

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Evaluación de la comunidad de
artrópodos de importancia
económica en el cultivo de
Hylocereus undatus con manejo
agroforestal**

**TESIS PROFESIONAL
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO AGROFORESTAL



**INGENIERÍA
AGROFORESTAL**

Jorge Ignacio Rodríguez Pereyra



Villa Corzo, Chiapas; marzo 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

Evaluación de la comunidad de artrópodos de importancia económica en el cultivo de *Hylocereus undatus* con manejo agroforestal

TESIS PROFESIONAL
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGROFORESTAL



INGENIERÍA
AGROFORESTAL

Jorge Ignacio Rodríguez Pereyra

Director
Dr. Miguel Prado López





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Villa Corzo, Chiapas
24 de Febrero del 2026

C. **Jorge Ignacio Rodríguez Pereyra**

Pasante del Programa Educativo de:

Ingeniería Agroforestal

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

**Evaluación de la comunidad de artrópodos de importancia económica en el cultivo de
Hylocereus undatus con manejo agroforestal**

En la modalidad de: **Tesis Profesional**

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Miguel Ángel Salas Marina

Dr. Rubén Martínez Camilo

Mtro. Miguel Prado López

Firmas:

C.c.p. Expediente



**Evaluación de la comunidad de
artrópodos de importancia
económica en el cultivo de
Hylocereus undatus con manejo
agroforestal**

Índice.

1	<i>Introducción</i>	3
1.1	Características generales de <i>Hylocereus undatus</i>	3
1.2	Generalidades de insectos en agroecosistemas.....	4
1.3	Clasificación de grupos funcionales	5
1.4	Interacción pitahaya-artrópodos	8
2	<i>Objetivo General</i>	10
2.1	Objetivos específicos	10
3	<i>Metodología</i>	11
3.1	Sitio de estudio	11
3.2	Diseño de muestreo.....	13
3.3	Análisis estadísticos.....	14
4	<i>Resultados y Discusión</i>	16
4.1	Composición de la comunidad de artrópodos	16
4.2	Efecto de los árboles dispersos sobre la composición de la comunidad de artrópodos (Efecto de micrositio).....	17
4.3	Índice de Similitud de Jaccard por Micrositio	19
4.4	Efecto de la etapa fenológica sobre la comunidad de artrópodos	23
4.5	Índice de Similitud de Jaccard	28
4.6	Importancia ecológica de los grupos funcionales de artrópodos.....	29
5	<i>Conclusiones</i>	41
6	<i>Referencias</i>	43

Agradecimientos.

Integro mi enorme gratitud a las personas involucradas como una parte indispensable en la creación de este proyecto, en primera estancia agradezco a la licenciada Naima Jazibi Cárcamo Toala por abrirme las puertas del rancho El Brasil y darme la confianza de realizar las prácticas de campo necesarias para el proyecto, a la Ing. Yesica Daniela Rodríguez Beltrán, Wilber Nafate Gonzales, Ing. Mercedes Cruz Nucamendi, Ing. María Antonieta Sol Ramos y Ing. Romeo García Reyes por el apoyo en campo, también agradezco al Dr. Miguel Prado López por toda la ayuda brindada en todo el proyecto, por los consejos y palabras de motivación que influenciaron en la culminación del proyecto y sobre todo la amistad. A mi familia y amigos por siempre apoyarme en todas las decisiones a lo largo de mi vida. Por último y menos importante agradezco a la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas por brindarme el espacio para terminar mis estudios profesionales y darme el espacio dentro del laboratorio para desarrollar mi investigación.

Resumen.

Actualmente el municipio de Suchiapa, Chiapas mantiene un mayor margen de producción de pitahaya (*Hylocereus undatus*), existe muy poco estudios sobre la producción de pitahaya y la comunidad de artrópodos, esto es un punto de partida para generar mayor interés para la población y fomentar la información de la producción en el municipio de Suchiapa, Chiapas. El desarrollo del trabajo de investigación se produjo en el rancho El Brasil, dentro del mismo municipio antes mencionado, se realizaron muestreos en temporadas de lluvias y sequias en un lapso de un año, se implementaron métodos activos para la captura de artrópodos con herramientas de capturas como redes entomológicas y aspirador entomológico. Las muestras obtenidas se almacenaron en frascos plásticos con alcohol al 70%. Las muestras se trasladaron al laboratorio de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, con ayuda de estereoscopio y guías taxonómicas se clasificaron los artrópodos en orden y familias. Obteniendo un total de 248 organismo identificados, 12 órdenes, 42 familias y 3 gremios tróficos (depredador, fitófago y nectarívoro). La cantidad de organismos se ve influenciada por las prácticas agroforestales del predio, donde la abundancia de material vegetativo está presente en cada rincón.

Palabras claves: *Hylocereus undatus*, artrópodos, gremios tróficos, servicios ecosistemicos, sistema agroforestal.

Abstract.

Currently, the municipality of Suchiapa, Chiapas, maintains a higher margin of pitahaya (*Hylocereus undatus*) production. There are very few studies on pitahaya production and the associated arthropod community, which serves as a starting point to generate greater interest among the population and to promote the dissemination of information about production in the municipality of Suchiapa, Chiapas. The research was conducted at the El Brasil ranch, located within the aforementioned municipality. Sampling was carried out during both the rainy and dry seasons over the course of one year. Active methods were implemented for the capture of arthropods, using tools such as entomological nets and aspirators. The collected samples were stored in plastic jars with 70% alcohol. The samples were then taken to the laboratory at the University of Sciences and Arts of Chiapas, where, with the aid of a stereoscope and taxonomic guides, the arthropods were classified by order and family. A total of 248 organisms were identified, belonging to 12 orders, 42 families, and 3 trophic guilds (predator, phytophagous, and nectarivorous). The number of organisms was influenced by the agroforestry practices of the site, where abundant vegetative material is present in every corner.

Keywords: *Hylocereus undatus*, arthropods, trophic guilds, ecosystem services, agroforestry system.

1 Introducción

1.1 Características generales de *Hylocereus undatus*

Hylocereus undatus es una cactácea de importancia económica por sus frutos comestibles y su tolerancia a las sequías, crecen en áreas templadas, tropicales, subtropicales y semiáridas en México, Centro América y Norte de Sudamérica (García-Rubio et al., 2015). Se caracterizan por la morfología peculiar de sus tallos y su fisiología que les ha permitido colonizar exitosamente los ambientes cálidos y áridos (Vázquez-Sánchez et al., 2012). Puede ser aprovechada integralmente y cultivarse con éxito en zonas en donde las condiciones climáticas y edáficas no son adecuadas para cultivos con mayor exigencia en humedad, agua y calidad de nutrientes del suelo (Ortega Hernández et al., 2018). Presenta frutos globulosos con escamas foliáceas y exocarpo de color amarillo, rojo y magenta. El endocarpo es de color blanco, amarillo o magenta con numerosas semillas diminutas (García Rubio et al., 2015). Dadas las características llamativas de la fruta, es altamente apreciada en los mercados nacionales e internacionales donde alcanzan precios atractivos (Ortega Hernández et al., 2018). A pesar de la importancia económica y comercial de la pitahaya, no se tienen investigaciones amplias sobre el cultivo de la especie *H. undatus*, tales como la dinámica de las comunidades de artrópodos, plagas potenciales, manejo sostenible del cultivo y mejoramiento de la calidad de la fruta (Manzanero Acevedo et al., 2014).

1.2 Generalidades de insectos en agroecosistemas

Los artrópodos constituyen uno de los componentes más importantes de los agroecosistemas, son responsables de gran parte de la producción agrícola de alimentos y proveen diversos tipos de servicios ecosistémicos (Bordunale, 2019; Miñarro et al., 2018). Debido a su diversidad y su notable sensibilidad a las variaciones ambientales, los artrópodos son indicadores confiables del estado de salud de su hábitat, de la biodiversidad del ecosistema y del nivel de estrés ambiental (González et al., 2022). Por lo contrario, la expansión de la frontera agrícola tiene como consecuencia directa el cambio abrupto en las condiciones ambientales y disponibilidad de recursos que puede conducir a situaciones de competencia entre las poblaciones de insectos y las actividades agrícolas. Estas interacciones pueden tener implicaciones significativas en la dinámica poblacional de la comunidad de artrópodos (Calderón Soto, 2021).

En este sentido, los sistemas de producción agroforestal se destacan por su prolífica biodiversidad, al combinar componentes forestales con cultivos herbáceos o convencionales. Los árboles, utilizados para proporcionar sombra o soporte, fomentan la recuperación de la biodiversidad en los ecosistemas al albergar una amplia variedad de artrópodos, incluyendo insectos y arañas que pueden actuar como enemigos naturales, polinizadores, degradadores de materia orgánica, herbívoros, etc. Las relaciones de artrópodos en este tipo de agroecosistema se desarrollan en las áreas que predominan la planta y del suelo, donde predominan los artrópodos que se alimentan de hojas y frutos (Calderón Soto, 2021).

Los insectos desempeñan un papel crucial en las plantaciones de pitahaya, ya que pueden tener repercusiones importantes como la aparición de plagas y enfermedades que puedan impactar negativamente la producción, pero también pueden actuar como control biológico. El comportamiento de los insectos, tanto aquellas consideradas plagas como los benéficos, está influenciado por diversas variables, como las condiciones climáticas, el sistema de cultivo y el estado de desarrollo de la planta. Por esta razón, resulta crucial familiarizarse con la dinámica poblacional de los insectos. Asimismo, contar con un conocimiento detallado sobre la identificación de especies, los momentos del año en que emergen los artrópodos y las etapas fenológicas en las que la planta es más susceptible a los ataques para tener un plan de contingencia para disminuir la cantidad de ataques a la producción (Eder & Mayra, 2022).

