glicina y serina que constituyen el 50-60% de la fibroína total. La seda de la araña se puede estirar un 31%, comparado con el 16% para el nilón; la longitud a la que llegar 80 km. (Robinson, 2005)

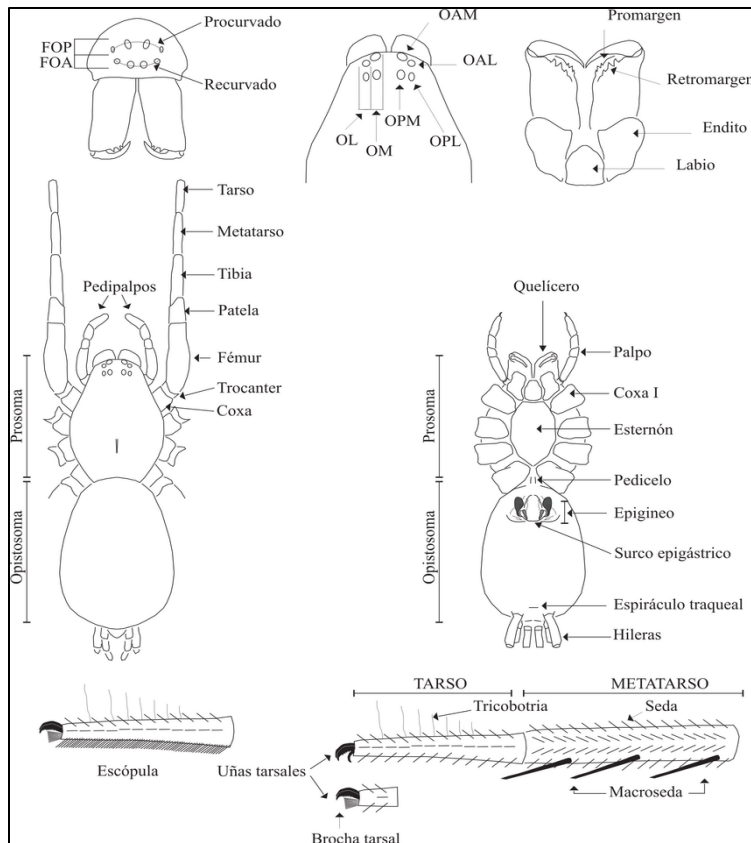


Fig. 1. Morfología externa de una araña. Tomado de Ubick et al., 2005.

Las arañas presentan los sexos separados y son ovíparas. El macho generalmente tiene abdomen de menor tamaño, patas más largas y, a veces un color diferente (Barnes, 1989). El número de huevos puestos es muy variable, las especies de cuerpo grande tienden a poner más huevos que las especies pequeñas. En la mayoría de las especies el ciclo de vida varía de 8 meses a 4 años. Las arañas en las regiones templadas suelen vivir 1 año, mientras que las regiones intertropicales viven habitualmente de 2 a 3 años. (Roberts, 1995)

Como depredadores atacan insectos pequeños, mientras que otros captan especies de gran tamaño insectos diurnos y nocturnos algunos se especializan en insectos que se arrastran, otros en los que vuelan. (Barnes, 1989). Las arañas son animales poco agresivos, pero también poco gregarios, Son estrictamente carnívoras y se alimentan exclusivamente de presas que cazan por sí mismas, despreciando animales muertos y hasta inmóviles, su digestión es externa, es decir, para ello abren la presa con sus quelíceros e inyectan enzimas digestivas que licúan los tejidos, los cuales absorben luego hasta dejar solo la cáscara quitinosa o los restos no digeribles de la presa. (Roberts, 1995)

5.2.2. Eco-fisiología de las arañas tejedoras

Dentro del orden *Araneae*, las arañas tejedoras son una de las agrupaciones ecológicas mejor conocidas; incluye a todas las especies de arañas que utilizan una telaraña como trampa para la captura de presas (FOELIX, 1996). Los estudios realizados en bosques neotropicales muestran que este grupo es particularmente abundante presentando entre el 74.4 % y el 81.9% del total de las especies de arañas (Silva, D & Coddington J, 1996).

La estructura del hábitat es determinante en su establecimiento, porque requieren de un espacio físico que permita ubicar la tela, con puntos de anclaje para su construcción y suficiente espacio abierto para su funcionalidad, además de otras necesidades como lugares que puedan servir de refugio. Es bastante notable que las proteínas de seda de la araña se conservan en gran medida durante la creación sucesiva. Antes de crear una nueva, la araña se come su vieja telaraña. La seda vieja aparentemente se recicla rápidamente. Existen diversos tipos de seda producidos por diferentes glándulas dentro del abdomen: seda cribellada lanuda, seda de marco de tela y líneas de arrastre, seda viscosa pegajosa, seda de saco de huevos. (FOELIX, 1996)

Muchas especies construyen túneles de seda o refugios que pueden estar en el suelo, debajo de la corteza y las piedras. Algunas especies también utilizan la seda para envolver a sus presas. La mayoría de las arañas, mientras deambulan, colocan las dragalinas de seda, ancladas a intervalos, que pueden servir para volver sobre un camino o como líneas de seguridad, o estar marcado con feromonas. Las trampas de las arañas tejedoras son quizás el uso más común para el que la seda, de las diversas especies han desarrollado diferentes métodos de captura de presas. Algunas especies de la familia *Linyphiidae* hacen telas de láminas muy pequeñas sobre depresiones en el suelo o en la corteza, y es posible que estos sirvan para mantener un microhábitat estable para la araña, con respecto a temperatura y humedad. (FOELIX, 1996). (Ver Figura 2)

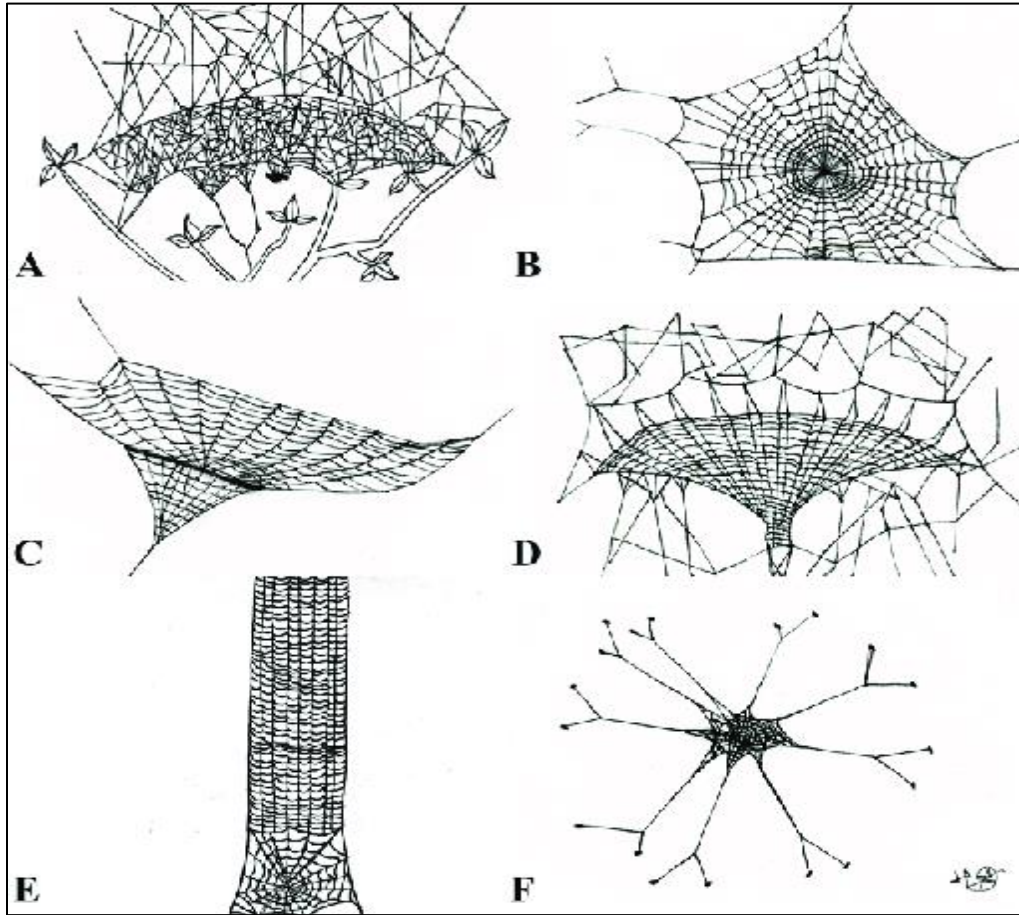


Fig. 2. Tipos comunes de telarañas. Tela irregular; B) Tela orbicular; C) Tela orbicular y en forma de embudo; D) Tela orbicular, en forma de embudo y con ejes irregulares; E) Tela orbicular alargada; F) Tela estrellada. Tomado de INFOZOA, 2015

5.2.3. Conceptos ecológicos relacionados

Es necesario tener conocimiento sobre determinados conceptos para una mayor comprensión de los fenómenos ecológicos que se dan sobre la población de arañas tejedoras en el cultivo de café y de esta forma poder generar soluciones más eficaces a los diferentes problemas que se presenten en estas poblaciones con el pasar del tiempo y con el constante cambio de su hábitat.

Ensamblaje y ensamble ecológico

Ensamblaje se refiere al estudio de una parte de la comunidad seleccionada desde un punto de vista taxonómico (Fauth et al. 1996). Cuando estudiamos solo las aves o los insectos dentro de una comunidad, estamos estudiando un ensamblaje. Ahora bien, al igual que el estudio de comunidades, el estudio de ensamblajes va más allá de una lista de especies (Fauth *et al.* 1996). El objetivo del estudio debe contestar preguntas sobre cómo diferentes componentes interactúan entre sí y con su ambiente. El término ensamblaje busca transmitir información sobre cómo están estructurados los miembros del conjunto. Un estudio sobre la composición taxonómica y funcional, y la estructura trófica. (Ramírez, 2016)

El término ensamble hace referencia a un grupo filogenéticamente relacionado que explota un recurso similar dentro de una comunidad (Fauth et al. 1996). A partir de esta definición se puede esperar que la interacción entre organismos resulte en determinadas interacciones ecológicas propias de las comunidades, como competencia, exclusión, facilitación, entre otras... Para caracterizar un ensamble es necesario clarificar los componentes que se van a estudiar: el grupo taxonómico, el recurso explotado y el área geográfica. (Ramírez, 2016)

Ecología de comunidades

Una definición clásica de comunidad es “grupo de organismos de distintas especies que conviven en un lugar y tiempo determinado muchos de ellos interactuando entre sí en un marco de relaciones horizontales y verticales”, (Southwood, 1987). Una de las metas principales de los ecólogos de comunidades es detectar las agrupaciones de especies, cómo se distribuyen en la Naturaleza e identificar los procesos que determinan la diversidad de las comunidades naturales y la distribución y dinámica de las especies que la constituyen (Gee, J.H.R. y P.S. Giller, 1987)

Estos autores definen la comunidad como un grupo de organismos (generalmente de distintos grupos taxonómicos) que coexisten en un sitio, donde muchos de ellos interactúan directamente. Las relaciones horizontales son fundamentalmente de competencia, y las verticales relaciones tróficas. Dentro de las interacciones va a ver algunas más fuertes, y otras débiles (Southwood, 1987).

