

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Evaluación de tres géneros de arañas como potenciales bioindicadores en
diferentes niveles de intervención en agroecosistemas, convencionales y
agroecológicos**

Monografía previa a la obtención del título de Bióloga

LAURA ROCÍO BEDOYA GIRALDO

Quito, 2023

Certifico que la Monografía de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Srta. Laura Rocío Bedoya Giraldo ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.



M.Sc. Álvaro Barragán Yáñez

Quito, 2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por brindarme las herramientas necesarias para la realización de esta monografía, a mi tutor de disertación por su guía en cada paso del proyecto y a mi querido amigo aracnólogo por ser un apoyo incondicional en todos los ámbitos académicos de este trabajo. Agradezco a mi tía Liliana porque en la distancia siempre fue un apoyo sincero para la culminación de mi carrera y por su sincero afecto hacía a mí. Principalmente dedico este trabajo a mi mamá Diana, por su enorme esfuerzo y amor en todo el proceso de carrera universitaria que he atravesado. Por darme el mejor ejemplo de perseverancia ante todas las adversidades. Mi trabajo como profesional será siempre dedicado a mi querida madre y compañera de vida.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Resumen	1
2. Abstract.....	2
3. Introducción.....	3
3.1 Grupos funcionales en insectos y arácnidos... ..	4
3.1.1 Roles funcionales en insectos (clase insecta).....	5
3.1.2 Generalidades funcionales de arácnidos... ..	6
3.1.3 Gremios en Araneae.....	7
3.2 Cadenas (red) tróficas intermedias en un ecosistema... ..	8
3.3 Monocultivos (Cultivos y Pesticidas).....	9
3.4 Policultivos (Agroforestales).....	10
3.5 Bioindicador... ..	11
Objetivos.....	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos.....	15
4. Marco Teórico... ..	15
5. Conclusiones... ..	33
6. Recomendaciones... ..	35
7. Referencias bibliográficas... ..	36
8. Figuras... ..	43
9. Tablas... ..	58

1. RESUMEN

Los sistemas agrícolas han sido un suceso clave para establecer las civilizaciones humanas modernas, permitiendo el paso de la recolección (Nomadismo) a la producción (sedentarismo). Las estrategias para mantener la calidad de los productos y la productividad han sido importantes para la masificación de la agricultura, así como la necesidad de mantener un control en los productos que se manejan en estos sistemas agrícolas. El uso de indicadores biológicos de calidad en sistemas agrícolas ha aparecido como una herramienta para evaluar los diferentes niveles de intervención y posibles daños que podrían existir en estos cultivos y agroecosistemas. Las arañas (Orden Araneae) son parte del grupo funcional top de una cadena alimenticia la cual es la depredación. Sus características en cuanto a comportamiento, fisiología y diversidad son una posible opción para su uso como bioindicadores. El principal objetivo es evaluar basados en bibliografía y casos de estudio, la capacidad que tienen las arañas como posibles indicadores de calidad de hábitat en sistemas agrícolas y agroforestales con distintos niveles de intervención. Usando algunos géneros de arañas se evalúan especies reportadas para Ecuador, México y Estados Unidos para comparar las posibilidades como indicadores, en diferentes regiones con mucha heterogeneidad en los grados de intervención. Las especies evaluadas son Thomisidae: *Epicadus heterogaster* y *Epicadus taczanowskii*, dentro de Salticidae: *Habronattus mexicanus* y *Habronattus conjunctus* y dentro de Araneidae, *Argiope argentata* y *Argiope trifasciata*. Todas estas arañas pertenecen a gremios funcionales diferentes que las hacen más o menos sensibles a disturbios ambientales, esto está determinado por el tipo de interacciones que tienen con la comunidad de invertebrados presentes por su alimentación. Como conclusión, la posibilidad de uso como bioindicadores de calidad ambiental en sistemas agrícolas y agroforestales con distintos grados de intervención, depende de un estudio comprensivo de la estructura de la comunidad de arañas, su

relación con otros individuos de sus gremios y la capacidad de alimentarse de una variedad funcional de presas. Un mejor entendimiento de la dinámica de comunidades en el nivel de cadena trófica intermedia nos podría permitir valorar que factores relacionados con actividades humanas causan la pérdida de diversidad.