1.3 Clasificación de grupos funcionales.

La comunidad de artrópodos en los agroecosistemas pueden clasificarse en gremios tróficos de acuerdo a los recursos naturales que explotan de manera simultánea (González Salazar et al., 2014), de acuerdo a los rasgos funcionales con respecto a las características morfológicas, fisiológicas y fenológicas correspondientes al individuo (Bonilla Urrutia, 2019). Los artrópodos con un conjunto de rasgos funcionales comunes que pueden clasificarse en gremios tróficos como depredadores, parasitoides, fitófagos, saprófagos, detritívoros, nectarívoros y polinizadores, entre otros (Urrutia Arduin, 2018). El término de gremios tróficos agrupa las especies sin tener en cuenta la clasificación

taxonómica, centrando la atención en las especies involucradas en las interacciones competitivas. De esta manera cada gremio cumplirá un rol ecológico según el uso que haga con los recursos de una comunidad (González Salazar et al., 2014). Dentro de estos gremios tróficos, la clase insecta y arachnida son los artrópodos más importantes como enemigos naturales de plagas. También se incluyen especies omnívoras, que durante su etapa adulta se alimentan de néctar, polen, savia y diferentes materiales de plantas (Polack et al., 2020).

En el gremio de los fitófagos se encuentran algunos grupos de herbívoros considerados como plagas por el consumo de follaje o savia especialmente en etapa de larvas del orden lepidóptera de la familia cicadellidae. Por lo general, los tejidos suaves de las hojas hacen que las superficies inferiores (abaxiales) sean más atractivas. Estos organismos utilizan esta parte de las hojas como resguardo contra depredadores y ciertos elementos climáticos.

Los depredadores son organismos carnívoros durante todo el ciclo de desarrollo, en sus estados inmaduros o de adulto atrapan presas para su consumo total o parcial, comúnmente el tamaño es superior al de las presas, estos tipos de artrópodos proveen un servicio ecosistémico muy importante que es el control biológico, reduciendo el número de individuos perjudiciales para los cultivos (Urrutia Arduin, 2018). Los grupos con mayor presencia como depredadores incluyen *Dipteros*, *Himenópteros*, *Hemípteros*, *Coleópteros* y *Homópteros*. Las presas más comunes se encuentran *Aphididae*, larvas de *Lepidoptera*, *Cicadellidae*, y *Tephritidae*.

Por otro lado, los organismos parasitoides infestan huevos, pupas y adultos, permaneciendo hasta su etapa adulta. Han sido utilizados como agentes de control biológico por el rol ecológico de controlar poblaciones de especies pertenecientes a distintos organismos como *Curculionidae*, larvas de *Lepidopteros* y *Tephritidae*. (Urrutia Arduin, 2018, Latacela Ramos, 2023). Los parasitoides son organismos que, en su fase inmadura, se desarrollan dentro del cuerpo de otros insectos. Durante este período se alimentan de sus hospederos hasta que completan su ciclo de vida. Una vez alcanzan la etapa adulta, los parasitoides experimentan un cambio notable en su comportamiento. Dejan de ser parasitoides y asumen el papel de depredadores, en esta fase buscan y se alimentan de otros insectos para obtener los nutrientes necesarios para su supervivencia. Esta dualidad en el papel ecológico de los parasitoides añade un elemento intrigante a la dinámica de los ecosistemas. Su presencia y actividad influyen de manera significativa en las poblaciones de insectos, afectando así la estructura y el equilibrio de la comunidad biológica. En este grupo sobresalen los insectos del orden *Himenóptero* de las familias *Trichogramma* y *Telenomus* e insectos del orden *Díptero* de la familia *Hydrellia* (Eder & Mayra, 2022).

Los polinizadores, desempeñan un papel fundamental para la salud de los agroecosistemas, la producción de alimentos y la conservación de la biodiversidad. De los 115 cultivos de mayor relevancia a nivel mundial, se estima que 85 dependen de la polinización asistida por artrópodos. Esto constituye aproximadamente el 35% de los frutos y vegetales consumidos. Además, entre un 5% y un 8% de la producción agrícola global se ve directamente afectada por la

polinización asistida, lo que equivale a un valor estimado de entre 235 y 577 mil millones de dólares estadounidenses. Estos datos demuestran la trascendencia económica, social y ambiental de los insectos polinizadores (Collantes G et al., 2023). La polinización es un servicio ecosistémico clave. Los polinizadores necesitan polen, para la reproducción y el desarrollo larvario en muchas especies de abejas. Además, el néctar de las flores es una fuente principal de energía para los adultos y las larvas (Miñarro et al., 2018).

1.4 Interacción pitahaya-artrópodos

Se han identificado diversas especies que ejercen un impacto significativo como plagas, afectando distintas etapas fenológicas de las plantas. En un estudio realizado por Ronquillo (2021) menciona que existen 10 especies de artrópodos en las pitahayas considerados como plagas, en los que se encuentran *Leptoglossus zonatus* (Dallas), *Dasiops saltans* Townsend, *Myzus persicae*, *Paracoccus marginatus*, *Ferrisia virgata*, *Trigona* spp., *Maracayia chlorisalis* Walker, *Atta* spp., *Solenopsis* spp., *Metamasius* spp (Ronquillo, 2021). De las cuales, cinco especies ejercen mayor impacto en la planta, *Leptoglossus zonatus* (Dallas) se presenta en el primer mes de botones florales en estado de ninfa y adulto, causando daño al cortar el tejido con su aparato bucal (Gámez, 2021), *Dasiops saltans* deposita los huevos dentro de los botones florales mediante el ovipositor de la hembra alimentándose de anteras y órganos reproductivos de la pitahaya, *Trigona* spp se presenta días antes de la antesis atacando los botones florales, *Maracayia chlorisalis* los adultos depositan sus huevos en las vainas y

pedúnculos, las larvas producen pequeños agujeros en las vainas penetrando su interior hasta la putrefacción y *Metamasius* spp los adultos y larvas se alimentan del material vivo o muerto, perforan y se alimentan de tallos, flores y frutos dando entrada a patógenos (Ronquillo, 2021).

El comportamiento de los insectos, tanto aquellas consideradas plagas como los benéficos, está influenciado por diversas variables, como las condiciones climáticas, el sistema de cultivo y el estado de desarrollo de la planta. Por esta razón, resulta crucial familiarizarse con la dinámica poblacional de los insectos. Asimismo, contar con un conocimiento detallado sobre la identificación de especies, así como sobre los momentos del año en que emergen los artrópodos y las etapas fenológicas en las que la planta es más susceptible a los ataques, resulta fundamental (Eder & Mayra, 2022). La información disponible sobre grupos funcionales presentes en los agroecosistemas de pitahaya es escasa (Patiño et al., 2014), en especial sobre la interacción de los grupos funcionales de artrópodos y las diversas dinámicas que ejercen dentro del cultivo de pitahaya. Este estudio busca profundizar en la comprensión de las interacciones de los artrópodos en el cultivo de pitahaya en cuanto a la provisión de los servicios ecosistémicos proporcionados por estos artrópodos como la polinización y el control de plagas. Al comprender cómo estos grupos funcionales interactúan en diferentes estaciones climáticas, se podrán identificar los momentos críticos en los que su influencia puede ser más significativa.

2 Objetivo General

Evaluar el efecto de los árboles nativos dispersos sobre la composición y diversidad de la comunidad de artrópodos aéreos en plantaciones agroforestales de *Hylocereus undatus* en etapas de crecimiento y reproducción.

2.1 Objetivos específicos

1. Identificar las variaciones en la composición y diversidad de artrópodos de diferentes gremios tróficos en etapas de crecimiento y reproducción de Pitahaya.
2. Describir la importancia ecológica de los grupos funcionales de artrópodos aéreos de acuerdo a los servicios ecosistémicos que proveen.

3 Metodología

3.1 Sitio de estudio

Este estudio se realizó en el rancho El Brasil, ubicado en el municipio de Suchiapa, Chiapas ($16^{\circ}36'08''\text{N}$ y $93^{\circ}05'53''\text{W}$). El cultivo de pitahaya se encuentra en una superficie de 3 ha con árboles dispersos, por lo tanto, existen áreas en las cuales el cultivo se encuentra bajo sombra. Dentro del predio, el rango de temperatura está en $20\text{-}26^{\circ}\text{C}$, con una precipitación de 800-1500 mm al año. Predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, la vegetación circundante del sitio es selva baja caducifolia (Llaven José et al., 2019). Presenta componentes vegetativos de nanche (*Byrsonima crassifolia*), palo brasil (*Heamatoxylum brasiletto*), lantá (*Ceiba aesculifolia*), caoba (*Swietenia humilis*), árbol cepillo (*Callistemon citrinus*), guaje (*Leucaena leucocephala*), huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis juliflora*), amolillo (*Lysiloma divaricatum*), plumajillo (*Alvaradoa amorphoides*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*) (Llaven José, 2020). El suelo está formado de rocas calizas con estratos de lutita y roca de tipo detrítico que contiene clastos de tamaño arena. La mayor parte de uso del suelo se destina a la agricultura (34.04%), pastizal cultivado (14.55%) y zonas urbanas de (1.97%). La plantación de pitahaya se encuentra integrada principalmente por plantas de *Hylocereus untatus* que crecen en soportes de *Bursera diversifolia*. Particularmente en esta plantación existen árboles nativos dispersos aleatoriamente, que se toleran por los propietarios como elementos naturales del agroecosistema.