Una de las características de la estructura de las comunidades es la composición de especies. Qué especies estén presentes en una comunidad va a depender en principio de las características del sitio donde se desarrolla: van a estar aquellas especies cuyos requerimientos en cuanto a condiciones y recursos sean satisfechos. Sin embargo, relacionar un patrón con un proceso ecológico ha sido siempre complicado, ya que la abundancia y distribución de especies son variables dependientes que son determinadas por dos conjuntos de variables independientes: el ambiente físico y otras especies (Diamond, 1986)

Aquí surge la raíz de la controversia acerca de la existencia y naturaleza de la organización de la comunidad ¿Qué conjunto de variables es más importante? ¿La estructura de la comunidad está determinada por la interacción entre especies o es la consecuencia de la respuesta de cada especie individual al ambiente? Una comunidad puede ser definida en cualquier tamaño, escala o nivel de jerarquía de hábitats (Begon, M., Harper, J.L., & Townsend, C.R., 1986).

Microhábitat

El hábitat se puede concebir como el espacio que reúne las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de una especie, existen cuatro categorías de escala utilizadas como punto de referencia para regionalizaciones biogeográficas, van desde pequeños (microhábitats), a través de mediana escala (mesohábitats), gran escala (macrohábitats) y muy grande (megahábitats). (Trefethen, 1964)

Krausman, 1999 argumenta que las escalas de macrohábitat y microhábitat son las más comúnmente utilizadas y se refieren a una escala de paisaje en el que un estudio se está llevando a cabo para un animal en un tipo de hábitat determinado. En general, se refiere a los macrohábitats en escala de paisaje, tales como características generales, etapas o zonas de asociaciones específicas de la vegetación en cambio el microhábitat normalmente se refiere a las características del hábitat en una escala fina. (Block, 1993). El microhábitat posee una superficie de cm^2 a m^2 , una pequeña parte de un paisaje. En ecología entendemos como microhábitat a la parte más pequeña de un ecosistema que contiene una flora y una fauna distintiva. Normalmente las condiciones de ese microhábitat difieren de las de alrededor, lo que condiciona la presencia de esas especies. (Krausman, 1999)

Fragmentación y pérdida de hábitat

Un bosque fragmentado puede ser descrito por atributos como número de fragmentos, tamaño, forma y grado de aislamiento de los fragmentos (Patton, 1975) y éstos pueden estar rodeados de vegetación secundaria, cultivos, asentamientos humanos y vías de acceso; este efecto de borde puede ser importante si los fragmentos son alargados o de formas irregulares (Acosta, 2001).

La fragmentación es provocada por disturbios que resultan en la reducción y aislamiento de áreas de hábitat natural a nivel de paisaje (Carmo, 2000) . Según Volgemann,1995 la fragmentación puede ser también considerada como el proceso de “cortar profundamente áreas grandes y contiguas de tipos similares de vegetación nativa en numerosos segmentos menores separados por tipos de vegetación relacionados con la actividad humana intensiva” La transformación del paisaje y los cambios en las coberturas vegetales en el tiempo cobran gran importancia, pues en poco más de una década, la fragmentación (el rompimiento de amplias extensiones de hábitat o áreas de tierra en pequeñas parcelas), se ha convertido en un problema ambiental de proporciones mundiales .

Desde hace algunos años se reconoce el papel de la fragmentación y la degradación del hábitat como responsables de cambios en la estructura y función de los ecosistemas (Saunders, D.A., Hobbs, R.J. y Margules, C.R., 1991).La degradación del hábitat, por el contrario, no implica un cambio en la utilización del terreno, pero un problema grave en los trópicos (FAO, 2005). Aunque el terreno sigue siendo de uso forestal, su composición y funciones biológicas quedan comprometidas por la intervención humana. Todo ello aumenta la vulnerabilidad de muchas especies de animales y plantas a condiciones ambientales adversas, pero también ocasiona la creación de nuevos hábitats para otras especies más generalistas (González *et all*, 2004).

Agroecosistemas

El ecosistema según Hart (1985), es un sistema dinámico relativamente autónomo formado por una comunidad natural (componentes bióticos) y su medio ambiente físico (componentes abióticos). Este concepto empezó a desarrollarse en las décadas de 1920 y 1930, y tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos (plantas, animales, bacterias, algas, protozoos y hongos, entre otros) que forman la comunidad y los flujos de energía y materiales que la atraviesan. Agroecosistema o sistema agrícola, es un ecosistema sometido por el hombre a frecuentes de sus componentes bióticos y abióticos. Estas modificaciones afectan prácticamente todos los procesos estudiados por los ecólogos, y abarcan desde el comportamiento de los individuos y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía (Spedding, 1988)

Los agroecosistemas, están conformados a su vez por subsistemas, tales como el subsistema cultivos, el subsistema arvense, el subsistema plagas, el subsistema enfermedades y el subsistema suelo. Un sistema de producción agrícola, es una actividad dirigida a transformar componentes abióticos (oferta ambiental) por medio de componentes bióticos (genotipo), en arreglos espaciales y cronológicos con prácticas adecuadas de manejo, en productos de importancia económica. Por ejemplo, la planta de café (genotipo) transforma CO^2 , agua, energía solar y minerales, en cerezas de café.

Dentro de los sistemas de producción agrícola, también se practica la Agroforestería, la cual se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes como los árboles, los arbustos y las palmas, entre otras, se usan de forma deliberada en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Nair, 1989).

5.2.4. Ciclo de vida y fenología del café

Como todo organismo vivo cada especie vegetal, incluido el cafeto, tiene un ciclo de vida y un potencial productivo característicos. En el transcurso de este ciclo es posible distinguir una serie de fases de desarrollo en las cuales, la planta o sus órganos, permanece por períodos de corta o larga duración, dependiendo de sus características genéticas y de las condiciones ambientales que ocurran en el sitio de cultivo. Esto implica, además, que la condición apropiada para una fase de desarrollo, por ejemplo, el crecimiento de las hojas, puede ser desfavorable para otra fase, como la floración, y que por consiguiente los requerimientos de manejo sean diferentes en cada caso (Watts, 1979).

Dedecca, 1957 afirma que el cafeto en condiciones comerciales alcanza hasta 20-25 años dependiendo de las condiciones o sistema de cultivo. A libre crecimiento, la planta comienza a producir frutos en ramas de un año de edad, continúa su producción durante varios años y alcanza su máxima productividad entre los 6 y 8 años de edad. La planta puede seguir su actividad por muchos años, pero con niveles de productividad bajos.

Durante su ciclo de vida, la planta destina una parte de éste a la formación de estructuras no reproductivas como las raíces, las ramas, los nudos y las hojas, actividad denominada desarrollo vegetativo, la fase durante la cual ocurre la formación y desarrollo de estructuras de reproducción como las flores y los frutos se denomina desarrollo reproductivo. Después de varios años de actividad, la planta envejece y entra en un proceso de deterioro que se denomina fase de senescencia o envejecimiento.

La disponibilidad de agua y energía en las regiones cafeteras y su interacción con los factores genéticos, nutricionales y hormonales, determinan que el ritmo y la cantidad de crecimiento de los diferentes órganos y tejidos de la planta de café varíen en las distintas épocas del año. En los cultivos anuales se considera como fase vegetativa el tiempo transcurrido desde la germinación hasta la primera floración (Trojer, 1968).

Según Jaramillo,2005 en el caso de especies perennes y arbustivas como el cafeto, la definición de la fase vegetativa es bastante compleja, debido a que el crecimiento vegetativo, por ejemplo, la formación de nudos y hojas y la generación de nuevas raíces, ocurre durante toda la vida de la planta y en la mayor parte del tiempo está intercalado con el crecimiento reproductivo. De acuerdo a la forma como se desarrolla la planta de café puede considerarse que el desarrollo vegetativo, es decir, la formación de raíces, ramas, nudos y hojas, comprende tres etapas: germinación a trasplante (2 meses), almácigo (5-6 meses) y siembra definitiva a primera floración (11 meses).

Hasta este momento se considera una etapa netamente vegetativa y de ahí en adelante, las fases de crecimiento vegetativo y reproductivo transcurren simultáneamente durante el resto de vida de la planta, comienza con la aparición de las primeras flores. El período de iniciación de esta fase puede estar influenciado por la duración del día (fotoperíodo), la época de siembra, la temperatura y la disponibilidad hídrica. Se considera como primera floración, el momento en que por lo menos el 50% de las plantas hayan florecido. La fase reproductiva continúa luego con el desarrollo del fruto y la maduración.