Palabras clave: agroecosistema, bioindicadores, Araneae, comunidades, gremios funcionales.

2. ABSTRACT

Agricultural systems have been a key event in establishing modern human civilizations, allowing the transition from gathering (nomadism) to production (sedentary). Strategies to maintain product quality and productivity have been important for the massification of agriculture, as well as the need to maintain control over the products handled in these farming systems. The use of biological indicators of quality in agricultural systems has emerged as a tool to assess the different levels of intervention and possible damage that could exist in these crops and agroecosystems. Spiders (Order Araneae) are part of the top functional group of a food chain which is predation. Their behavioural, physiological and diversity characteristics are a possible option for their use as bioindicators. The main objective is to evaluate, based on literature and case studies, the capacity of spiders as possible indicators of habitat quality in agricultural and agroforestry systems with different levels of intervention. Using some genera of spiders, species reported from Ecuador, Mexico and the United States are evaluated to compare their potential as indicators in different regions with a high degree of heterogeneity in the degrees of intervention. The species evaluated are Thomisidae: *Epicadus heterogaster* and *Epicadus taczanowskii*, within Salticidae: *Habronattus mexicanus* and *Habronattus conjunctus* and within Araneidae, *Argiope argentata* and *Argiope trifasciata*. All these spiders belong to different functional guilds that make them more or less sensitive to

environmental disturbances, this is determined by the type of interactions they have with the invertebrate community present in their diet. In conclusion, the possibility of their use as bioindicators of environmental quality in agricultural and agroforestry systems with different degrees of intervention depends on a comprehensive study of the structure of the spider community, their relationship with other individuals of their guilds and their ability to feed on a functional variety of prey. A better understanding of community dynamics at the intermediate food web level could allow us to assess which factors related to human activities cause the loss of diversity.

Key words: agroecosystem, bioindicators, Araneae, communities, functional guilds.

3. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad los seres humanos han aprovechado los recursos que ha brindado la naturaleza a través del tiempo y una de las maneras en las que han sido aprovechados estos recursos es la agricultura. Es por esta razón que se han originado los denominados agroecosistemas, que derivan de un ecosistema primario o prístino. Se entiende como ecosistema primario o prístino como un nicho en donde no ha existido una gestión humana significativa. En un ecosistema se pueden encontrar diferentes grupos que cumplen un rol con diversas relaciones entre poblaciones o comunidades (Medellín et al., 2014). Cuando existe presencia/ausencia de ciertos grupos funcionales podría indicar el estado en el que se encuentra un lugar en específico y una de las maneras en las que se podría medir es por medio del uso de los depredadores top de cadenas intermedias (Orden Araneae) (Medellín et al., 2014). La depredación es uno de los servicios ecosistémicos más completos que existen, no solo pueden permitir regular poblaciones determinadas, sino también al encontrarse al tope de la cadena alimenticia y redes tróficas la complejidad y la estructura de su comunidad podría relacionarse con las demás comunidades de invertebrados de las que se alimentan principalmente (Medellín et al., 2014). De manera directa no solo regulan poblaciones de insectos y

otros arácnidos, también indirectamente su regulación de comunidades edáficas puede evitar la degradación de los suelos, vegetación y el daño permanente en un hábitat, por ende, la interacción que tiene la depredación en un lugar es vital para que exista un flujo constante de nutrientes (Castiglioni et al., 2017). Otra de las funciones importantes de la depredación radica en el hecho de que, al alimentarse de todos los demás grupos funcionales ya mencionados con anterioridad, al discernir cuáles son las presas de las que se alimentan grupos específicos de arañas, nos presenta un potencial en realizar mecanismos de control biológico sin afectar a grupos de insectos y otros invertebrados potencialmente beneficiosos indirectamente. (Medellín et al., 2014). Así mismo, las presas de las que se alimenta un depredador pueden alterar no únicamente la estructura de las comunidades sino también las dinámicas con otros grupos por lo que no únicamente se debe utilizar como indicadores a los niveles de diversidad o a la presencia de grupos específicos sino su distribución espacial y fenología (Castiglioni et al., 2017).