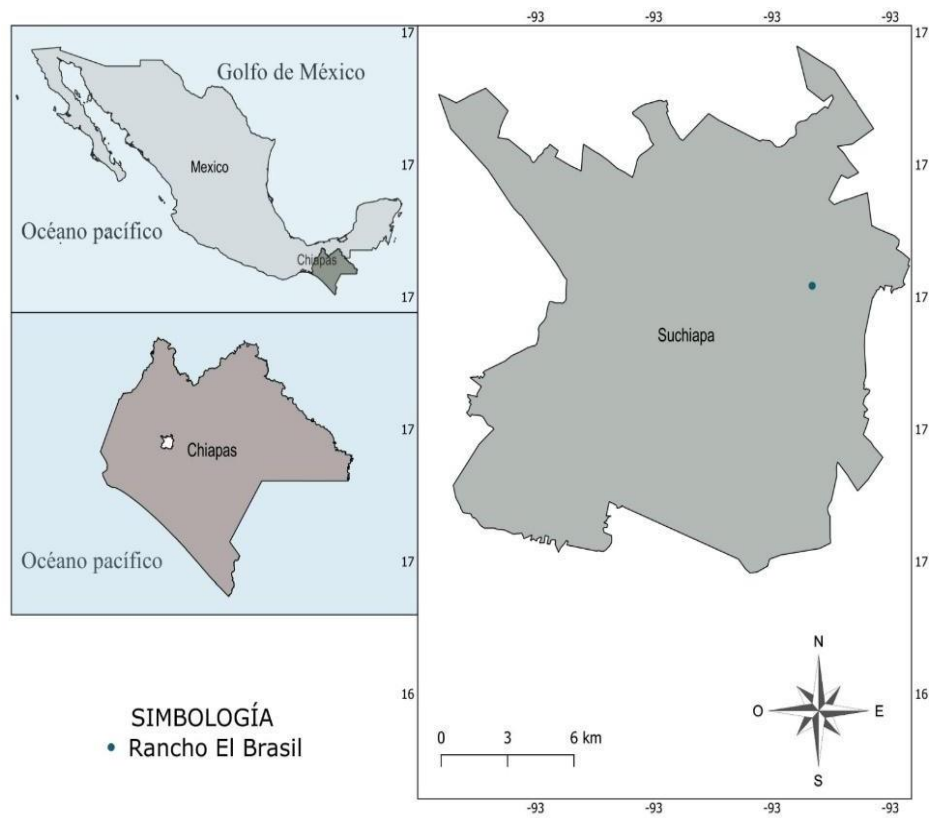


Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de estudio rancho el Brasil.

3.2 Diseño de muestreo

Para evaluar la dinámica de la comunidad de artrópodos en plantaciones de pitahaya se realizaron dos muestreos en etapas fenológicas contrastantes, uno en la etapa de reproducción (Junio - Octubre), que coincide con la época de lluvia, y otro en etapa vegetativa (Noviembre - Mayo) que coincide con la época de sequía. En cada muestreo se establecieron 20 transectos de 18 m cada uno, distribuidos a lo largo de toda la plantación en una forma de Zig-Zag con el propósito de abarcar una mayor superficie y homogeneizar la captura de datos. En cada transecto se escogieron 5 plantas de pitahaya con alta densidad de tallos, la selección fue bajo sol y bajo sombra, por lo tanto, también se tomaron en cuenta la presencia de especies forestales para análisis posteriores dentro de la comunidad de artrópodos. Para la colecta de artrópodos se utilizaron dos técnicas de captura: redes entomológicas y aspiradores de insectos. Ambas técnicas se aplicaron en cada fecha de muestreo. Las redes entomológicas son estructuras de 40 cm de diámetro con tela de tul suave en forma de cono de 100 cm de largo. En los puntos de muestreo se realizaron movimientos semi circulares con las redes entomológicas para captura de artrópodos aéreos, posicionándose en los 4 puntos cardinales sobre la planta seleccionada, durante 3 minutos. La técnica de succionador y colecta manual se aplicó directamente en los cladodios de pitahaya durante las temporadas de crecimiento y reproducción. En los puntos de muestreo seleccionados se registró la presencia/ausencia de árboles nativos dispersos para identificar el papel de los árboles dispersos sobre la comunidad de artrópodos. Los organismos colectados se clasificaron en orden y familia utilizando las guías

taxonómicas de Milne, L. J., & Milne, M. J. G. (1980). The Audubon Society field guide to North American insects and spiders. Knopf.

3.3 Análisis estadísticos

Para evaluar diferencias de abundancia para Etapa fenológica y micrositio se usando pruebas de Man-Whitney-U debido a que los datos no cumplen con los supuestos para hacer pruebas paramétricas. Para evaluar si la especie de árbol de sombra influye sobre la abundancia de organismos se usaron pruebas de Kruskal-Wallis debido a que los datos no cumplen con los supuestos para pruebas paramétricas y las comparaciones carecen de potencia estadística. Además, se observaron 10 especies de árbol con frecuencias de muestreo muy desiguales.

En este estudio se decidió por el análisis de la riqueza y abundancia por separado antes que por índices de diversidad debido a que en sistemas de producción la abundancia, de organismos plagas, por ejemplo, es clave para calcular umbrales de acción para MIP (manejo integrado de plagas). Además, con la abundancia es más fácil monitorear las dinámicas de predador: herbívoro, polinizadores y detritívoros por separado. Para evaluar la interacción de Grupo Funcional x Micrositio se usaron GLM-Poisson.

Para evaluar la similitud entre las variables de técnicas de muestreo, temporadas de lluvias-sequias y la sombra de los árboles dispersos sobre el predio, utilizó del índice de Jaccard. Los valores de este índice varían de 0 a 1, donde 0 es una similitud nula y 1 es una similitud completa.

La fórmula del índice de Jaccard es:

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

$|A \cap B|$ es el tamaño de la intersección de los conjuntos A y B (elementos comunes a ambos conjuntos).

$|A \cup B|$ es el tamaño de la unión de los conjuntos A y B (todos los elementos únicos en ambos conjuntos).

4 Resultados y Discusión

4.1 Composición de la comunidad de artrópodos.

A lo largo de todo el estudio se recolectaron un total 248 individuos de artrópodos aéreos, que corresponden a 12 órdenes, 42 familias y 3 gremios tróficos (Herbívoros, Depredadores y Nectarívoros). Las familias más abundantes en todo el estudio son Aphididae (33), Formicidae (27) y Salticidae (21) Tabla (1).

En cuanto a gremios tróficos, los herbívoros fueron los más abundantes en todo el estudio, con 123 individuos (49,6 % del total; 2.56 ± 4.60 SD; $n = 48$), seguidos de los depredadores con 72 (29.0 %; $1,64 \pm 1.18$ SD; $n = 44$) y los nectarívoros con 53 (21.4 %; 1.66 ± 1.21 SD; $n = 32$). Sin embargo, las pruebas de Kruskal-Wallis indican que no hay diferencias significativas de abundancia entre gremios tróficos en todo el estudio ($U = 0.11$, $p = 0.95$).

Tabla 1. Abundancia de familias agrupadas por grupos funcionales

Depredadores		Herbívoros		Nectarívoros	
Familia	Abundancia	Familia	Abundancia	Familia	Abundancia
Salticidae	21	Aphididae	33	Syrphidae	19
Asilidae	16	Formicidae	27	Andrenidae	8
Reduviidae	14	Miridae	8	Apidae	5
Vespidae	8	Coreidae	8	Megachilidae	2
Chrysopidae	5	Cicadellidae	6	Muscidae	2
Cantharidae	2	Lygaeidae	3	Halictidae	1
Histeridae	2	Hesperiidae	2	Anthophoridae	1
Lycosidae	2	Drosophilidae	2	Calliphoridae	1
Mantidae	2	Cicadidae	2		
Staphylinidae	2	Buprestidae	2		
Araneidae	1	Acrididae	2		
Labiduridae	1	Scarabaeidae	1		
Linyphiidae	1	Pentatomidae	1		
Oxyopidae	1	Gryllacrididae	1		
Tiphiidae (P)	1	Chrysomelidae	1		

4.2 Efecto de los árboles dispersos sobre la composición de la comunidad de artrópodos (Efecto de micrositio).

De los 248 organismos colectados en todo el estudio, 185 (74,6 %) se capturaron en el micrositio *Sol* y en *Sombra* 63 (25,4 %), aunque la comparación estadística no paramétrica (prueba de Kruskal-Wallis) no detectó diferencias significativas de abundancia entre micrositios ($U = 1380.5$, $p = 0.60$). En condiciones de sol las tres familias más importantes en cuanto a abundancia son Aphididae (33), Salticidae (21) y Formicidae (18).

Mientras que en condiciones de sombra fueron Formicidae (9), Cicadellidae (5) y Syrphidae (5). Profundizando en la identidad de los árboles dispersos sobre la abundancia de artrópodos se encontró que no hay diferencias de abundancia de organismos asociadas a las especies ($U = 3.19$ $p = 0.67$). Sin embargo, se encontraron ciertas tendencias de abundancia asociada a la identidad de árboles dispersos bajo los cuales crece la Pitahaya. Por ejemplo, en las pitahayas que crecen bajo la sombra de *Haematoxylum brasiletto* el número de organismos colectado fue de 26 ($n = 2$ muestreos; media = 13.0 ± 16.97 SD), seguido de *Poeppigia procera* con 13 individuos ($n = 7$; 1.86 ± 1.86 SD) y *Gliricidia sepium* con 5 individuos ($n = 3$; 1.67 ± 1.15 SD). Varias especies de árboles presentaron abundancias de artrópodos menores o igual a 4 individuos por especie (Figura 2).