El ritmo de envejecimiento del café depende de la región donde se establece el cultivo, la densidad de siembra, la intensidad de la producción, la disponibilidad de nutrimentos, la presencia de plagas y enfermedades o del estrés ambiental, entre otros. Los órganos de la planta completan su ciclo de vida en épocas y edades diferentes, por ejemplo, la hoja tiene una duración promedio de 350 días, una rama primaria dura varios años y una flor abierta dura tres días

5.2.5. Variedad café en Nicaragua

Según el Forum Café (2010) la región norcentral produce aproximadamente el 83,80% de la producción nacional y posee unas condiciones agro-ecológicas excepcionales para la producción del café. La región incluye los departamentos de Matagalpa, Jinotega y Boaco. El 100% del café nicaragüense es arábica lavado, y la variedad con más ejemplares en los cafetales del país es la Caturra. También encontramos Bourbon, Maragogipe, Típica y Catuai

Arábica, canephora, libérica o mejor conocido como café, posee raíz pivotante, secundarias y terciarias sirven para la absorción de agua y nutrientes, tallo central, lignificado, yema terminal, bandolas o palmillas, nudos y entrenudos, hojas opuestas, de forma elíptica, flor pequeña, tipo cima, de color blanco y de olor característico fragante, su fruto es una drupa de superficie lisa y brillante, pulpa delgada, color verde intenso, al madurar cambia a rojo , semilla oblonga. (INATEC, 2018)

Requerimientos edafoclimáticos contemplan una temperatura entre 17-24 °C; precipitaciones 1,900 - 2,800 mm; humedad relativa 70 – 85 %; suelo franco o franco – arcilloso; pH 5 - 6.5. Su manejo agronómico consta de tres etapas: Etapa de semillero, etapa de vivero y etapa de campo. Dentro de la etapa de campo se debe tener en cuenta una fertilización completa cada 4 meses, el control de malezas, plagas y enfermedades, la regulación de sombra y la estimada cosecha. Las principales plagas que afectan el cultivo son: Gusano cuerudo (*Feltia subterranea*), Gusano alambre (*Aeolus* spp.), Grillo topo (*Gryllotalpa gryllotalpa*), Zompopo (*Atta* spp.), Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.), Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), Minador de la hoja del café (*Leucoptera coffeella*), Broca (*Hypothenemus hampei*) Escama verde (*Coccus viridis*), Nematodos de las agallas (*Meloidogyne* spp.), Nematodo lesionador (*Pratylenchus coffeae*). (INATEC, 2018)

6. HIPÓTESIS

Teniendo en consideración todo lo mencionado anteriormente nos planteamos las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula:

Las arañas son organismos resistentes a la alteración de su microhábitat que se han adaptado a vivir en cultivos de café formando comunidades complejas, de tal manera que estas no muestran cambios en la estructura de sus ensamblajes aun cuando la naturaleza del microhábitat tenga la misma vocación de cultivo.

Hipótesis alternativa:

Las arañas son organismos resistentes a la alteración de su microhábitat y se han adaptado a vivir en cultivos de café formando comunidades complejas, sin embargo, muestran cambios en la estructura de sus ensamblajes aun cuando la naturaleza del microhábitat tenga la misma vocación de cultivo.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de investigación:

- **Correlacional.**

Según Hernández Sampieri, R., Fernández, C,2014 esta investigación se clasifica de tipo correlacional, puesto que pretende determinar la relación que existe entre las variables de microhábitat y los sujetos de estudio en dos fincas cafetaleras en el área de amortiguamiento del área protegida cerro Kilambé.

- **Nivel de investigación:** Descriptiva de corte transversal y retrospectiva, según Hernández Sampieri et al.,2014.

Se considera descriptiva y de corte transversal retrospectivo, ya que describe la alteración en la población de arañas en un periodo de tiempo establecido, comprendido en los meses de mayo, noviembre y enero del año 2023, que corresponden a meses de floración y maduración del cultivo de café.

7.2. Área de estudio

7.2.1. Ubicación

A pesar de estar ubicadas en el mismo municipio y hacer uso del mismo tipo de cultivo, cada finca cuenta con cualidades distinta, a continuación, se detallan algunos aspectos generales. Dicha información fue proporcionada por los propietarios de cada finca, haciendo uso de entrevistas. Ver Fig 3, Anexo 1

A. Finca Alborada:

- Ubicación: Comunidad Los milagros
- Tamaño de la finca: 42 Manzana
- Propietaria: Ivania Peralta
- Planilla trabajadores: 40 personas
- Producción de café por cosecha: 500 quintales
- Variedades de café: Parainema, Catimor, Lempira
- Otros cultivos: Bambú, macadamia, cacao, maíz, frijol, malanga, yuca, plátano, maracuyá, granadillo, jengibre, cúrcuma, cardamomo, árboles frutales.
- Técnicas agroecológicas: Compost

B. Finca Las Orquídeas:

- Ubicación: Comunidad El diamante
- Tamaño de la finca: 12 Manzana
- Propietario: Salomón Torrez
- Planilla trabajadores: 10 personas
- Producción de café por cosecha: 40 quintales
- Variedades de café: Pacamara, Catimor
- Otros cultivos: Plátano, fresa, plantas ornamentales, plantas frutales
- Técnicas agroecológicas: Lombricultura, compost y bioinsumos.

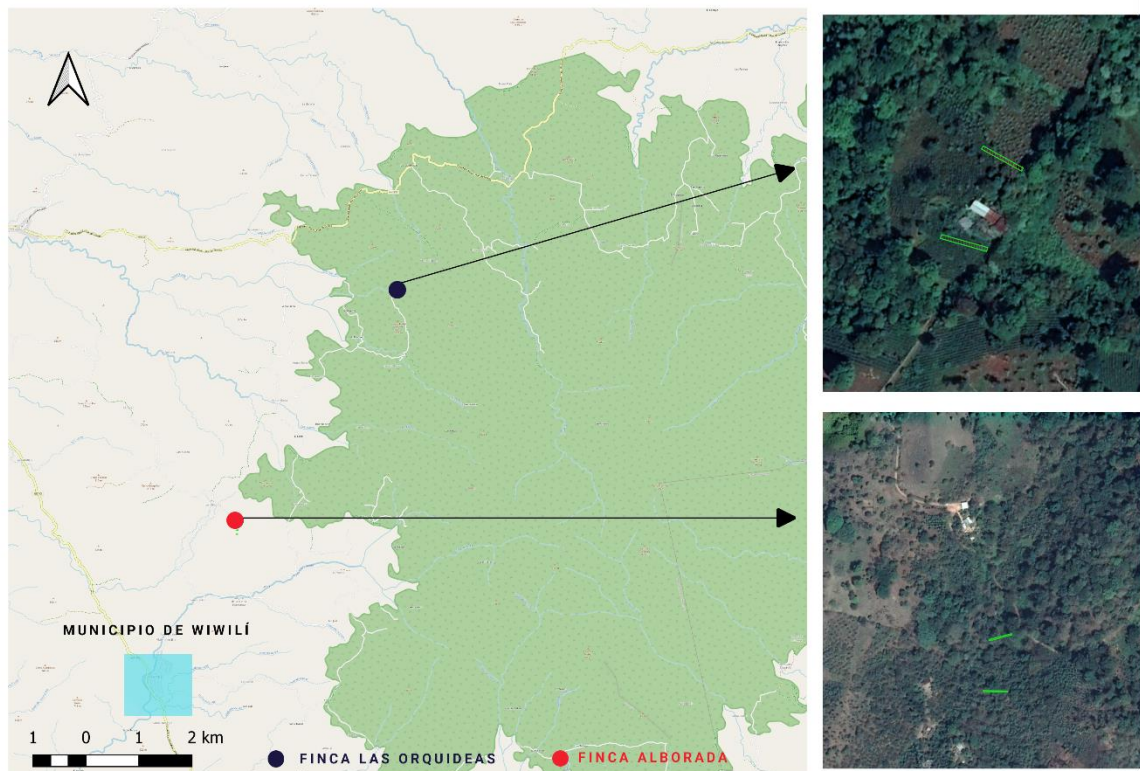


Fig 3. Mapa de microlocalización, Fuente propia, realizada por María Fernanda Jiménez Ríos.

TRANSECTOS ESTUDIADOS

7.3. Universo y muestra

- **Universo**

Se considera nuestro universo a todas las especies de arañas tejedoras diurnas que comprenden el ensamblaje biológico en cultivos de café en las fincas de estudio.

- **Muestra**

Corresponde a todos los individuos (arañas tejedoras diurnas del ensamblaje) que se encuentran dentro de los transectos seleccionado. Ver tabla 1

La muestra se considerará representativa una vez que el esfuerzo de muestreo muestre el valor máximo de especies encontradas basados en la función de acumulación de especies.

Donde el tamaño indicado por la curva de acumulación de especies (índice de rarefacción):

$$S) = \Sigma 1 - [(N - Ni) / n] / (N/n);$$

donde:

Ni: individuos de la décima especie.

n: tamaño óptimo de la muestra.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los transectos geográficos

LOCALIDAD	TRANSECTO	X	Y
Finca Alborada	TFA1	13.61480050	-85.73872991
		13.61498383	-85.73909238
	TFA2	13.61421635	-85.73903505
		13.61436733	-85.73934759
Finca Las orquídeas	TFO1	13.57395174	-85.76674948
		13.57353633	-85.76717682
	TFO2	13.57261651	-85.76715393
		13.57289839	-85.76752022

7.4. Definición y operacionalización de variables (MOVI)

N	OBJETIVO	VARIABLE ABSTRACTA	TIPO DE VARIABLE	FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	TÉCNICA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN
OE.1	Describir la estructura y composición del ensamblaje de arañas tejedoras diurnas en dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí Jinotega.	Número individuos	Cuantitativa	Dependiente	Numero de observaciones por unidad de muestreo.	Conteo de individuos	Unidades
		Número géneros	Cuantitativa	Dependiente	Número de géneros taxonómicos identificados.	Ordenamiento y clasificación taxonómica.	Unidades
		Familias	Cuantitativa	Dependiente	Número de familias taxonómicas identificados.	Ordenamiento y clasificación taxonómica.	Unidades
		Número total de especies	Cuantitativa	Dependiente	Número total de las especies identificadas.	Conteo del número total de especies.	Unidades
OE.2	Estimar la riqueza y dominancia del ensamblaje de arañas tejedoras diurnas en dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí Jinotega.	Porcentaje de similitud	Cuantitativa	Dependiente	Porcentaje de similitud entre unidades de muestreo calculados a través del coeficiente de similitud de Sorensen.	Determinación del porcentaje de similitud de Sorensen.	Porcentaje
		Número de especies máximas esperadas	Cuantitativa	Dependiente	Número máximo de especies calculadas a través de la curva de acumulación de especies.	Número de especies máximas esperadas	Cuantitativa
		Diversidad de Shannon W.	Cuantitativa	Dependiente	Valor numérico continuo que representa una comunidad de especies.	Calculo según su fórmula.	
		Dominancia de Simpson	Cuantitativa	Dependiente	Valor numérico continuo que representa el grado o valor de dominancia de ciertas especies en una comunidad biológica.	Calculo según su formula	
OE.3	Relacionar la riqueza y dominancia variables con de	Temperatura	Cuantitativa	Independiente	Valor de temperatura.	Medición	Celsius
		Luminosidad	Cuantitativa	Independiente	Valor en Lux (Lx) de la posición de cada observación.	Medición	Lux

microhábitat en el ensamble de arañas tejedoras diurnas en dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí Jinotega.	Sustrato	Cuantitativa	Independiente	Profundidad de la capa de materia orgánica.	Medición	Centímetros
	Longitud de tela	Cuantitativa	Independiente	Longitud de los extremos más largos de la telaraña.	Medición	Centímetros
	Promedio del tamaño de ramas de sujeción de tela	Cuantitativa	Independiente	Promedio del tamaño de las ramas de donde está sujeta la tela de araña.	Medición premediación	Porcentaje
	Fenología	Cualitativa	Independiente	Estado fenológico en que se encuentra la planta durante el muestreo.	Observación previa	Floración Cosecha
	Espacio de ventana solar	Cuantitativa	Independiente	Distancia que existe entre arbustos que estén participando en la tela de araña.	Medición	Centímetros
	Posición de la telaraña en la planta	Cualitativo	Dependiente	Posición de la telaraña en la planta.		Bajo Medio Alto
	Altura de la telaraña	Cualitativo	Dependiente	Altura que ocupa la tela de araña en la planta.	Medición	Centímetros
	Estado de la tela de araña.	Cualitativa	Dependiente		Observación	Bien Mal

7.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

La selección de las fincas se realizó comparando la finca con el café más reconocido del municipio, con otra finca cafetalera en la región. Los transectos se escogieron a conveniencia de la calidad de muestreo, de modo que las condiciones del terreno no afectarán la recolección de datos y la toma de muestras.