3.1 Grupos funcionales en insectos y arácnidos

Uno de los componentes de un ecosistema es que estará conformado por una serie de interacciones entre los individuos que comparten un territorio y muchas veces para entender la manera en la que interaccionan entre sí se define ciertos términos que ayudan a comprender la variedad de fenómenos ambientales acuñados a los organismos residentes. La biodiversidad es un campo donde uno de sus métodos de evaluación es determinar la variedad y diversidad de organismos en función a la abundancia de especies y variedad de grupos que cumplen un rol específico a lo largo de su vida, a esto se le denomina diversidad funcional y están agrupados en grupos funcionales (Carpio, 2011). Un grupo funcional se define como un conjunto de organismos (especies) que generan efectos muy similares sobre diferentes procesos que ocurren en un ecosistema, muchas veces también se agrupan por el tipo de respuesta que tengan estas especies a una condición en el ambiente (Ortiz y Moreno,

2017). Las etapas del desarrollo de los individuos también generan que exista una gran variedad de grupos funcionales en un mismo organismo, pues a lo largo de los estadios de un individuo puede llegar a tener desde una sola función toda su vida o múltiples funciones que dependen de las condiciones ambientales, biogeográficas y la fisiológicas del espécimen (Ghiglione et al., 2021). Después de entender el rol ecológico que cumple un individuo de un grupo, se extrapola a la comprensión de las poblaciones y comunidades que comparten características funcionales similares y muchas veces se clasifican no solo por el tipo de aprovechamiento de la materia, sino también por los métodos que emplean para conseguir su alimento (principalmente) y esto se lo encasilla en el término gremios (Sanders et al., 2015). Los gremios son grupos de especies que se clasifican en base al tipo de recurso e interacciones que desempeñan en un ecosistema, aprovechan el mismo tipo de recurso que les brinde el ecosistema de maneras muy similares. Resultan útiles para entender como las comunidades se relacionan no a nivel de especie, si no a nivel de valor ecosistémico de interacciones (Ghiglione et al., 2021).

3.1.1 *Roles funcionales en Insectos (Clase Insecta)*

Los insectos al ser invertebrados se manejan en un grado ecosistémico muy diferentes a los vertebrados, el cual es llamado cadenas tróficas intermedias y los roles ecosistémicos que se manejan solo es a nivel de invertebrados (Ghiglione et al., 2021). Esta Clase tiene una de las variedades funcionales más grandes en un ecosistema y dependen mucho de las condiciones ambientales y biogeográficas. Los tipos de roles se pueden clasificar de diferentes maneras, una de ellas es por el tipo de alimentación como lo es quienes consumen materia orgánica animal: carnívoros (depredadores), parasitoides, coprófagos, hematófagos y necrófagos o vegetal: polinizadores (nectarívoros y polinívoros), detritívoros, fitófagos, saprófagos y existe una clasificación extra que se relaciona con la agricultura, pues se tienen componentes vegetales y animales (ganadería) y siempre existirá las interacciones directas entre los