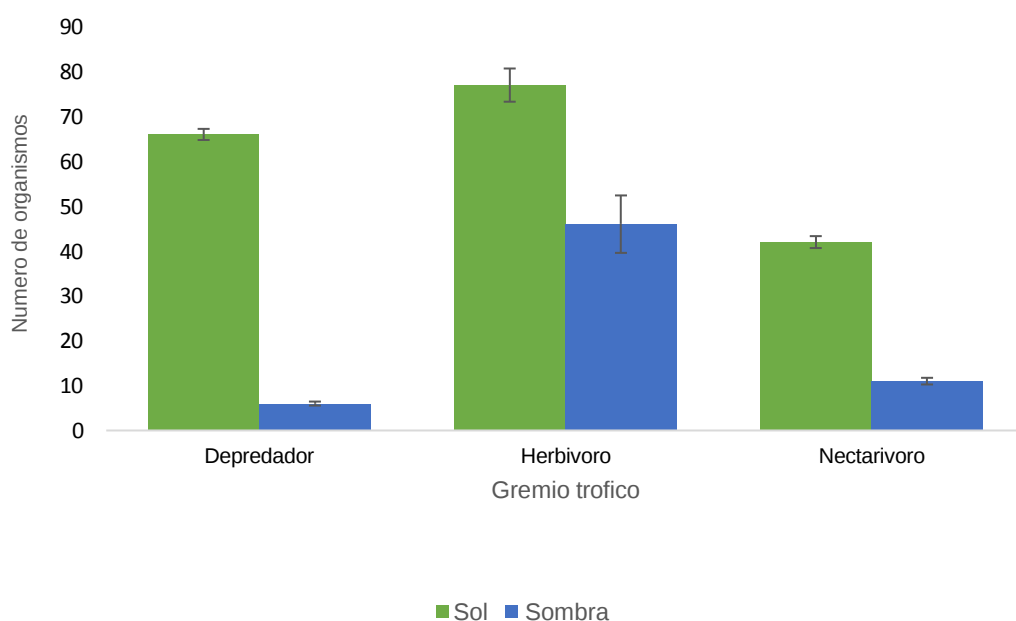


Figura 2. Variación de la abundancia de los grupos funcionales bajo el efecto sol y sombra.

El GLM que evaluó la interacción entre Gremios tróficos y micrositio demostró que no hay interacción significativa ($X^2=4.34$, $GL= 2$, $p=0.113$), lo que indica que la condición sol-sombra, tampoco determina la presencia de un gremio trófico en particular.

4.3 Índice de Similitud de Jaccard por Micrositio.

El análisis para el efecto de los árboles muestra un porcentaje alto (el 70%) de las especies se encuentran en ambos ambiente sol o sombra (Figura 6). Algunas especies de artrópodos suelen ser especialistas en ciertas especies de árboles por el tipo de follaje y micrositios, similar a las especies que se encuentran en zonas despejadas, que generan microhábitats dentro del follaje o sobre los tutores vivos que están bajo el efecto del sol (Gossner et al., 2014).

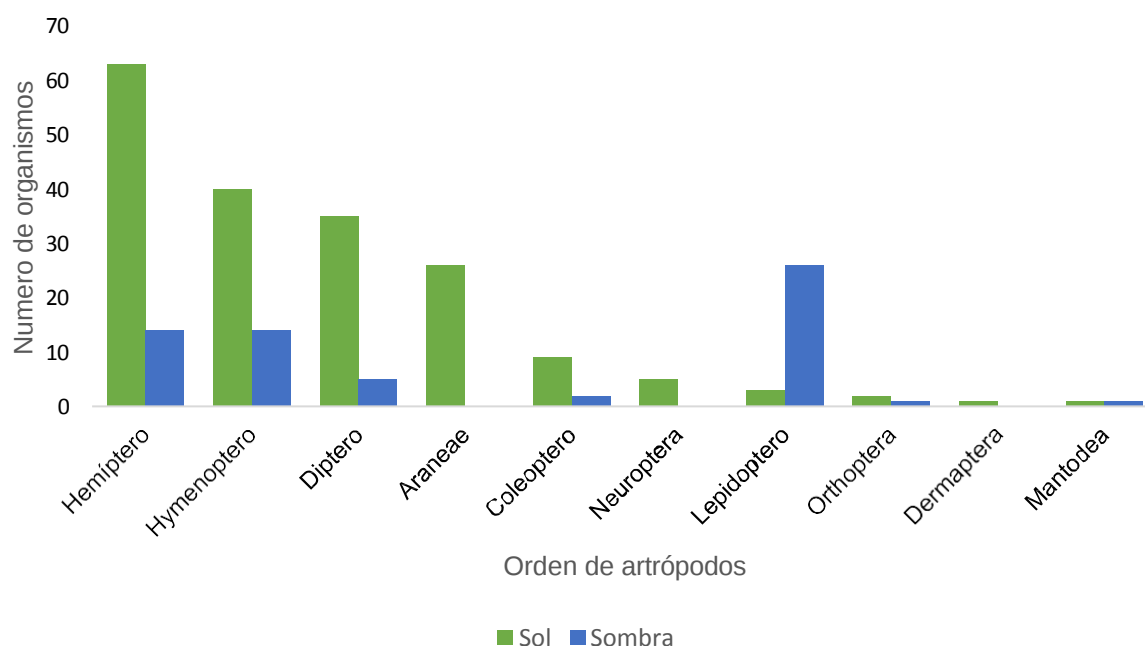


Figura 3. Riqueza y abundancia de artrópodos del cultivo de la pitahaya bajo sol y sombra.

El 30% sugiere que hay un conjunto de especies que son comunes en ambos ambientes tanto en zonas despejadas y bajo el efecto de los árboles, estas especies son más susceptibles a los cambios de temperatura en el predio. Diferentes especies vegetativas y de árboles ofrecen recursos específicos que favorecen la presencia de las especies de artrópodos en ambos ambientes.

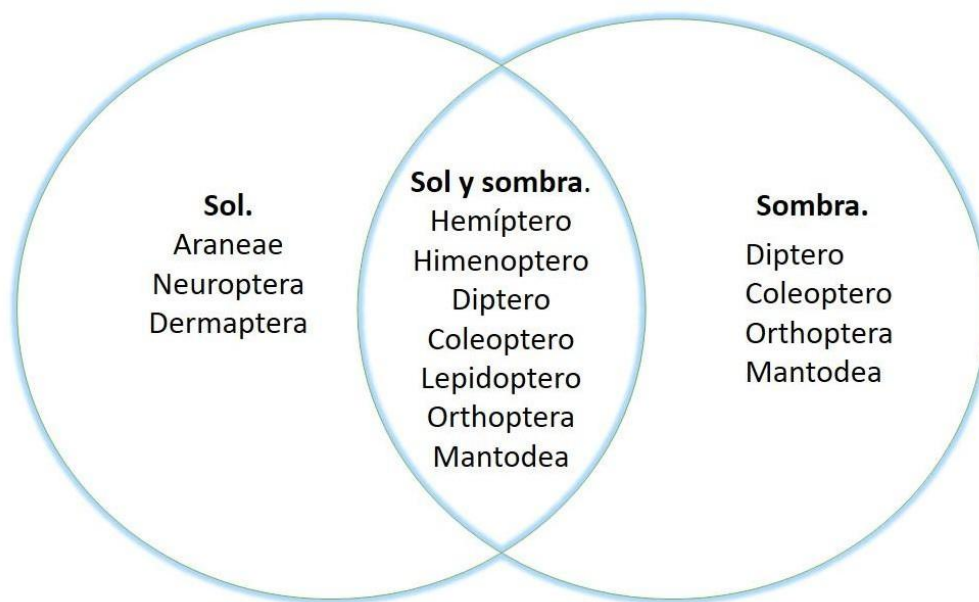


Figura 4. Diagrama de Venn de las familias en variables de sol y sombra, muestra los organismos que comparten el mismo ambiente y los que son exclusivos de una sola área.

Las temperaturas altas que tienen las zonas despejadas puede ser beneficioso para muchos artrópodos depredadores que dependen de la temperatura ambiente para regular su actividad metabólica(Vangansbeke et al., 2015). La presencia o ausencia de árboles señalan los efectos sobre la composición y diversidad de los depredadores, lo que sugiere una relación estrecha entre la vegetación nativa y la dinámica de la población de depredadores en el cultivo.

El grupo funcional de los nectarívoros posee una mayor concentración de organismos en zonas en condición sol y una notable disminución bajo el efecto de los árboles. La concentración diferencial de nectarívoros en condición sol en comparación con áreas bajo el efecto de los árboles del sistema agroforestal de pitahaya puede interpretarse a través de la interacción compleja entre la estructura del paisaje y la diversidad de árboles y la disponibilidad de recursos. Las zonas con exposición al sol tienen una mayor exposición solar favorecen el crecimiento y floración de una vegetación más densa, sumado a las prácticas agroforestales de incorporar hortalizas.

Los herbívoros son el grupo funcional más numeroso en las áreas estudiadas, con un total de 77 organismos identificados en zonas bajo la condición sol y 46 bajo la sombra de los árboles. Esta predominancia puede explicarse por las actividades principales de este gremio, que se centran en el consumo de materia vegetal proveniente tanto de las plantas circundantes como del cultivo principal de pitahayas. Aunque algunos organismos herbívoros se limitan a consumir materia vegetal en su estado larval, muchos pasan la mayor parte de su ciclo de vida

alimentándose de ella. Es importante destacar que la presencia o ausencia de sombra de los árboles no parece influir significativamente en la actividad de este grupo funcional. Esto se debe a su principal fuente de alimentación y la variación en su abundancia puede estar más relacionada con la disponibilidad de recursos vegetales que con la presencia de sombra.

Esta observación impone la importancia de comprender las interacciones entre los diferentes componentes de los ecosistemas para entender la dinámica sobre la composición y diversidad de organismos en su entorno natural. Un porcentaje menor de artrópodos que se encuentran bajo la sombra de los árboles y artrópodos que se encuentran en un solo ambiente, como las especies de araneae y neuróptera que están en el ambiente sol. Esto puede estar relacionado con el tipo de servicio que proveen estas especies, ya que se dedican a la depredación de otras especies, esto resulta favorable ya que funcionan como controladores naturales de posibles plagas, como en el caso del orden hemíptero, que la mayor parte de sus especies son herbívoros. Los grupos de artrópodos responden diferentemente a los ambientes en variables de sol y sombra, debido a las condiciones ecológicas, fisiológicas y de comportamiento que promueve el establecimiento en un solo ambiente. Los hemípteros y dípteros prosperan en condiciones de mayor intensidad de luz solar y temperaturas altas, a diferencia de lepidópteros, que posee una mayor abundancia en épocas de lluvias, esto corresponde al periodo de crecimiento las larvas de este grupo funcional, en beneficio a las condiciones frescas y húmedas de las áreas sombreadas.