Se realizaron 2 transectos lineales de 30 metros de largo y 1 metro de ancho en cada finca. La dirección, longitud y posición fueron elegidas de forma horizontal a la curva de nivel de terreno y en dirección del surco de café. Los muestreos tuvieron lugar en los meses de mayo, noviembre y enero de 2023, que corresponden a la floración y cosecha en el cultivo, durante la mañana de 9: 00 am hasta 12: 00 pm. La velocidad y la duración fue en dependencia a la abundancia de individuos, así como la complejidad del terreno.

Lo valores que componen la matriz de datos se obtuvieron por cada individuo. Por cada individuo recolectado o muestreado se obtuvieron valores individuales de cada variable de la matriz. De modo tal que cada observación cuenta con valores correspondientes a cada variable (Ver anexo 3)

MATERIALES Y USO

Tabla 2. Materiales y uso en la investigación

<i>N°</i>	<i>MATERIAL</i>	<i>USO</i>
<i>1</i>	<i>GPS</i>	<i>Toma de datos de localización en campo: punto inicial y final del transecto; punto de localización de la finca.</i>
<i>2</i>	<i>Libreta de campo</i>	<i>Anotaciones relevantes a la investigación.</i>
<i>3</i>	<i>Hoja de campo</i>	<i>Toma de los datos sobre las variables analizar.</i>
	<i>Lápiz de grafito</i>	<i>Toma de notas</i>
<i>4</i>	<i>Cinta métrica 5m</i>	<i>Medir datos en la planta de café.</i>
<i>5</i>	<i>Cinta Métrica 50m</i>	<i>Medir el transecto a estudiar</i>
<i>6</i>	<i>Termómetro</i>	<i>Medir la temperatura del ambiente durante todo el recorrido con un termómetro marca Acurite®</i>
<i>7</i>	<i>Vernier</i>	<i>Medir de materia organica del suelo y medidas de la planta de café</i>
<i>8</i>	<i>Frascos plásticos</i>	<i>Toma de las muestras no identificadas</i>

<i>9</i>	<i>Cinta Adhesiva</i>	<i>Rotulación de los frascos</i>
<i>10</i>	<i>Cámara Nikon 5100</i>	<i>Toma de recursos fotográficos de la investigación</i>
<i>11</i>	<i>Teléfono Móvil</i>	<i>Medir la iluminación con exposímetro de sensor Samsung company®</i>
<i>12</i>	<i>Alcohol Etílico 70%</i>	<i>Preservación de las muestras colectadas</i>
<i>13</i>	<i>Computadora Dell</i>	<i>Análisis de los datos</i>

7.6. Procedimientos para la recolección de datos e información

- **Colecta de campo de especímenes**

Las colectas se realizaron durante el día (09:00 am-12:00 pm), mediante captura directa, que consiste en una búsqueda exhaustiva de las arañas tejedoras en todos los sustratos de la plantación a partir de 0.05 m del suelo hasta 2 m de altura. Algunos especímenes fueron identificados en campo y otros se rotularon y preservaron en alcohol etílico al 70% para posteriormente ser trasladados al laboratorio de Biología de la UNAN- Managua donde fueron identificados hasta su categoría taxonómica más específica posible. (Ver anexo 3)

- **Recolección de datos de microhábitat**

Se tomaron en cuenta solamente los datos de las telarañas que poseían arañas en ellas, ignorando a todas las telarañas en las que estaban ausentes. Recolectando de esta manera datos de microhábitat generales, de la planta y de la telaraña en cada planta del cultivo en el transecto estudiado, haciendo un total de 13 variables que constituyeron la matriz de datos.

LISTA DE VARIABLES GENERALES

1. Temperatura

La temperatura fue tomada en cada micro localización (de cada individuo) con ayuda de un termómetro digital de precisión media.

2. Luminosidad

En cada micro localización se midió la entrada de luz a través del uso de una aplicación de precisión sensorial en un dispositivo móvil.

3. Sustrato

En dirección vertical de donde se observó un individuo se tomó la profundidad de la materia orgánica con ayuda de un vernier. El límite de profundidad fue determinado por el suelo solido de la plantación.

- **Variables de la planta**

4. Fenología

Se consideraron las fases fenológicas más relevantes por la que pasa la planta.

5. Altura

Se tomo medida de la altura de cada planta café dentro del transecto estudiado haciendo uso de una cinta métrica.

6. Espacio de ventana solar

Se tomo medida de la distancia entre la planta de café y la siguiente planta más cercana a ella con la cinta métrica.

- **Variables de las telarañas en la planta**

Se tomaron los datos concernientes a la posición y estado de cada telaraña haciendo uso de una cinta métrica, para analizar su comportamiento en la planta de café y su relación con las demás variables:

7. Altura de la telaraña en la planta

8. Distancia entre el tallo y la telaraña

9. Tamaño de la telaraña

10. Posición de la telaraña en la planta

11. Distancia entre telarañas en una planta

12. Numero de telarañas en una planta

13. Estado de la telaraña

7.7. Plan de tabulación y análisis

Con los datos obtenidos de las fases de campo se logró generar una matriz de datos ordenados en filas y columnas (Ver anexo 1). Esta matriz de datos se tabuló y se convirtió en formato CSV y permitió la lectura y compatibilidad con el programa R estadístico. Versión 4.4.2.

Para cada tipo de análisis se requirió un esquema diferente de datos, por ello fue necesario el uso de tablas dinámicas para filtrar variables y generar matrices de datos para cada análisis. Una vez conformadas las matrices y Cuadros de Datos “*data frames*” se procedió a ubicarlos en el directorio de trabajo de R para su posterior lectura.

Las descripciones taxonómicas y de las observaciones se hicieron con comando básicos de la paquetería “vegan” versión 2.6-4 (Oksanen, 2020). Esta paquetería es una de las más completas para obtener el número de especies, abundancias, cálculo de índices de diversidad biológica y curvas de rarefacción de matrices de datos ordenadas en filas y columnas de las ocurrencias. Los gráficos generados a partir de los resultados fueron creados con la paquetería “ggplot2” versión 3.4.1.

Procedimientos estadísticos

Anosim. Se realizó un (ANOSIM) el cual consiste en un robusto método para hacer de prueba de hipótesis no paramétrica para diferencias en similitudes entre grupos de muestras. Para la prueba de hipótesis planteada en esta investigación se realizó una prueba ANOSIM mediante distancia Euclídea de una vía, con una tasa de permutaciones de 9999, para determinar las diferencias estadísticas entre grupos de poblaciones de arañas tejedoras considerando una significancia estadística $p < 0,05$.

Modelo de curva de acumulación de especies. A partir de las observaciones (n) se determinó el promedio de especies por muestra que será considerada como el primer dato para estimar la curva de especies, donde se definirá por 100 permutaciones de n_i , con software R con la paquetería Vegan (Oksanen, 2020).

$$E(S) = \sum 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$$

donde:

- $E(S)$ – número esperado de especies
- N – número total de individuos en la muestra
- N_i – número de individuos de la i -ésima especie
- n – tamaño de la muestra estandarizado

Este modelo genera de forma práctica una gráfica con la función de probabilidad para el número de especies no registradas S_i y cada nueva observación n^i será estimada.

El índice de disimilitud Bray–Curtis: Se utilizó método estadístico para estimar una medida de que permita conocer la diferencia entre las abundancias de cada especie presente (Brower y Zar, 1984), la cual se expresa mediante:

La disimilitud de Bray-Curtis se calcula como:

$$BC_{ij} = 1 - (2 * C_{ij}) / (S_i + S_j)$$

dónde:

- C_{ij} – La suma de los valores menores para las especies encontradas en cada sitio.
- S_i – El número total de especímenes contados en el sitio i
- S_j – El número total de especímenes contados en el sitio j

La disimilitud de Bray-Curtis siempre varía entre 0 y 1 donde:

- **0** indica que dos sitios tienen cero diferencias. En otras palabras, comparten exactamente el mismo número de cada tipo de especie.
- **1** indica que dos sitios tienen total disimilitud. En otras palabras, no comparten ninguna especie del mismo tipo.

Índices ecológicos. Con ayuda de los estimadores de diversidad alfa integrados en la paquetería Vegan se estimaron los índices de Equidad Shannon-Wiener y de dominancia de Simpson. Los datos se ordenaron en una matriz de datos donde las columnas representaban a las especies y las filas el número de observaciones.

Se calculó el índice de **Shannon-Wiener** el cual expresa la uniformidad de la muestra a través de los valores de importancia de todas las especies. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Por lo tanto, se le puede atribuir como un índice para el cálculo de la diversidad de especies en una comunidad. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

donde:

- S – Número de especies
- p_i – Proporción de individuos de cada especie respecto al total: n_i/N
- n_i – Número de individuos de la especie i
- N – Número de individuos de todas las especies
- H' – Resultado de la ecuación que normalmente varía entre 0,5 y 5. Menor a 2 es bajo y superior a 3 es alto en relación con la biodiversidad.