asentamientos urbanos y los agroecosistemas. Esta clasificación es llamada vulgarmente como Plagas, es utilizado para un contexto de interacciones entre la alimentación de los insectos y los humanos como en el caso de este estudio monográfico, se tratan de insectos que se alimenta o sobreviven a base de los productos que se produzcan en un sistema agrícola (Zumbado y Azofeifa, 2018). Los estadios en el desarrollo son un factor importante a considerar cuando se evalúan las funciones de estos seres, muchas veces dependen de la etapa de crecimiento en la que se encuentren por que los hábitos alimenticios pueden cambiar basados en si son juveniles o adultos (madurez sexual) (Torreta y Poggio, 2013). Existe un ejemplo puntual, enlistado de la Tabla 1, sobre Culicidae en donde se lo clasifica como un insecto hematófago, pero existe la particularidad de un género que pertenece a esta familia el cual es *Toxorhynchites*, en donde las hembras no se alimentan de sangre, a excepción de los machos que si son hematófagos y sus larvas son depredadoras de otras larvas de dípteros (Wallace y Evenhuis, 1981). Esto es solo un caso de muchos en donde los roles ecosistémicos poseen un sinnúmero de clasificaciones con el afán de entender la biodiversidad funcional.

3.1.2 Generalidades funcionales de Arácnidos

Los denominados arácnidos son un grupo de invertebrados donde su particularidad es poseer ocho patas, son quelicerados y ausencia de alas y antenas, que es la principal característica que los diferencia de los insectos. Los miembros se comprimen en los siguientes ordenes: Amblypygi, Araneae, Palpigradi, Pseudoscorpiones, Ricinulei, Schizomida, Solifugae y Uropygi (World Arachnid Catalog, 2023). Cada grupo de arácnidos poseen diferencias y particularidades en sus roles funcionales, los ambientes en los que pueden sobrevivir son muy variados e incluso aprovechan los recursos para vivir en microclimas generados por diversos factores (humanos, otros animales, plantas) (Sanders et al., 2015). Existe un caso particular que es el de los ácaros, en donde pueden tener funciones en un ecosistema dependiendo

de cómo obtiene su alimento, las características del medio en el que sobreviva, el estadio en el que se encuentre y la diversidad de ácaros es tan compleja y grande que muchas veces no se llega a identificar las interacciones entre especies, comunidades de ácaros u otras comunidades de organismos (Iraola, 2001). El único grupo donde se ha encontrado evidencia sobre la homogeneidad de funciones en un ecosistema son las arañas, ya que son depredadores y superdepredadores (que se alimentan de otras arañas) (Nentwig, 1987). En el estudio de Alejo y colaboradores abordan a los grupos funcionales de artrópodos en cultivos de Asteráceas, se puede notar que, aunque se lograron determinar comunidades variadas de insectos, el único grupo obtenido de arácnidos fue Araneae. Es por esta razón que los métodos para medir la diversidad funcional en arácnidos funcionan solamente en grupos más reducidos, como los son los subgrupos que conforman a un orden e incluso cuando se abordan a las familias siempre debe existir un rango de especificidad o agrupar a los organismos principalmente por los métodos y herramientas para alimentarse, ambientes en los que vivan e interacciones que tengan con otras comunidades.

3.1.3 Gremios en Araneae

Araneae es un orden de arácnidos con la mayor homogeneidad de funciones en un hábitat, al cumplir el rol de depredación puede categorizarse como controladores de poblaciones, la cual deriva a poder indicar en qué estado se encuentra un ecosistema (Platnick, 2021). Son los únicos organismos que poseen una morfología especializada para general una estructura llamada telas, así como poder manejarlas a las necesidades del individuo y las funciones que poseen estas telas es muy versátil, como uso para alimentarse, vivienda, protección contra otras arañas o depredadores de cadenas tróficas altas, reproducción, mantenimiento o deposición de las crías y transporte. En libro de Norman Platnick sobre Las Arañas del mundo, detallan la mayoría de las particularidades en el uso de las telarañas e incluso mencionan un ejemplo puntual sobre las formas creativas en las que realizan estructuras complejas con su telaraña