4.4 Efecto de la etapa fenológica sobre la comunidad de artrópodos.

En la etapa de Crecimiento ($n = 65$ registros) se contabilizaron 126 organismos (50,8 % del total), con una media de 1.94 ± 2.84 SD individuos por transecto, por muestreo. Durante la etapa de Reproducción ($n = 59$ registros) se obtuvieron 122 individuos (49,2 %), con una media ligeramente superior de 2.07 ± 3.24 SD. Sin embargo, no existen diferencias significativas entre la abundancia de organismos entre etapas de crecimiento y reproducción ($U = 1698$, $p = 0.17$). Esto demuestra una dinámica relativamente estable de la comunidad de artrópodos a lo largo del ciclo estacional. Estudios señalan que una estabilidad de artrópodos en un micrositio se debe a las condiciones de temperatura, precipitación y humedad, cuando estas variables no sufren cambios notables a lo largo del año los artrópodos se mantienen estables. En zonas donde la vegetación es densa los micrositios se mantienen estables con materia vegetal disponible para múltiples especies dentro del entorno y adaptarse a pequeñas variaciones, por lo tanto, el cambio en la dinámica de los artrópodos entre estaciones no se ve afectada por la disponibilidad de recursos (Ajerrar et al., 2023).

Muchos organismos han desarrollado estrategias que les protegen de fluctuaciones ambientales estacionales. Estas adaptaciones incluyen la sincronización del crecimiento, la reproducción y la latencia para adaptarse a condiciones favorables, así como el almacenamiento de energía y la plasticidad del desarrollo. Estas estrategias permiten que las poblaciones mantengan números relativamente estables a lo largo de las estaciones, ya que los individuos ajustan sus actividades y etapas de vida a ciclos anuales predecibles,

minimizando así el impacto de la variabilidad ambiental en la abundancia general (Varpe, 2017). En cuanto a la riqueza de familias asociadas a la etapa fenológica se encontró que, durante la etapa de crecimiento las familias más representativas fueron Aphididae (33), Salticidae (21) y Formicidae (18), mientras que en la etapa reproductiva predominaron Syrphidae (19), Asilidae (15) y Formicidae (9).

En cuanto a la riqueza de familias por grupos funcionales se encontró que los depredadores estuvieron representados principalmente por Salticidae (21), Asilidae (16) y Reduviidae (14), los herbívoros por Aphididae (33), Formicidae (27) y Coreidae (8), y los nectarívoros por Syrphidae (19), Andrenidae (8) y Vespidae (8).

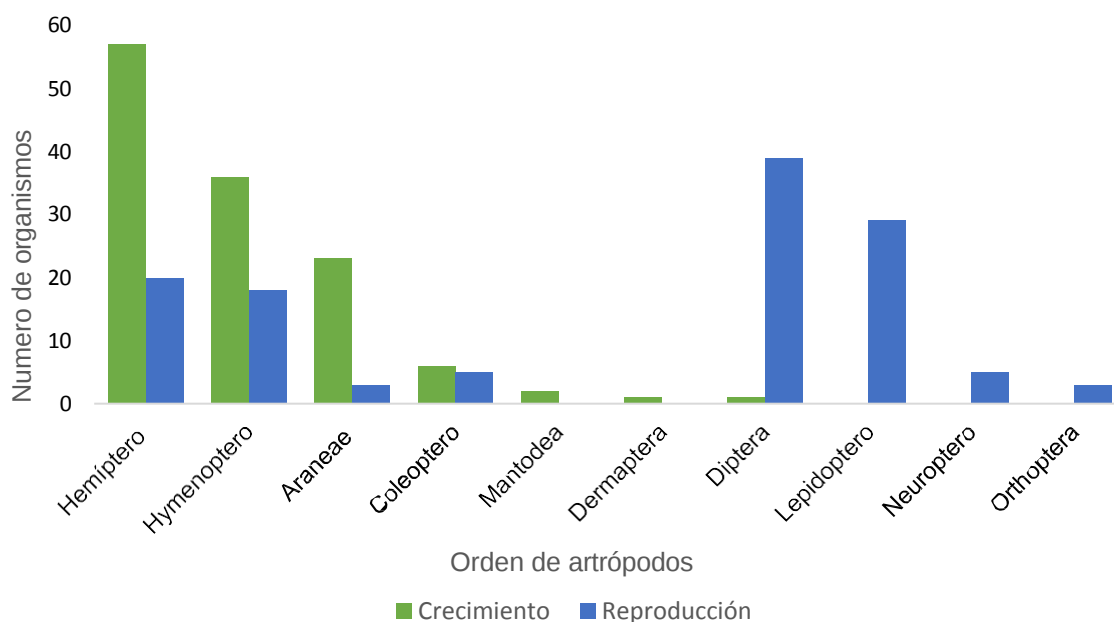


Figura 5. Composición de artrópodos en épocas de crecimiento y reproducción.

Si bien en otros estudios se ha registrado presencia de herbívoros en sistemas agroforestales (Moreno Calles et al., 2022), debido a que las plagas como hemípteros y lepidópteros tienden a conformar el gremio más numeroso mientras que la presencia de depredadores (ej. Asilidae, Reduviidae) y nectarívoros (Apoidea) indica la relevancia de servicios ecosistémicos de control biológico y polinización. La riqueza y abundancia de las especies no muestra diferencias significativas en las redes tróficas, manteniéndose en equilibrio en las estaciones, las razones principales es el manejo del cultivo al mantener una cobertura vegetal en todo el año, combinar diferentes especies forestales, plantas, arbustos y plantas estimula áreas de oportunidad para el desarrollo de diferentes clases como herbívoros, depredadores y polinizadores que mantienen el equilibrio entre especies y mejora la calidad del ambiente y del cultivo (Kurnianto et al., 2022).

Estos resultados pueden estar vinculados a varios aspectos con relación a las prácticas agroforestales del predio como ofrecer diversidad de cultivos asociados que proveen de recursos como polen, néctar y tejidos vegetativos blandos durante todo el año. Estas prácticas ofrecen un ambiente propicio para la presencia de diferentes grupos de artrópodos en la matriz del cultivo. Como ejemplo, dentro del área de cultivo se introducen especies como, canavalia (*Canavalia ensiformis*), calabaza (*Cucurbita* sp.), chipilín (*Crotalaria longirostrata*) y cempasúchil (*Tagetes* sp.) entre otros, contribuyen significativamente a la diversidad y disponibilidad de recursos enriqueciendo el entorno ecológico (Figura 6). Estas especies no solo proveen recursos, sino que también desempeñan un papel crucial en la prestación de servicios ecosistémicos. La alta diversidad de plantas provee gran parte de

nichos y material orgánico para diferentes gremios tróficos, estas interacciones amortiguan las fluctuaciones estacionales y mantienen una abundancia relativamente estable durante las estaciones lo largo del año (Rivera, 2018).



Figura 6. Introducción de especies secundarias dentro del cultivo de *Hylocereus undatus*.

Los resultados que observamos en nuestro estudio pueden ser explicados por la estructura de los hábitats y el microclima que se genera en el predio, al combinar varios elementos vegetativos se pueden crear microclimas que amortiguan los cambios en las variaciones estacionales en temperatura y humedad, permitiendo que las poblaciones de artrópodos se mantengan estables sin cambios

significativos en su estructura como se ha demostrado en otros estudios (Dzib Castillo, 2016),

La mayor concentración de himenópteros correspondió principalmente a polinizadores de las familias Andrenidae, Apidae, Halictidae y Megachilidae, así como a hormigas de la familia Formicidae. Estos organismos se agrupan dentro del gremio de polinizadores, mientras que los arácnidos (Araneae), cuya dieta es exclusivamente depredadora, estuvieron representados principalmente por Salticidae, Oxyopidae, Lycosidae y Araneidae.

En contraste, durante la etapa reproductiva destacaron los dípteros y lepidópteros como los gremios con mayor riqueza de organismos. Dentro de los dípteros se identificaron tanto depredadores como polinizadores, sobresaliendo Drosophilidae, Syrphidae, Calliphoridae y Muscidae como agentes polinizadores, y Asilidae como el principal depredador. Este último grupo resulta particularmente relevante para los servicios ecosistémicos, ya que sus especies son depredadoras generalistas con un amplio espectro de presas, incluyendo moscas, abejas, avispa, mariposas, polillas, escarabajos, saltamontes y grillos.

La capacidad de Asilidae para regular poblaciones de insectos contribuye al mantenimiento del equilibrio trófico dentro del agroecosistema de pitahaya (McAlister & Wing, 2023)

Los lepidópteros se reconocen por su papel como polinizadores en los ecosistemas; sin embargo, en este estudio la mayoría de los individuos

recolectados correspondieron a estadios larvales. Durante la etapa reproductiva (época de lluvias), el incremento en la cobertura vegetal favoreció el desarrollo de las larvas, que utilizaron las hojas como recurso alimenticio y como sustrato de hospedaje. El aumento de la humedad resultó determinante para su supervivencia, ya que proporcionó las condiciones adecuadas para completar de manera óptima el ciclo de desarrollo de los lepidópteros.

4.5 Índice de Similitud de Jaccard.