El índice de Simpson se calcula con la fórmula siguiente:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

donde: p_i – abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Este índice se utilizó para manifestar la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes de la muestra.

Análisis de componentes principales. Debido al alto número de variables a analizar fue necesario reducir el número de estas a un número menor de predictores llamados componentes. Cada componente contiene los valores de importancia de cada grupo de variables en porcentajes de relevancia. Estos componentes al ser graficados ayudan a entender el comportamiento de números grandes de variables a través de valores correlativos.

Considerando que los fenómenos de las variables de microambiente y la relación con la especie asume un valor superior a 80% en los primeros tres componentes se procedió a crear una matriz de variables eliminando los valores NA (No aplica) de la base de datos.

Los resultados del análisis de componentes principales se debe graficar para entender las correlaciones entre variables principales. Los resultados se grafican con ayuda de ggplot2. Estos se representan en un plano gráfico de donde es recomendable hacer interpretaciones.

8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

• RESULTADO OBJETIVO 1

Describir la estructura y composición del ensamblaje de arañas tejedoras diurnas en dos fincas de cultivo de café ubicadas en el municipio de Wiwilí Jinotega.

Para los fines de esta investigación se considera a la estructura como los valores en términos de abundancia de la comunidad y a la composición como los elementos taxonómicos que conforman el ensamblaje de arañas tejedoras diurnas.

Descripción de las observaciones:

Se registro un total de 173 observaciones de arañas tejedoras diurnas en ambas fincas; en la finca Alborada 90 registros (37 en etapa de floración de la planta y 53 en etapa de cosecha). Por otra parte, en la finca Las orquídeas se hicieron 83 registros (56 en etapa de floración de la planta y 27 en etapa de cosecha).

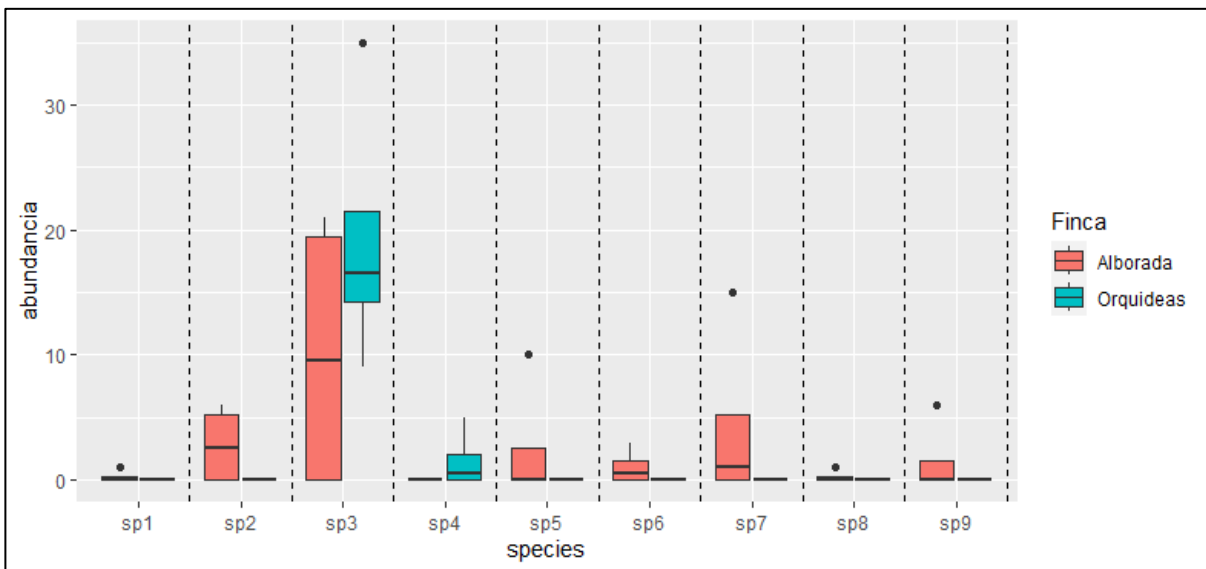


Fig 4. Comparación del número de individuos por especies. Nota: sp1 *Colonus* sp; sp2 *Leucauge* sp; sp3 *Leucauge venusta*; sp4 *Micrathena saccata*; sp5 *Micrathena sexspinoso*; sp6 *Mimetus* sp; sp7 *Pachygnatha* sp; sp8 *Theridiidae*; sp9 *Theridiidae* sp.

Fuente propia: Maria Fernanda Jimenez.

Tabla 3. Descripción de las abundancias en función a las localidades muestreadas.

ESPECIES	ALBORADA	LAS ORQUÍDEAS
<i>Colonus sp</i>	1	-
<i>Leucauge sp</i>	11	-
<i>Leucauge venusta</i>	40	77
<i>Micrathena saccata</i>	-	6
<i>Micrathena sexspinosa</i>	10	-
<i>Mimetus sp</i>	4	-
<i>Pachygnatha sp</i>	17	-
<i>Theridiidae</i>	1	-
<i>Theridiidae sp</i>	6	-
Total	90	83

Descripciones taxonómicas:

Se lograron identificar un total de 4 familias, 6 géneros y 3 especies. Algunos individuos se identificaron hasta su categoría taxonómica más cercana, esto se debió a la complejidad de la identificación, puesto que era especímenes pequeños, sumado a una falta de equipos y bibliografía local en disposición.

En la finca Las orquídeas (FO) se encontraron un total de 2 familias y 2 especies, por otra parte, la finca Alborada (FA) se lograron identificar: 4 familias, 6 géneros y 2 especies, como se detalla en la Tabla 4

Tabla 4. Composición de las especies identificadas y su localidad

FAMILIA	GENERO	ESPECIES	LOCALIDAD
<i>Tetragnathidae</i>	<i>Leucauge</i>	<i>Leucauge sp</i>	FA
<i>Tetragnathidae</i>	<i>Leucauge</i>	<i>Leucauge venusta</i>	FA/FO
<i>Salticidae</i>	<i>Micrathena</i>	<i>Micrathena saccata</i>	FO*
<i>Tetragnathidae</i>	<i>Pachygnatha</i>	<i>Pachygnatha sp</i>	FA
<i>Salticidae</i>	<i>Colonus</i>	<i>Colonus sp</i>	FA
<i>Salticidae</i>	<i>Micrathena</i>	<i>Micrathena sexspinosa</i>	FA
<i>Mimetidae</i>	<i>Mimetus</i>	<i>Mimetus sp</i>	FA
<i>Theridiidae</i>	<i>Theridiidae</i>	<i>Theridiidae sp</i>	FA
<i>Theridiidae</i>	<i>Theridiidae</i>	<i>Theridiidae</i>	FA

Nota: Los acrónimos FA, FO y (*) denotan la localidad. **FA)**- Finca Alborada y **FO)**- Finca Las orquídeas; **(*)**- Solo ocurre en una localidad.

En finca Las orquídeas presento una diferencia de 7 individuos en el número de individuos de sus poblaciones en comparación con finca Alborada. A pesar de que solo encontraran 2 especies, esto sugiere que estas dos especies tiene la capacidad de igualar significativamente las poblaciones de finca Alborada. La especie que obtuvo más cantidad de observaciones para ambas fincas fue *Leucauge Venusta* (Ver Fig 3). Es importante mencionar que en la finca Alborada se encontró en genero *Mimetus* un género reportado por primera vez para Centroamérica

• **RESULTADO OBJETIVO 2**

Analizar la riqueza y dominancia del ensamblaje de arañas tejedoras diurnas en dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí Jinotega.

Curvas de rarefacción: El número de individuos observados para cada sitio de muestreo en las dos fincas cafetaleras es de 90 (Alborada) y 83 (Las orquídeas) respectivamente. Lo que corresponde al número total de observaciones para las cuales se estima la curva de acumulación de especies. 190 individuos fueron necesarios para hacer una extrapolación del tamaño de ambas comunidades de arañas tejedoras en cafetales.

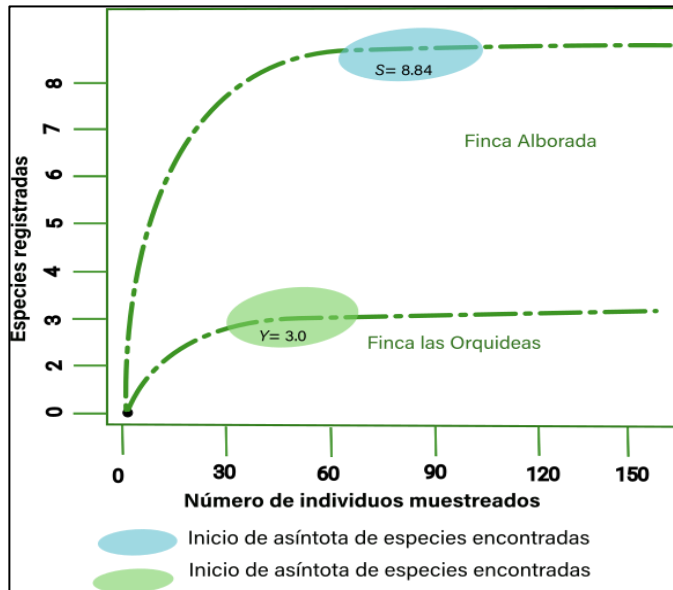


Fig 5. Curva de rarefacción estimada para el ensamblaje de arañas tejedoras de dos fincas cafetaleras del municipio de Wiwilí.

Según el modelo de rarefacción empleado el tamaño real de ambas comunidades es de $S= 8.84$ $Y= 3.0$ especies de arañas tejedoras. Donde S corresponde al valor máximo de especies encontradas en finca Alborada y Y corresponde al número máximo de especies esperadas en finca Las orquídeas. Para el modelo de rarefacción empleado con 1000 permutaciones.

Porcentaje de similitud de especies

Al realizar un análisis de disimilitud mediante método Bray Curtis para tres elementos de agrupación localidad, mes y posición de la telaraña para la variable localidad se mostró una disimilitud del 0.8 lo cual representa que la diferencia entre estas dos fincas en términos de diversidad específica es del 80% de las especies.