para poder alimentarse y también menciona sobre la composición de la telaraña, donde cada espinereta (estructura de donde sale la tela y ayuda a organizarla) genera una forma muy diferente pues no es lo mismo generar una tela para protección, cortejos o vivienda. Es así como se ha generado un tipo de clasificación para las arañas llamados gremios, los cuales se basan en todos los métodos que existen para poder sobrevivir en un ambiente y en cómo estos se relacionan con las comunidades. De manera general los gremios se clasifican en: Tejedoras y no Tejedoras, las que utilizan una estructura de tela para tejer y las que, aunque tienen la capacidad de generar tela, no emplean este método para comer. En las arañas tejedoras tenemos: telas orbiculares, telas en embudo, lámina, andamio, estrelladas e irregulares en general y en los no tejedoras son: acechadoras emboscadoras y cazadoras activas (Sanders et al., 2015). En el estudio de Sanders y colaboradores explican que existen gremios de cazadoras o errantes más específicos, pero es recomendable siempre restringirlas a dos tipos de gremios. Concluyendo, aunque las arañas solo se dediquen a la caza de sus presas, los métodos e instrumentos para efectuar su propósito es lo que las convierte en un tipo de organismo versátil en la capacidad de sobrevivir antes diferentes condiciones ambientales.

3.2 Cadenas (red) tróficas intermedias en un ecosistema

Una red trófica o cadena alimenticia es un tipo de representación abstracta sobre los flujos de energía que existen en un ecosistema y la principal diferencia entre un término y otro es la dirección en la fluir la energía o las interacciones que puedan tener unos seres con otros. Existen algunas formas de entender estas cadenas las cuales son: el paso de energía de un organismo a otro de manera lineal y unidireccional donde se agrupan a los organismos en consumidores o consumidos y conviven individuos con diferentes grados de complejidad (Benavides et al., 2015). Existe otra forma de entender este paso de energía, la cual es por medio de cadenas multidireccionales en donde cada organismo interacciona de maneras muy versátiles y aquí es de donde se derivan las diferentes funciones que pueden cumplir (por el tipo de alimento). Se determina de

manera general tres niveles de redes tróficas, las cuales son altas, intermedias y bajas. Las cadenas altas son todo lo que engloba a los vertebrados, las cadenas intermedias a los invertebrados y las bajas a todos los organismos que no sean parte de los ya mencionados. Estas clasificaciones dependen mucho del contexto del estudio que se lleve a cabo y los organismos que serán parte del mismo (Benavides et al., 2015). El tipo de ecosistema y el grado de disturbios que pueda haber son clave para poder determinar que organismos se van a tratar en la cadena, en el caso de esta monografía se trabajan con ecosistemas que han sido disturbados durante un tiempo y que han tenido cambios desde la composición del hábitat hasta los que componen el mismo (Leyson y Rodríguez, 2018). El final del flujo de energía en estas redes son los organismos que se alimentan de todos los grupos de invertebrados que existan, hasta entre ellos mismo, este es el caso de las arañas que se trata de consumidores top y muchas veces llegan a alimentarse entre ellas mismas por lo cual se acuña el término de superdepredación (Sanders et al., 2015). La superdepredación generalmente radica en los tipos de interacciones entre los individuos de una comunidad y si existió un estímulo que hayan orillado alimentarse de miembros del mismo orden, dato que se evalúa de manera indirecta en el estudio de Sanders et al.

3.2 Monocultivos (Cultivos y Pesticidas)

Existen diferentes tipos de actividades antrópicas que pueden desarrollarse dentro de un ecosistema, uno de los más antiguos es la agricultura, esta actividad se desarrolla en distintas formas y condiciones en todo el mundo lo que ha generado diferentes tipos de producción, algunos en consonancia con la protección de la diversidad local, como la agroecología y otros como los monocultivos los cuales requieren mantenimientos por medio de pesticidas en su mayoría derivados de productos químicos, esto ocasiona daños directos a la diversidad funcional local (Leyson y Rodríguez, 2018).