El análisis con el índice de Jaccard reveló que el 77% de las familias se encontraron de manera exclusiva en las etapas de crecimiento o de reproducción, mientras que solo el 23% estuvo presente en ambas fases fenológicas. Esta distribución sugiere una fuerte relación de la comunidad de artrópodos con la estacionalidad, influenciada por factores como temperatura, humedad, precipitación y la disponibilidad de recursos específicos en cada etapa. La mayor abundancia o accesibilidad de recursos, así como las interacciones y la competencia entre organismos, parecen determinar la presencia diferencial de los grupos (Duyar & Makineci, 2016). En concordancia, se ha reportado que la riqueza y abundancia de especies tienden a ser mayores durante primavera y verano, épocas que coinciden con la fase de crecimiento, debido a la mayor disponibilidad de recursos y a condiciones ambientales más favorables (Majeed et al., 2020).

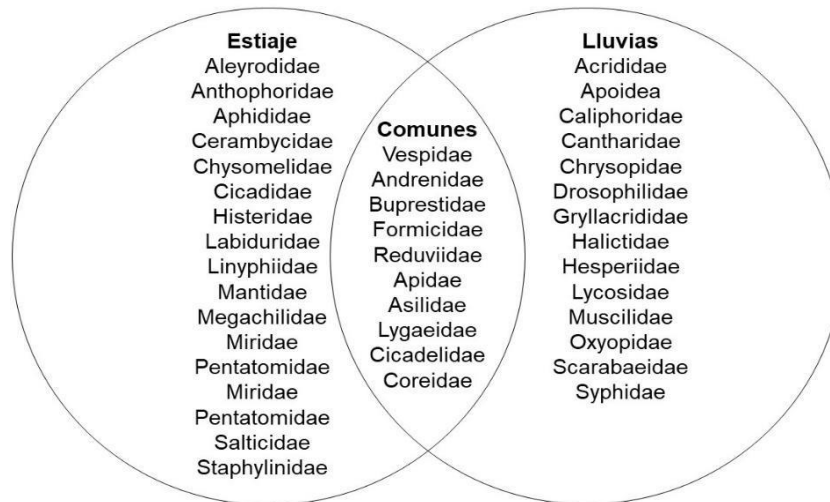


Figura 7. Diagrama de Venn con familias presentes exclusivas para la etapa de crecimiento y reproducción y las familias que se encuentran en ambas etapas.

4.6 Importancia ecológica de los grupos funcionales de artrópodos

Los artrópodos a nivel mundial son considerados un grupo de alta diversidad, clasificados como hiperdiversos, que les permite adaptarse con facilidad y rapidez a diversos ambientes. Desempeñando diversas funciones como polinización, depredación y compactación de materia orgánica, de igual manera, algunos artrópodos son considerados como bio-indicadores de la salud de los ecosistemas. La alta diversidad de los artrópodos es favorecida por la heterogeneidad del ecosistema, permitiendo que los recursos sean suficientes para las especies que facilitan su interacción (Sánchez, 2022). Para la interpretación de la importancia ecológica, se tomaron en cuenta la familia y el orden de artrópodos con mayor número de riqueza y abundancia (Tabla 1).

Entre las familias más importantes que se encontraron en este estudio se pueden mencionar las siguientes que pueden tener una importancia para el cultivo de pitahaya. Las familias Salticidae, Asilidae y Reduviidae comparten roles ecológicos específicos como controladores naturales de plagas, aunque pertenecen a diferentes grupos taxonomicos, compiten por presas similares dentro de la cadena trófica. Aphididae, Formicidae y Miridae, estas tres familias interactúan debido a que los pulgones son plagas potenciales y sirven como fuente de alimento para las hormigas y las chinche, aunque las chinches también son consideradas como plagas dentro del cultivo de pitahaya.

Syrphidae, Andrenidae y Apidae cumplen roles importantes de polinización fundamentales para el mantenimiento del agroecosistema de pitahayas, las larvas de Syrphidae cumplen un rol como depredadoras que se alimentan de áfidos y otros insectos fitófagos, contribuyendo dentro de la red trófica como polinizadores y depredadores (Reynolds et al., 2024).

La familia Salticidae, del orden Araneae, cumplen un rol muy importante como controladoras de plagas, las arañas saltadoras son depredadores generalistas que se alimentan de diversos insectos, incluyendo muchas plagas agrícolas como áfidos, moscas blancas y pequeños escarabajos. Al controlar las poblaciones de estos insectos, las Salticidae ayudan a reducir la necesidad de pesticidas químicos en los cultivos, promoviendo una agricultura más sostenible y menos dañina para el medio ambiente (Laharia, 2025). Su capacidad de controlar poblaciones de insectos fitófagos es vital para el equilibrio del ecosistema agrícola, esta dinámica

ayuda a mantener el equilibrio ecológico, regulando las poblaciones de diversas especies y evitando explosiones demográficas que podrían ser perjudiciales para los agroecosistemas. Estos organismos tienen la capacidad de servir como bioindicadores debido a su sensibilidad a cambios en el ambiente, son buenos indicadores de la salud ecológica y la biodiversidad de los hábitats (Marin Benhadi et al., 2017)



Figura 8. Arácnido de la familia Theridiidae, orden Araneae, depredadora generalista que contribuye en el control de las poblaciones de artrópodos en ecosistemas.

Los artrópodos del orden Coleóptero incluyen amplias variedades de especies (Tabla 2), fitófagas, necrófagas, coprófagas, depredadoras y parasitas siendo el grupo más diverso de organismos en la tierra. Los organismos depredadores que cazan y consumen insectos y otros pequeños invertebrados como las mariquitas de la familia Coccinellidae, conocidas por su apetito voraz por áfidos, cochinillas y otros insectos que afectan negativamente a las plantas. Estos organismos tanto en su fase larval como adulta son eficaces depredadoras. Organismos de la familia Cantharidae, sus larvas y adultos se alimentan de huevos y larvas de otros

insectos, desempeñando un papel importante en la regulación de las poblaciones de plagas (Sloggett, 2021). Esta eficiencia en la depredación se debe a la adaptación física, muchas especies tienen mandíbulas fuertes que les permiten capturar y consumir presas más grandes y resistentes. Estos organismos exhiben comportamientos de caza sofisticados como la velocidad y agilidad al capturar sus presas, por otro lado, existen especies que pueden detectar concentraciones de organismos plaga por medio de señales químicas y visuales. Esta interacción con los coleópteros tiene un impacto positivo en la agricultura, al controlar naturalmente la población de plagas los coleópteros reducen la necesidad de aplicar pesticidas químicos, esto no solo disminuye los costos para los agricultores, sino que también minimiza los impactos negativos de los pesticidas en el medio ambiente y la salud humana. Fomentar la presencia de estos depredadores en los campos puede mejorar la salud del suelo y la biodiversidad general del ecosistema agrícola (Filho, 2021).

La familia Syrphidae, comúnmente conocida como moscas de las flores, es un grupo de insectos que desempeña roles ecológicos vitales tanto en los agroecosistemas. Su importancia ecológica se deriva principalmente de su comportamiento como polinizadores y como agentes de control biológico de plaga. A diferencia de otros polinizadores como las abejas, las moscas de las flores visitan una amplia variedad de plantas, a menudo se las observa en flores para alimentarse de néctar y polen (Párraga, 2023). Este comportamiento no solo les proporciona energía, sino que también facilita la transferencia de polen de una flor a otra, promoviendo la polinización cruzada.



Figura 9. Muestras colectadas del orden coleóptero, familias brupestidae pertenecientes al gremio de fitofagos y scarabaeidae con una amplia gama de especies fitófagas, soprofagas y depredadoras.

Su función como depredadoras está presente en varias especies de Syrphidae en su estado larval, posee la habilidad de controlar de manera efectiva las poblaciones de plagas, en especial a pulgones y áfido, este servicio reduce la aplicación de pesticidas químicos que afectan los nutrientes del suelo (Speight et al., 2014).

Los organismos de la familia Asilidae, son un grupo de excelentes controladores de plagas dentro del orden díptero, su importancia ecológica radica en la depredación de otros artrópodos en los ecosistemas que habitan. Son cazadoras ágiles y efectivas, su alimentación abarca una variedad de organismos como otros dípteros, himenópteros, escarabajos y arañas, esta actividad las convierte en reguladores naturales ayudando a controlar el número de insectos que pueden

convertirse en plagas esto les permite adaptarse a diferentes condiciones ambientales y variaciones en la disponibilidad de presas. Dentro de este grupo se encuentran especies parasitoides con una participación e interacción más compleja dentro de los ecosistemas en las relaciones tróficas. Posibles cambios significativos en sus poblaciones pueden indicar alteraciones en la estructura de la comunidad de los artrópodos, lo que puede ser un reflejo de cambios ambientales o perturbaciones antropogénicas (Jiménez Martínez & Gómez Martínez, 2020).



Figura 10. Organismo de la familia Asilidae, del orden Diptero, depredadores eficientes dentro del sistema agroforestal de pitahaya.

Tabla 2. Diversidad taxonómica de artrópodos en plantaciones de pitahaya bajo sol y sombra.