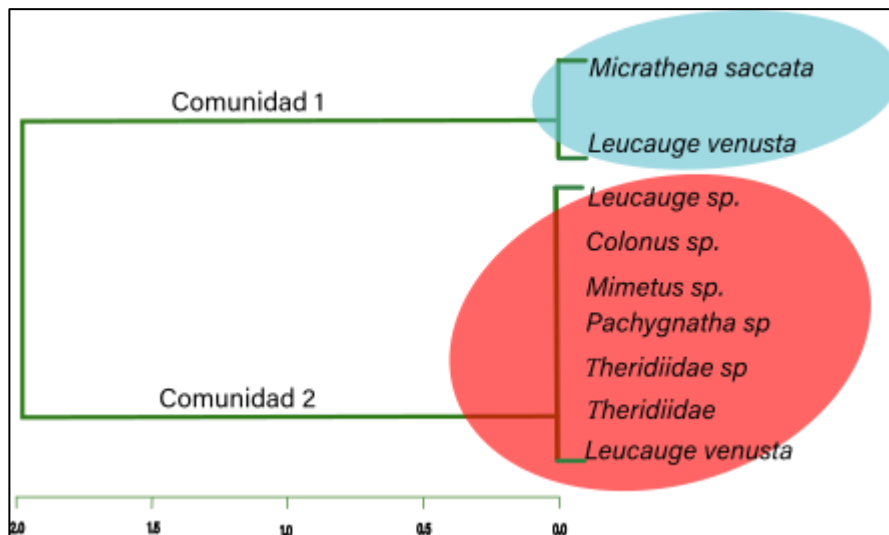


Fig 6. Gráfico de clúster generado a partir del análisis de datos de riqueza entre localidades.

Índices de biodiversidad

Para el cálculo de la riqueza se utilizó el Índice Shannon, también conocido como Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949), donde obtuvimos los siguientes resultados:

- Finca Alborada: 1.585
- Finca Las Orquídeas: 0.260

Para el cálculo de la dominancia se utilizó el Índice de Simpson, donde se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Fig 6).

- Finca Alborada 0.273
- Finca Las Orquídeas 0.866

Como podemos observar en la Fig 7 la riqueza es mayor en finca Alborada y la dominancia es mayor en Finca Las Orquídeas, lo que quiere decir que las fincas si presentan cambios en la diversidad de sus poblaciones de arañas tejedoras diurnas.

A



B

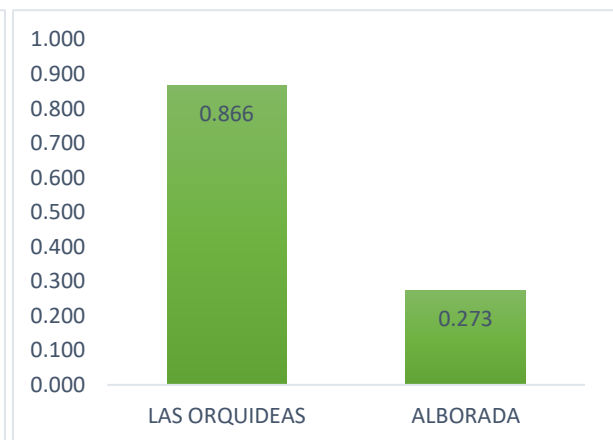


Fig 7. Resultado graficado del índice de Shannon W y Simpson para ambas fincas. **A)**- Índice de Shannon W y **B)**- Índice de dominancia de Simpson.

- **RESULTADO OBJETIVO 3**

Relacionar la riqueza y dominancia de arañas tejedoras variables de microhábitat en dos tipos de sistemas de cultivo de café muestreados

Para calcular la relación de variables generales de microhábitat (Temperatura, Luz, Altura del sustrato), variables de la planta (fenología, altura de la planta, ventana solar), y variables de la telaraña se realizó un análisis de componentes principales, para saber cómo se comportan estas variables en el ensamblaje y ver de qué manera estas se relacionan entre ellas, obteniendo los siguientes resultados. Ver Fig 8 y 9.

Los resultados del análisis de componentes principales, nos dice que la temperatura es una variable que no está estrechamente relacionada con el resto de variables, Sin embargo, la luz, el número de telarañas y la ventana solar en las plantas son variables que están muy relacionadas entre sí. Por otra parte, podemos observar que la altura de la planta, la altura del sustrato está relacionadas con el largo y ancho de la telaraña lo que se deba a el aprovechamiento que hacen estas especies de la planta para la construcción de las telarañas.

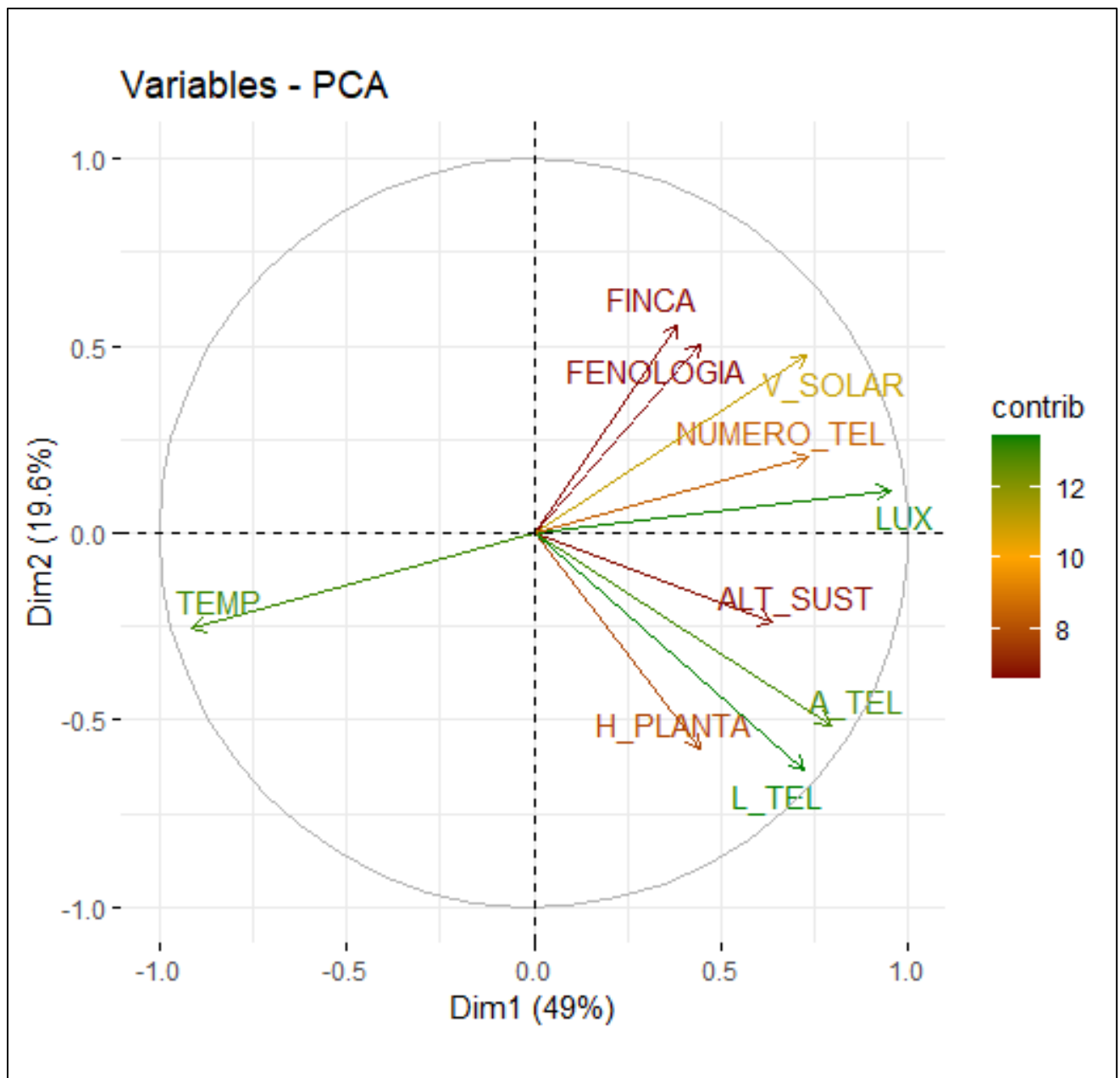


Fig 8. Análisis de Componentes Principales, relación de variables de microhábitat (PCA)