Los tipos de productos que se producen en los monocultivos van desde plantas rastreras (leguminosas, vegetales, cereales, pastizales para ganado, productos florales, entre otros) cultivos de plantas herbáceas (palmas, arbustos y enredaderas) y árboles para producción de madera (Leyson y Rodríguez, 2018). Algunas consecuencias de este tipo de técnica de cultivo es la presencia constante de plagas que perjudican a la producción de las diferentes variedades de sembríos, por lo cual se emplean algunos tipos de pesticidas, herbicidas, fertilizantes, acaricidas, fungicidas e insecticidas en base a sustancias químicas o sus derivados, para prevenir la proliferación de estos organismos (Tabla 3) (Mansour et al., 1988). Algunos de los componentes en los que se basan y derivan estos diversos tipos de pesticidas son compuestos de carbamato, organofosforados e hidrocarburos clorados, los cuales tienen componentes que se basan en sustancias que suelen contaminar el suelo y provocan la pérdida de fertilidad, contaminación del agua y disminución de la biodiversidad. (Granda et al., 2006). También existen pesticidas basados en compuestos orgánicos los cuales no son tan invasivos para el suelo como los provenientes de químicos, pero pueden llegar a afectar a otros organismos de vertebrados que cumplen la función de dispersión de semillas y polinización, esto según el estudio de Mansour et al., sobre los efectos de los residuos agroquímicos en cuatro diferentes tipos de arañas y el estudio de monocultivos de árboles en el Ecuador realizado por Patricia Granda (Mansour et al., 1988) (Granda P., 2006).

3.4 Policultivos (Agroforestales)

Existen otro tipo de sistemas que son los agroecológicos los cuales son los menos invasivos pues sus técnicas permiten que la fauna y flora nativa residan en el mismo terreno que los productos plantados por los humanos (Altieri et al., 2007). Se combinan sistemas agroforestales y agrarios, donde conviven especies forestales (productos no consumibles) y cultivos agrícolas. Lo cual genera un sistema sustentable para mejorar o aumentar la producción de los mismos (Altieri et al., 2007). La

característica de este tipo de agroecosistema son los policultivos, se basa en la interacción de diversos grupos de flora y fauna, para lo cual no existe un manejo intensivo del cultivo, ni uso de pesticidas (Altieri et al., 2007).

3.5 Bioindicador

La necesidad de determinar a organismos que den un indicio sobre la calidad ambiental radica en los que mencionados sistemas agrícolas, pero estos organismos indicadores deben cumplir una serie de características para ser tomados en cuenta pues de eso dependerá la futura producción agreste (Aguilar, 1989). De manera general se determinan bioindicadores en cadenas tróficas altas e intermedias, pero se pueden determinar características en común que comparten vertebrados e invertebrados (Castiglioni et al., 2017) (Medellín et al., 2014). Estas son:

- Recolección, identificación y registro sencillo: en el proceso de recolección de las muestras se puedan estandarizar métodos para obtener los especímenes. La identificación visual de la colección debe ser casi inmediata (separar a nivel de ordenes o familias) y el registro en una base de datos después de su respectiva clasificación taxonómica debe ser de fácil acceso.
- Sensibles a los diversos cambios ambientales: la capacidad de sobrevivir en un ecosistema debe radicar en estandarizar la susceptibilidad, sensibilidad y adaptabilidad que tengan en su hábitat y si estos cambios causan algún tipo de diferencias en las manera original de como sobrevivían.
- Amplia distribución geográfica: no se refiere netamente a que sean cosmopolitas, pero sí que el rango de distribución sea accesible y las escalas de esta distribución deben ser analizables.
- Diversidad en la taxonomía: se mide el número de especies que exista por género y familia, dependerá del estudio en cuestión si hay o no una diversidad en estos componentes y en este caso si hay variedad taxonómica indicaría el valor como indicador de calidad ecosistémica.