Orden	Familia	Depredador	Herbívoro	Nectarívoro
Araneae	Salticidae	21	0	0
	Lycosidae	2	0	0
	Araneidae	1	0	0
	Linyphiidae	1	0	0
	Oxyopidae	1	0	0
Coleoptero	Buprestidae	0	2	0
	Cantharidae	2	0	0
	Histeridae	2	0	0
	Cerambycidae	0	1	0
	Chrysomelidae	0	1	0
	Scarabaeidae	1	0	0
	Staphylinidae	1	0	0
	Staphylinidae	1	0	0
	Labiduridae	1	0	0
Diptero	Syrphidae	0	0	19
	Asilidae	16	0	0
	Drosophilidae	0	0	2
	Muscidae	0	0	2
	Calliphoridae	0	0	1
Hemíptero	Reduviidae	14	0	0
	Coreidae	0	8	0
	Miridae	0	8	0
	Lygaeidae	0	3	0
Homoptero	Aphididae	0	33	0
	Cicadellidae	0	6	0
	Cicadidae	0	2	0
	Aleyrodidae	0	0	1
	Pentatomidae	0	1	0
	Sin indentificar	0	1	0
Himenoptero	Formicidae	0	27	0
	Andrenidae	0	0	8
	Vespidae	0	0	8
	Apidae	0	0	5
	Megachilidae	0	0	2
	Anthophoridae	0	0	1
	Apoidea	0	0	1
	Halictidae	0	0	1
	Tiphiidae	1	0	0
Lepidoptero	Sin indentificar	0	27	0

	Hesperiidae	0	0	2
Mantodea	Mantidae	2	0	0
Neuroptera	Chrysopidae	5	0	0
Orthoptera	Acrididae	0	2	0
	Gryllacrididae	0	1	0

La familia Reduviidae son depredadoras voraces que se alimentan de una variedad de insectos incluyendo áfidos, moscas, pulgones y larvas de lepidópteros considerados como las principales plagas agrícolas. Al regular la presencia de estos artrópodos ayudan a mantener un equilibrio de especies dentro del ecosistema que habitan, estas interacciones disminuyen la aplicación de insumos químicos para dar paso a prácticas agrícolas con enfoques sostenible. Estos organismos están ampliamente distribuidos en diferentes tipos de hábitats, desde bosques tropicales hasta zonas urbanas, esta adaptación les permite cumplir funciones ecológicas en una variedad de habitat que aseguran una contribución continua a los servicios ecosistémicos.



Figura 11. Ejemplar de la familia reduviidae, del orden hemíptero.

La familia Aphididae, comúnmente conocidos como áfidos son organismos fitófagos que se alimentan exclusivamente la sabia de las plantas, la presencia y abundancia de áfidos pueden afectar significativamente la estructura y dinámica de las comunidades vegetativas, los brotes o deformidades causadas por áfidos pueden alterar la morfología y fisiología de las plantas huéspedes.

Tomando en cuenta que estos organismos son plagas agrícolas, su principal servicio ecosistemico es servir como alimento de otros artrópodos, dado que son una fuente importante de alimento para una amplia variedad de depredadores como coleópteros, crisopas, coccinellidae, larvas de sírfidos, avispa parasitoides

y arañas, estos depredadores dependen de los áfidos como fuentes confiable de alimento durante los diferentes ciclos de vida contribuyendo significativamente en a su crecimiento y supervivencia. Estas interacciones complejas forman parte de las redes tróficas dentro de los ecosistemas, donde los áfidos actúan como eslabones en la cadena alimenticia transfiriendo energía hacia los niveles tróficos superiores (Sermeño et al., 2005). La familia formicidae desempeña un papel fundamental en los ecosistemas terrestres por su influencia en múltiples niveles tróficos y procesos ecológicos claves, puesto que las hormigas consumen materia orgánica en descomposición desintegrando restos de vegetales y de animales muertos. Al transportar el material orgánico hacia sus nidos, contribuyen a la mineralización de nutrientes esenciales para disponerlos a otros organismos en el suelo. Estos procesos tienen implicaciones directas en la fertilidad del suelo acelerando la liberación de nutrientes esenciales en el suelo como nitrógeno y fosforo. Se destaca su interacción en los ecosistemas como organismos depredadores y presas en las cadenas tróficas, muchas de las especies de hormigas son depredadoras de pequeños invertebrados contribuyendo así al control de poblaciones de artrópodos.

La importancia ecológica del orden lepidóptero se deriva en varios aspectos sobre las actividades que realizan, son polinizadoras de diversas plantas silvestres como cultivadas, aunque no son tan eficientes polinizadoras como las abejas, su contribución a la polinización es vital para la diversidad y rendimiento de los ecosistemas. La diversidad de lepidópteros en sistemas agroforestales puede incrementar la resistencia del ecosistema, las especies de este orden también

actúan como depredadoras de otros artrópodos especies como *Phengaris* (*Maculinea*), *Liphyra brassolis* y *Feniseca tarquinius*, estas especies son depredadoras en su estado larval, la mayoría depredadoras de hormigas. De igual manera las larvas de lepidóptero sirven como fuente de alimento para otros artrópodos e incluso para aves y mamíferos, esta relación entre predador y presa ayuda a mantener un equilibrio sostenible.

El índice de Shannon utilizando los valores de riqueza y abundancia de los gremios tróficos (Tabla 2). Los valores de este índice suelen oscilar entre 1.5 y 3.5, en este estudio los índices de diversidad van desde 2.1 hasta 3.3 (Tabla 2 - Tabla 3).

Gremio trófico	Índice de Shannon
Depredador	2.28
Herbívoro	2.15
Nectarívoro	2.28

Tabla 3. Índice de Shannon de gremios tróficos.

Estos valores indican un nivel medio de diversidad bajo el sistema agroforestal de las pitahayas, demuestran un equilibrio ecológico en los gremios tróficos (Saldaña-Chafloque et al., 2023).

De este modo se tomaron en cuenta las variables como lo es sol y sombra, que hace referencia a la presencia de árboles que otorgan sombra sobre la pitahaya y

las que están bajo sol, estiaje y lluvia corresponden a los meses del año donde la presencia de lluvias es constante al igual que las temporadas de sequía y la tercera variable mide la eficiencia de las técnicas de captura de los artrópodos en este estudio.

Variables	Índice de Shannon
Estiaje	2.94
Lluvias	2.97
Aspirador	2.75
Redeo	2.51
Sol	3.33
Sombra	2.56

Tabla 4. Índice de Shannon en variables estacionales, técnica de captura y efecto árbol.

Los datos demuestran un equilibrio ecológico en las temporadas de lluvias y secas (2.9 – 2.9), esto da a entender que la abundancia de artrópodos no sufre alteraciones en disminución o aumento de organismos en las plantaciones de pitahaya. En cuanto los datos sobre las técnicas de captura, existe un mínimo de diferencia entre la captura con aspirador y con red entomológica (2.7 – 2.5). Esto se debe en la eficiencia que tuvieron estas técnicas en el estudio y la cantidad de organismos capturados, dado que la técnica de aspiración es eficiente para organismos terrestres y el rodeo para organismos aéreos.

5 Conclusiones

1. Los herbívoros representaron casi la mitad de los organismos capturados en este estudio. Este gremio trófico es importante en la dinámica del cultivo debido a su potencial como plagas, pero también como base de la red trófica que sostiene depredadores y parasitoides.
2. El efecto de la sombra fue muy limitado para determinar la comunidad de artrópodos a nivel de micrositio. Si bien el 75 % de los artrópodos se colectaron en condiciones de sol y solo 25 % en sombra, los análisis no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre micrositios, sugiriendo que la presencia de árboles dispersos no modifica de manera fuerte la abundancia general, aunque sí influye en la composición específica.
3. En cuanto a la identidad de las especies de árboles nativos dispersos en la plantación de pitahaya, no se detectaron diferencias estadísticas de abundancia y composición de la comunidad de artrópodos entre especies de árboles. Cabe señalar que sí se observaron tendencias de mayor abundancia bajo *Haematoxylum brasiletto* y *Poeppigia procera*, lo que sugiere un posible efecto micro ambiental con potencial para explorar en futuras investigaciones.
4. En cuanto al efecto de la etapa fenológica sobre la comunidad de artrópodos, se encontró que la abundancia fue similar en las fases de crecimiento y reproducción, lo que indica una dinámica estable a lo largo de todo el año probablemente amortiguado por la heterogeneidad vegetal y la presencia constante de recursos durante todo el ciclo.

5. En cuanto a gremios tróficos, los nectarívoros se concentraron más en áreas de sol, mientras que los depredadores y herbívoros se distribuyeron en ambos micrositios, evidenciando que la disponibilidad de flores, hojas tiernas y presas regulan la presencia de los gremios tróficos.
6. Familias como Salticidae, Asilidae y Syrphidae mostraron roles clave en control biológico y polinización. Su presencia confirma que la diversidad de artrópodos aporta servicios ecosistémicos fundamentales que reducen la dependencia de pesticidas y mejoran la sustentabilidad del cultivo de pitahaya.

6 Referencias

- Ajerrar, A., Zaafrani, M., Qessaoui, R., Ait Aabd, N., Bahadou, H., Lahmyed, H., Nicholas Furze, J., Chebli, B., Mayad, E. H., & Bouharroud, R. (2023). Terrestrial arthropods diversity in the Argan Biosphere Reserve: Seasonal dynamics and ecological function roles. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2022.05.003>
- Bonilla Urrutia, N. S. (2019). Efectos de la minería a cielo abierto sobre la diversidad y el rol funcional de artrópodos edáficos en áreas con distintas temporalidades de abandono en Conduto, Chocó, Colombia. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- Bordunale, A. (2019). Abundancia y diversidad de insectos benéficos en la vegetación espontánea de huertas agroecológicas en función de variables a escala local y de paisaje. *Universidad Nacional de Cordoba / CONICET*, 1–48.
- Calderón Soto, L. M. (2021). Los agroecosistemas y su influencia en el desarrollo de adaptaciones conductuales en los animales silvestres: generalidades y un ejemplo en la provincia de Cartago, Costa Rica. *Biocenosis*, 32(2), 65–74. <https://doi.org/10.22458/rb.v32i2.3909>
- Collantes G, R. D., Del Cid, R. A., Santos-Murgas, A., & Atencio, R. V. (2023). Importance of pollinating insects in the sustainability of productive agroecosystems. *Revista Semilla Del Este*, 3(2), 8–26. <https://orcid.org/0000->

- Duyar, A., & Makineci, E. (2016). Variaciones estacionales y altitudinales de artrópodos del suelo en bosques de *Abies nordmanniana* subsp. *Bornmuelleriana*. *Bosque*, 37(2), 335–345. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000200012>
- Dzib Castillo, B. B. (2016). *Diseño de sistemas agroforestales con base en las condiciones ecológicas y productivas de comunidades campesinas de la Península de Yucatán*. El Colegio de la Frontera Sur.
- Eder, A. S. R., & Mayra, R. V. C. (2022). *Dinámica Poblacional De Los Principales Isentos Plagas y Benéficos En El Cultivo De Arroz (Oryza sativa L.) Durán-Guayas* (Quevedo, S). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Dir. Av. Quito km 1½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas, Quevedo, Ecuador. www.uteq.edu.ec. Derechos.
- Filho, F. A. de O. (2021). Guia de reconhecimento de besouros serra pau e outros coleópteros do macico de baturité com base na colecao de animais do laboratório de zoologia da unilab. In *UNILAB* (Vol. 21, Issue 1). Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira Instituto de Ciências Exatas e da Natureza.
- Gámez, C. A. del R. (2021). *Caracterización socioeconómica y fitosanitaria de sistemas de producción en el cultivo de pitahaya (Hylocereus undatus (How)*

Britton and Rose) en el municipio de La Concepción -Masaya, Nicaragua, 2018.