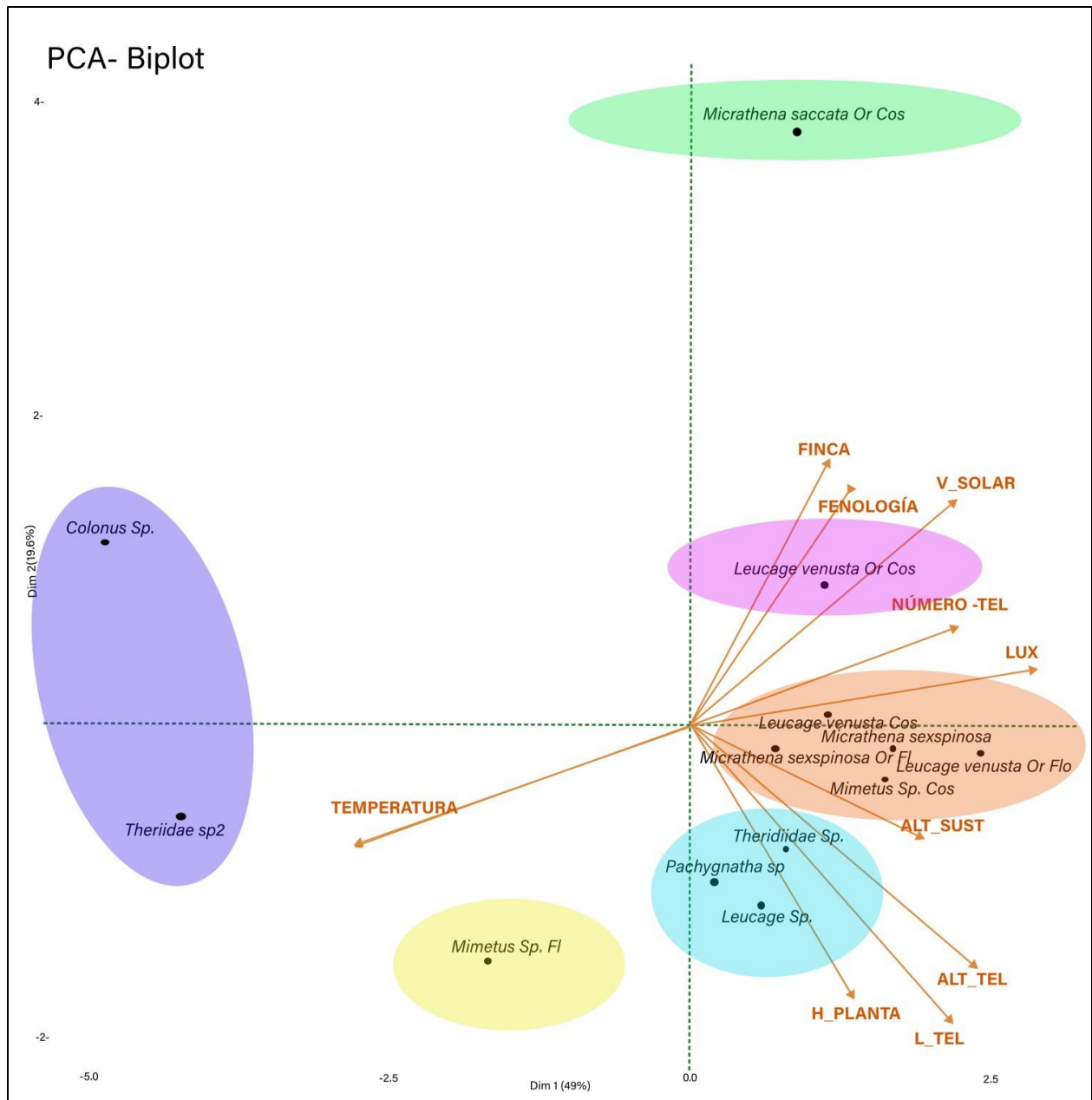


Fig 9. Análisis de Componentes Principales (PCA) relación especies y variables de microhábitat
Nota: Cos-Cosecha; Flo- Floración; Or- Finca Las orquídeas

8.1. DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontraron cuatro familias de arañas tejedoras, de las cuales *Tetragnathidae*, *Salticidae* y *Theridiidae* se consideran de amplia distribución (Dippenaar & Jocque, 1997). A pesar de que la familia *Salticidae* se encuentra entre las más diversas y abundantes (Valderrama 1996, Florez 2000, Benavides 2003, Sorensen 2003), en este trabajo presento únicamente 16 morfoespecie. Podría sugerirse que se deba a que la técnica que usan para cazar las saltadoras y al hecho de que estas usan su telaraña mayormente para anclarse a los sustratos como lo plantea Bellota,2018 (Figura 4).

En ambas fincas hay una gran diferencia en la composición de especies. Finca Las orquídeas presento una dominancia alta, y finca Alborada presento una alta riqueza. (Figura. 1). Cepeda,2017 plantea que el factor que influye en la baja diversidad de los araneidos, es la altitud. Quizás a esto se daba la baja riqueza en finca Las orquídeas, puesto está ubicada a una mayor altitud.

Es interesante destacar que, según diversas investigaciones (Avalos et al., 2009; Escobar, Avalos, & Damborsky, 2012; Achitte Schmutzler et al., 2016) que la especie *L. venusta* disminuye su abundancia de manera notable en ambientes naturales más conservados, sobre todo en bosques. Por ello, consideramos que se trata de una especie oportunista, debido a que su abundancia se incrementa notablemente en sitios modificados por el hombre; estos ambientes alterados donde muchas especies pierden sus hábitats, parecen ser propicios para la colonización del género *Leucauge* (Avalos et al., 2018). Esto explicaría por qué los ecosistemas cafetaleros de las fincas, la especie *Leucauge venusta* presento mayor cantidad de individuos en ambas fincas. (Ver Fig 4)

En cuanto a las variables ambientales como la entrada de luz, el número de telarañas y ventana solar, se relacionaron en forma positiva (Ver Figura 8), probablemente porque al entrar más luz su telaraña se camufla durante el día, sin embargo, según Solís,2014 la relación entre las telarañas y la luz en el sotobosque es negativa y baja el abastecimiento de ocurrencias de captura de insectos, por el cual hay menor números de géneros.

Armendano, 2011 en su estudio afirma que las arañas son abundantes, aparecen durante todo el desarrollo fenológico de los cultivos de alfalfa, tienen posibilidades de sobrevivir largos períodos sin consumo de alimento y son capaces de alimentarse de algunas de las especies plaga que ocasionan serios daños a la vegetación. Lo mismo ocurre con el café, puesto que la presencia de individuos de estas especies no demuestra variación en los cambios fenológicos de la planta, o los cambios de temperatura del ambiente.

Afirma González (2008) estudio las variables ambientales y llegó a la conclusión que estas no se relacionaron con la diversidad de arañas, y estos factores no son determinantes en su diversidad. Mientras Hatley & MacMahon (1980) afirman lo contrario, la estructura de la vegetación y factores abióticos juegan un papel muy importante en la composición de especies. La cual provee refugio y disponibilidad de presas, facilita la aireación y la regulación de la temperatura ambiente, haciendo estas áreas más propicias para el desarrollo de las arañas (Duffey, 1978; Gravesen & Toft, 1987; Desender *et al.*, 1989).

La hipótesis de investigación sugiere que “las arañas son organismos resistentes a la alteración de su microhábitat y que ello ha permitido un proceso de adaptación y colonización en cultivos de café formando comunidades complejas, de tal manera que estas no muestran cambios en la estructura de sus ensamblajes aun cuando la naturaleza del microhábitat tenga la misma vocación de cultivo”. Al contrastar dos fincas similar manejo agroecológico, se concluye mediante una prueba no paramétrica ANOSIM que los ensamblajes no muestran diferencias significativa en términos de abundancia ($P=0.1445$) con un $R=0.1771$, por tanto los ensamblajes son iguales, pero en términos de composición, según el análisis de disimilitud mediante método Bray Curtis; apoyado con los índices ecológicos sugieren que las arañas no suelen colonizar de la misma manera los sitios de cultivo y las especies que las constituyen pueden variar de acuerdo a su tolerancia. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

9. CONCLUSIONES

- Se registro un total de 173 observaciones de arañas tejedoras diurnas en ambas fincas; en la finca Alborada 90 registros pertenecientes a 8 especies (37 en etapa de floración de la planta y 53 en etapa de cosecha). Por otra parte, en la finca Las orquídeas se hicieron 83 registros de dos especies (56 en etapa de floración de la planta y 27 en etapa de cosecha).
- Se determinó que el tamaño del ensamblaje de finca Alborada es de 8.84 especies y de 3 especies en finca las orquídeas. Esto según Bray Curtis equivale a una similitud del 20% de las especies. Ambas fincas son diferentes en estructura y composición del ensamblaje a tal punto que los valores de diversidad y dominancia difieren, lográndose entender como ensamblajes diferentes en términos de composición faunística.
- Al correlacionar las variables de microhábitat con las variables de presencia, se logra entender cómo se comportan las especies según cualidades específicas del medio. Algunas especies no son exigentes por tanto estas forman conglomerados cerca de los vértices de las dimensiones, pero otras especies muestran una relación muy específica, las cuales son determinantes en ambas localidades.
- Se concluye que el estudio del ensamblaje haciendo uso de estos modelos y pruebas nos permite tener una noción clara del comportamiento de las especies en función de su microhábitat, por tanto, este trabajo es una herramienta de modelo de estudio para hacer contrastes futuros entre sistemas de manejo y ecosistemas complejos.

10. RECOMENDACIONES

En base a la experiencia obtenida en este trabajo se puede recomendar algunos aspectos metodológicos para el monitoreo de arañas.

- Como recomendación principal el establecimiento de unidades de muestreo más pequeñas y dispersas con estándares de tiempo más amplios. Los transectos son importantes para determinar cualidades de densidad y abundancia, pero para obtener mayores números de ocurrencia se recomienda no utilizar tiempos de búsqueda ya que la mayoría de las especies se localizan en escondites o bien estas escapan al sustrato evitando ser registradas.
- Es importante establecer los parámetros de búsqueda y monitoreo de forma abierta sin criterios de exclusión logrando así obtener una base sobre la comunidad de arañas en nuestro país y un mayor conocimiento sobre este taxon.
- Se recomienda estudiar con más detalles el comportamiento y un rol de las arañas en sistemas de cultivo y determinar su ecología funcional en términos económicos.
- Es imperativo estudiar los nichos tróficos de las especies propias de los cafetales para determinar su importancia en el control y regulación de insectos no benéficos en el cultivo de café y otros cultivos perennes.

11. Bibliografía

- Acosta, G. (2001). *Efecto de la fragmentación del bosque nativo en Chile central*. Chile.
- Aguilar, P. G. (1989). Las arañas como controladores de plagas insectiles en la agricultura Peruana. 31:1-8.
- Barnes, R. D. (1989). *Zoología de los invertebrados*. Mexico: Nueva editorial interamericana.
- BASF. (2011). *Guía de Identificación de Arañas*. Mexico.
- Beer. (1987). *Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea*. Agroforestry Systems .
- Begon, M., Harper, J.L., & Townsend, C.R. (1986). *Individuos, poblaciones y comunidades*.
- BLANCO, E. G. (2003). Araneofauna orbitelar (Araneae: Orbitales) de los andes en Colombia: Comunidades en hábitats bajo regeneración. *Revista Ibérica de Aracnología*, 7: 189-203.
- Block, W. y. (1993). *The habitat concept in ornithology: Theory and applications*. Current Ornithology.
- Carmo, C. D. (2000). *Evaluación y diseño de un paisaje fragmentado para la conservación de la biodiversidad*. Costa Rica: CATIE.
- CEPAL. (2017). *Análisis estructural de la economía nicaragüense: el mercado laboral*. Mexico.
- DEDECCA, D. (1957). Anatomía e desenvolvimiento ontogenético de *Coffea arabica* L. Var. *Typica* Cramer. *Bragantia*, 16:315-366. 1957.
- Diamond, J. M. (1986). *Overview: laboratory experiments, field experiments, and natural experiments*. New York: Community Ecology.
- Duran. (2004). *Sistemas agroforestales*.
- FAO. (2005). *Global Forest Resources Assessment 2005*. Roma, : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FASSBENDER, H. (1987). Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. *CATIE*, 475.
- Fauth, J. E. (1996). Simplifying the jargon of community ecology: A conceptual approach. *American Naturalist*, 147(2), 282-286.
- Feinsinger, P. (2004). *El diseño de estudios de Campo para la conservación de la Biodiversidad*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- FOELIX, R. (1996). *Biology of spider*. Second edition. Harvard.
- Gee, J.H.R. y P.S. Giller. (1987). *Organization of communities. Past and Present*. Blackweel Scientific Publications, Oxfors.