- Funciones ecológicas variadas: todo lo que engloba a los roles funcionales que pueda haber en un ecosistema y se medirán en función a la diversidad de estas funciones.
- Abundancia de especies relativa: si existe una cantidad cuantitativa de miembros de las especies que se evalúen, se debe estandarizar siempre los datos colectados.

La información sobre los apartados descritos y sus definiciones fueron obtenidos por una compilación de datos de dos estudios, uno de Castiglioni y colaboradores y el otro de Medellín et al.

Existen otras propiedades que debe tener un buen indicador que radica en su manejo con el ambiente, la sensibilidad, susceptibilidad y adaptabilidad a los cambios ecosistémicos, pero muchas veces se debe contextualizar si los cambios son progresivos o abruptos. En un ecosistema primario generalmente los cambios se dan a largo plazo y de manera progresiva, pero en este tema de estudio, se evalúan lugares donde hubo interrupciones abruptas y la acción antropogénica es el principal motivo por el cual se generaron todos estos cambios. En el caso de las arañas estas características son aplicables siempre y cuando se estandarice el sistema en el que van a ser estudiadas (Castiglioni et al., 2017).

Todos los individuos del estudio cumplen la función de ser depredadores y superdepredadores, es por esto que es importante contextualizarse en la taxonomía de estas arañas (Figura 1) para comprender los gremios de arañas en los que se trabaja (Platnick., 2021). La diversidad funcional de los órdenes de los que las arañas se alimentan está relacionada con la calidad del agroecosistema que se pretenda estudiar, ya que un ambiente con mayor diversidad funcional de insectos en teoría debería tener una mayor diversidad funcional de arañas alimentándose de los mismos. Esto se menciona en el estudio (Anton et al., 2020) en donde explica cómo en algunas familias

de arañas tienen plasticidad ecológica, en donde distintos géneros dentro de la misma familia pueden ser bioindicadores en lugares degradados por acción humana como: agricultura, ganadería e industria y de ambientes con menor grado de intervención, esto lo lograron determinar por la cantidad y variedad de alimento disponible para estas arañas. Esto se debe a que los órdenes de la clase Insecta y Arachnidae de los que se alimentan estas arañas, cumplen diferentes roles ecosistémicos. Estas arañas podrían funcionar como indicadores biológicos en diferentes grados de intervención en un ecosistema agrícola pues han sido evaluadas en diversos trabajos bibliográficos en la región interandina de Perú, Argentina, Colombia y zonas de llanuras con monocultivos a gran escala en Nueva Zelanda donde se asemejan a las condiciones de los agroecosistemas encontrados en Ecuador, salvando las diferencias climáticas y en escala (Castiglioni et al., 2017) (CIP, 1992).

Los géneros seleccionados para esta revisión bibliográfica fueron tomados en cuenta por la representatividad de los mismos en todos los ecosistemas terrestres (Andreas et al., 2005). *Argiope* (Araneidae) y *Habronattus* (Salticidae) son potenciales indicadores de agroecosistemas con un grado de intervención alto y esto se debe a que durante muchos años se han adaptado a vivir en ambientes muy urbanos y esto incluye a diferentes sistemas agro-ecosistémicos (Maldonado et al., 2020). Como se menciona en el estudio de Maldonado et al., 2020 existe una gran proporción de Salticidae en ecosistemas urbanos y esto se debe a que se adaptaron a alimentarse y vivir en lugares con una poca variedad funcional de presas (Maldonado et al., 2020). Este patrón se repite para la familia Araneidae. El tamaño de cada una de las especies de estos géneros se asocia al tamaño de presas que consumen, una comunidad de arañas donde existan varios tamaños y estrategias de caza solo se encontrarán donde exista una composición compleja en la comunidad de presas (insectos y otros arácnidos) (Tabla 1) (Nyffeler et al., 1989). Durante muchos años se han adaptado a vivir en ambientes muy urbanos y esto incluye a diferentes sistemas agro-ecosistémicos (Maldonado et al.,