García-Rubio, L. A., Vargas Ponce, O., Ramírez-Mireles, F. D. J., Munguía-Lino, G., Corona-Oceguera, C. A., & Cruz-Hernández, T. (2015). Distribución geográfica de *Hylocereus* (Cactaceae) en México. *Botanical Sciences*, 93(4), 921–939. <https://doi.org/10.17129/botsci.282>

García Rubio, L. A., Vargas Ponce, O., Ramírez Mireles, F. de J., Munguía Lino, G., Corona Oceguera, C. A., & Cruz Hernández, T. (2015). Distribución geográfica de *Hylocereus* (Cactaceae) en México. *Botanical Sciences*, 93(4), 921–939. <https://doi.org/10.17129/botsci.282>

González, M. T. G., Rodríguez-Coca, L. I., Cansio, Y. F., Jáuregui, M. M. R., & Unday, Z. G. (2022). Insect biodiversity in maize polyculture systems (*Zea mays* L.). *Ecosistemas*, 31(3), 1–6. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2400>

González Salazar, C., Martínez Meyer, E., & López Santiago, G. (2014). A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(3), 931–941. <https://doi.org/10.7550/rmb.38023>

Gossner, M. M., Schall, P., Ammer, C., Ammer, U., Engel, K., Schubert, H., Simon, U., Utschick, H., & Weisser, W. W. (2014). Forest management intensity measures as alternative to stand properties for quantifying effects on

biodiversity. *Ecosphere*, 5(9), 1–111. <https://doi.org/10.1890/ES14-00177.1>

Jiménez Martínez, E., & Gómez Martínez, J. (2020). Guía de identificación de insectos y enfermedades asociadas al marañón (*Anacardium occidentales*, L.) en Nicaragua. In *Guía Técnica No. 24*.

Kurnianto, A. S., Dewi, N., Tanzil, A. I., Muhlison, W., & Laila, N. (2022). Effects of Various Agroecosystem Landscape on Arthropod Diversity : A Study Case in Kemiri Village , Jember , Indonesia. *Journal of Tropical Life Science*, 12(3), 415–421. <https://doi.org/10.11594/jtls.12.03.14.AS>

Laharia, R. (2025). Assessment of the Spider Fauna from Agricultural Agroecosystems Around Amravati, Maharashtra, India. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 18(1), 56–61. <https://doi.org/10.21786/bbrc/18.1.8>

Latacela Ramos, J. J. (2023). *Biodiversidad de parasitoides en huevos de Tibraca limbativentris Stal, 1860 en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en el cantón Babahoyo, Los Ríos*. 63.

Llaven José, H. D. (2020). *Potencialidades del bambú nativo en comunidades de Suchiapa, Chiapas*. 1(1), 1–74.

Llaven José, H. D., Castañeda Nolasco, G., Guillén Guillén, C. A., & Barnett, Y. (2019). Resistencia a la compresión paralela a la fibra de una especie de bambú nativo de México (*Otatea fimbriata* Soderstrom). *Academia XXII*,

10(20), 171. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2019.20.72348>

Majeed, W., Rana, N., Koch, E. B. de A., & Nargis, S. (2020). Seasonality and Climatic Factors Affect Diversity and Distribution of Arthropods Around Wetlands. *Pakistan Journal of Zoology*, 52(6), 2135–2144. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20200112020107>

Manzanero Acevedo, L. A., Isaac Márquez, R., Zamora Crescencio, P., Rodríguez Canché, L. G., Ortega Haas, J. J., & Dzib Castillo, B. B. (2014). Conservación de la pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) en el estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 16(1), 9–16.

Marin Benhadi, J., Pereira, J. A., Barrientos, J. A., Bento, A., & Santos, S. A. . (2017). Araneae communities associated with the chestnut tree canopy in north-eastern Portugal: the influence of soil management practices. *Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 01, 1–7.

McAlister, E., & Wing, P. (2023). Type material of Asilidae (Diptera) described by Jason Londt in the Natural History Museum, London. *African Invertebrates*, 64(2), 41–77. <https://doi.org/10.3897/afrinvertebr.64.103087>

Miñarro, M., García, D., & Martínez-Sastre, R. (2018). Impact of insect pollinators in agriculture: importance and management of their biodiversity. In *Ecosistemas* (Vol. 27, Issue 2, pp. 81–90). Asociacion Espanola de Ecologia Terrestre. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1394>

- Moreno Calles, A. I., Toledo, V. M., & Casas, A. (2022). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *North American Agroforestry: Third Edition*, 91(4), 521–541.
<https://doi.org/10.1002/9780891183785.ch18>
- Ortega Hernández, A., León Andrade, M., & Rosas Vargas, R. (2018). Producción de pitahaya para promover el desarrollo regional y sustentable. In *Agenda Pública Para El Desarrollo Regional, La Metropolización Y La Sostenibilidad* (Vol. 3). <http://ru.iiec.unam.mx/4299/>
- Párraga, I. E. C. (2023). Insectos diptera (syrphidae, tachinidae) y lepidoptera asociados a agroecosistemas circundantes a fragmentos de bosque altoandino en la cuenca alta del río bogotá. In *Universidad Jorge Tadeo Lozano programa de biología ambiental Bogota, D.C 2023* (Vol. 4, Issue 1). Universidad Jorge Tadeo Lozano programa de biología ambiental Bogota, D.C 2023.
- Patiño, T. H. I., Mattínez, O. J. W., & Alvarado, G. Á. E. (2014). Inventario de la entomofauna asociada al cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Briceño (Boyacá). *CIENCIA Y AGRICULTURA*, 11(1), 67. <https://doi.org/10.19053/01228420.3489>
- Reynolds, S. K., Clem, C. S., Fitz-Gerald, B., & Young, A. D. (2024). A comprehensive review of long-distance hover fly migration (Diptera: Syrphidae). *Ecological Entomology*, 49(6), 749–767.

<https://doi.org/10.1111/een.13373>

- Rivera, C. G. (2018). *Principales conceptos usados en Ecología: autoecología, ecosistema, biotopo, biocenosis, nicho ecológico, hábitat, población, comunidad, simbiosis, climax*. Universidad Nacional De Educación.
- Ronquillo, E. A. R. (2021). *Identificación de insectos plagas en el cultivo de la pitahaya (Hylocereus undatus) en la provincia de Guayas*. Universidad de guayaquil.
- Saldaña-Chafloque, C. F., Arias-Palomino, N. P., Meza-Mitma, P. M., Ospina-Castro, L. C., Ramos-Huaman, K. D., Ramos-Quispe, Y., & Torres-Rojas, O. (2023). Abundancia y diversidad de coleópteros en *Eucalyptus globulus* en la comunidad andina de Viñas, Tayacaja, Huancavelica. *TAYACAJA*, 6(1), 02–13. <https://doi.org/10.46908/tayacaja.v6i1.202>
- Sánchez, J. J. J. (2022). Diversidad De Artrópodos En Cuatro Áreas De Importancia Para La Conservación En La Zona Nororiental De La Sabana De Bogotá. In *Universidad El Bosque* (Vol. 1). Universidad del Bosque.
- Sermeño, J. M., Rivas, A. W., & Menjívar, R. A. (2005). *Guía técnica de las principales plagas artropodas y enfermedades de los frutales*. 82.
- Sloggett, J. J. (2021). Aphidophagous ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) and climate change: a review. *Insect Conservation and Diversity*, 14(6), 709–722. <https://doi.org/10.1111/icad.12527>

- Speight, M. C. D., Castella, E., Sarthou, J.-P., & Vanappelghem, C. (2014).
Species accounts of European Syrphidae (Diptera), 2014. *Species Accounts
of European Syrphidae (Diptera)*, 78, 321.
- Urrutia Arduin, M. B. (2018). *Respuesta de la diversidad de artrópodos a la
intensidad de pastoreo y la variación suelo en campo natural*. 184.
- Vangansbeke, D., Audenaert, J., Nguyen, D. T., Verhoeven, R., Gobin, B., Tirry, L.,
& De Clercq, P. (2015). Diurnal Temperature Variations Affect Development of
a Herbivorous Arthropod Pest and its Predators. *PLOS ONE*, 10(4),
e0124898. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124898>
- Varpe, Ø. (2017). Life History Adaptations to Seasonality. *Integrative and
Comparative Biology*, 57(5), 943–960. <https://doi.org/10.1093/icb/icx123>
- Vázquez-Sánchez, M., Terrazas, T., & Arias, S. (2012). El hábito y la forma de
crecimiento en la tribu Cacteae (Cactaceae, Cactoideae). *Botanical Sciences*,
90(2), 97–108. <https://doi.org/10.17129/botsci.477>