- Gutiérrez-Fonseca, P. E., & Ramírez, A. (2016). Evaluación de la calidad ecológica de los ríos en Puerto Rico: principales amenazas y herramientas de evaluación. *Hidrobiológica* , 26 (3): 433-441.
- Hernández Sampieri, R. F. (2014). *Metodología de la investigación* . México D.F.: McGraw-Hill.
- HOFFMAN, A. (1993). *El Maravilloso Mundo de los Arácnidos*. Mexico.
- INATEC. (2018). *Manual del protagonista CULTIVOS AGROINDUSTRIALES*.
- JARAMILLO R., A. (2005). Clima andino y café en Colombia. 196.
- Krausman, P. (1999). *Some basic principles of habitat use*. Launchbaugh, K.L.,
- Monge-Nájera, J. (2015). ¿Existen realmente los ensambles y ensamblajes ecológicos? *Revista de Biología Tropical* , 63(3), 575-577.
- Nair. (1989). *Agroforestry defined*. Netherlands: Kluwer Academy Publishers.
- NYFFERLER, M. (2003). Composition, abundance and pest control potential of spider communities, in agroecosystems a comparison of European and us studies agricultura. *Ecosystems & environment*, 95: 579-612., 95: 579-612.
- Patton, D. (1975). *A diversity index for quantifying habitat edge*. Wildlife Society Bulletin.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. *Interciencias*, pp. 583-590.
- Ramírez, A. (2016). *Sobre ensambles y ensamblajes ecológicos - respuesta a Monge-Nájera*. Revista de Biología.
- Roberts, M. (1995). *Guía de arañas de Gran Bretaña Y Norte de Europa*. Reino Unido: The Bath Press Bath.
- Robinson, W. (2005). *Manual de insectos y arácnidos urbanos*. New York: Cambridge University Press.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. y Margules, C.R. (1991). *Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review*. .
- Silva, D & Coddington J. (1996). *Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Peru): species richness and notes in community structure*. En: *The biodiversity of Pakitza and its environs*. Washington: Smithsonian Institution,.
- Somarriba. (1987). *Investigación agroforestal del proyecto UNU/CATIE 1979*. CATIE.
- Southwood, T. (1987). *Ecological methods*.
- Spedding. (1988). *An introduction to agricultural systems*. London: Elsevier Applied Science.

- Torquebiau. (1993). *Conceptos de agroforestería: una introducción*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Trefethen, J. (1964). *Wildlife management and conservation*. . Boston.
- Trojer. (1968). *The phenological equator for coffee planting in Colombia*. Paris: Agroclimatological Methods. Proceedings of the Reading Symposium.
- Ubick, D. P. (2005). *Spiders of North America: an identification manual*. American Arachnological Society. San Francisco .
- Vogelmann, J. E. (1995). Assessment of Forest Fragmentation in Southern New England Using Remote Sensing and Geographic Information Systems Technology. *Conservation Biology* , 9 (2): 439-449.
- Wadsworth. (1997). *Forest production for tropical America*. Washington: Forest Service. Agriculture.
- Watts, P. (1979). *Growth phases in plants and their bearing on agronomy*. . Experimental Agriculture.
- zoologia, I. B. (2015). *Aracnidos, Un mundo en ocho patas*. Colombia.

12. ANEXOS

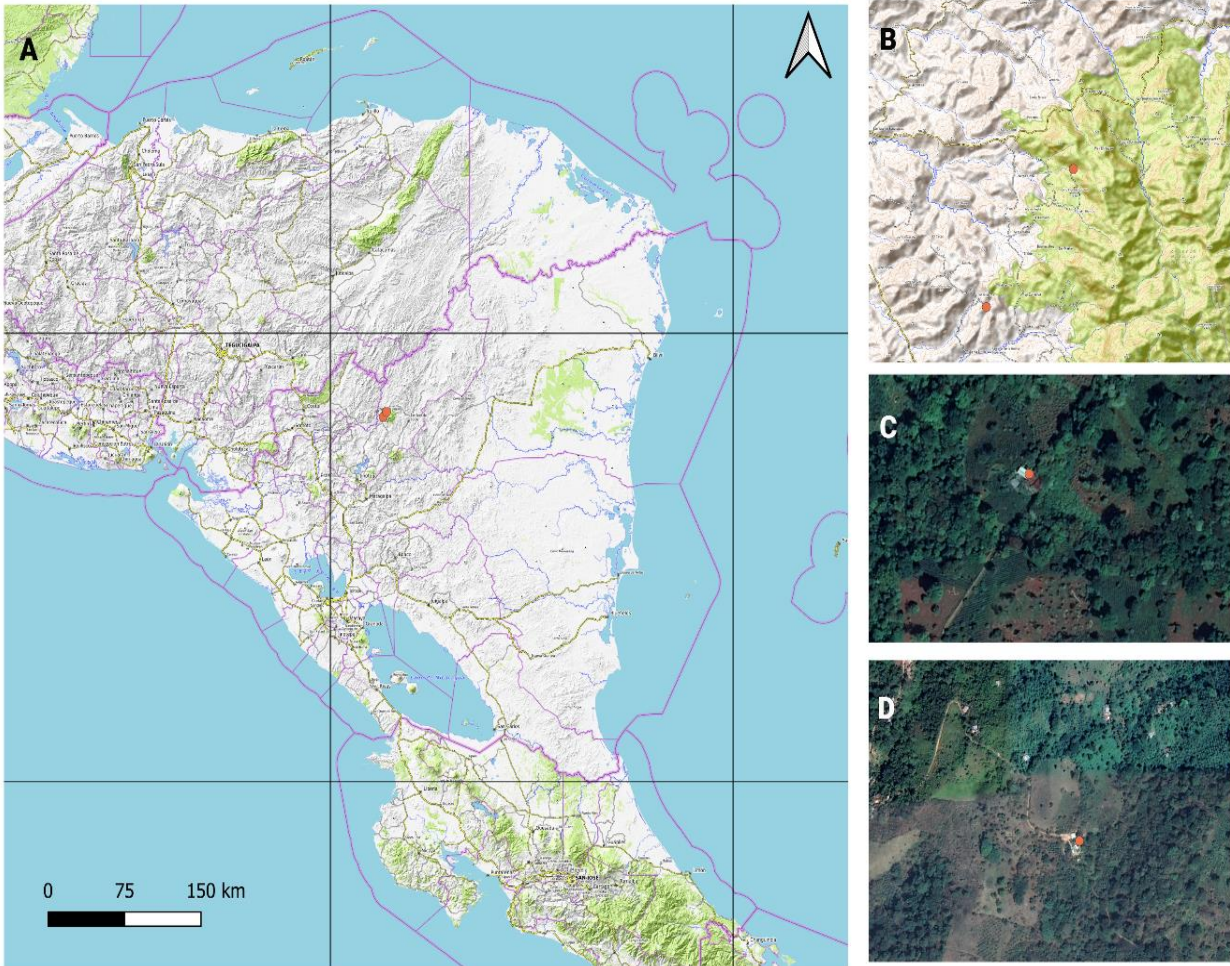
12.1. Anexo 1: Hoja de campo de recolección de datos

HOJA DE CAMPO		
Nombre del sitio:		N° de Observadores:
Clase de transecto:		Numero de Transectos:
Coordenadas X:	Y:	msnm:
Fecha:	Hora inicial:	Hora final:
Nombre de Observadores:		
Tipo de Café (variedad):	Tipo de manejo:	Tamaño de la finca:
Tipo de suelo:	Ph:	Precipitación:
Descripción del hábitat:		

DATOS DE LOS INDIVIDUOS			VARIABLES GENERALES °C, Lux, cm			VARIABLES EN EL CULTIVO Cm									
N°	CODIGO	Feno Planta	Tem	Lux	Sust	Tam P	ATP	PTP	T	LLT	LAT	EstT	NTP	DistTel	EVS
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															

T: Temperatura; **L:** Luminosidad; **S:** Sustrato; **FP:** Fenología de la planta; **TP:** Tamaño de la planta; **EVS:** Espacio de ventana solar; **PTP:** Posición de la telaraña en la planta; **ATP:** Altura de la Telaraña en la planta; **T:** Distancia entre el tallo y la telaraña **LLT:** Longitud de largo de la telaraña; **LAT:** Longitud de Ancho de la telaraña; **ET:** Estado de la telaraña; **NTP:** Numero de telarañas en la planta

12.2. Anexo 2 Mapa de macrolocalizacion



Fuente propia: María Fernanda Jiménez Ríos, 2023

12.3. Anexo 3: Fotografías



Fotografías de materiales etapa de campo y laboratorio

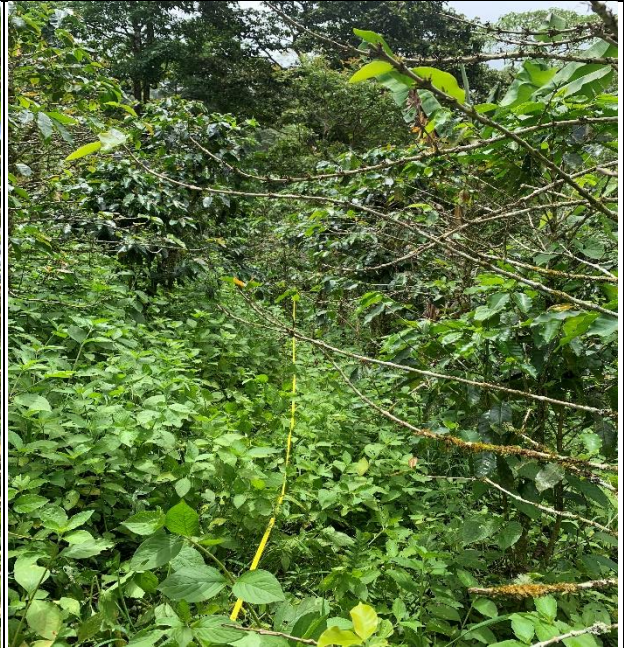
Fuente propia: María Fernanda Jiménez Ríos, 2023



Finca Alborada Verano

Finca Alborada invierno

Fuente propia: María Fernanda Jiménez Ríos, 2023



Finca Las orquideas verano

Finca Las orquideas invierno

Fuente propia: María Fernanda Jiménez Ríos, 2023



Etapa de laboratorio

Fuente propia: María Fernanda Jiménez Ríos, 2023