2020). *Thomisus*, de la familia Thomisidae, posee una sensibilidad a los cambios abruptos que puedan existir en el agroecosistema en el que resida y su presencia acompañada de otros representantes de esta familia suele estar relacionado con una mejor estructura en la comunidad de arañas, de la misma manera la ausencia de este grupo puede indicarnos un alto nivel de deterioro en la comunidad de artrópodos, así mismo indicarnos deterioro ambiental (Achitte et al., 2021). Se ha evaluado un segundo género de la misma familia, *Epicadus*, por dos razones. La primera es para brindar más validez al manejo de este gremio de arañas cazadoras emboscadoras en un ecosistema agroforestal y también por tener reportes para Ecuador de algunas especies de este género, lo cual es de gran ayuda para identificar en que zonas se han identificado estas arañas y cuáles con las características ambientales de los lugares donde han sido vistas.

Por lo tanto, si se encuentran a estas comunidades de arañas, planteadas en el estudio, en una comunidad compleja de presas o rodeadas de otros gremios de arañas podría ser un indicador del nivel de degradación de la zona productiva. En el presente trabajo monográfico nos planteamos demostrar la posible utilidad de tres familias de arañas (Clase Arachnida) y representantes de ciertos géneros, como indicadores de calidad en monocultivos con presencia y ausencia de pesticidas y sistemas agroforestales. Finalmente, esto se puede extrapolar a niveles de comunidades de arañas permitiéndonos un mejor entendimiento de las complejas dinámicas que causan la pérdida de diversidad a nivel agroecológico.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Reportar el potencial como indicadores de calidad en agroecosistemas agroecológicos e intervenidos químicamente de los géneros *Thomisus*, *Argiope* y *Habronattus*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Analizar a los géneros de arañas propuestos y aportar evidencia sobre su grado de tolerancia en sistemas agrícolas.
2. Compilar y detallar información sobre la dieta de los gremios tratados en el estudio
3. Evaluar los registros biogeográficos en Ecuador.
4. Examinar la distribución los géneros con relación a la actividad antrópica.
5. Comparar cada gremios de araña y señalar el tipo de ecología de caza que emplean.

4 MARCO TEÓRICO

El tipo de dieta de los géneros tratados en este estudio es un factor determinante con respecto a la capacidad de indicar la calidad de un agroecosistema, los grupos que se han seleccionado se alimentan de distintos órdenes de Insectos y arácnidos (Tabla 1 y 2) cuya diversidad está ligada con la estructura ambiental y se ve seriamente afectada al desarrollarse actividades humanas como la agricultura (Benhadi et al., 2019). Esto ha

sido expuesto por el estudio de Benhadi et al., en donde se logra establecer en un agroecosistema (cultivo de oliva) como ciertas arañas pueden ser potenciales bioindicadores por los insectos y artrópodos plaga de los que se alimentan (Tabla 1) (Benhadi et al., 2019). Así también en el estudio realizado por Campbell et al., 2019 se evalúa dos tipos de agroecosistemas constituidos por monocultivos de gramíneas y el cómo la agricultura de tipo abrasiva en donde se elimina la flora nativa del lugar puede causar graves daños a las interacciones ecosistémicas en los diferentes grupos funcionales. Esto es evidencia de que algunas especies de arañas pueden indicar la variedad y abundancia de otros invertebrados (Tabla 1 y Tabla 2) (Benhadi et al., 2019).

Primero, se evalúa los dos géneros que pertenecen a familias con alta presencia en ambientes con un grado de intervención de monocultivos con o sin pesticidas químicos, después a las familias que se encuentran principalmente en sistemas agroforestales. El caso de los individuos que son parte de los géneros *Habronattus* y *Argiope*, se evalúan en ecosistemas monoagrestres en donde se emplean o no productos químicos para su control (Tabla 3 y 4). *Habronattus* es un tipo de araña saltarina, se aplica su posibilidad como indicador de calidad en hábitats agrícolas que funcionan con monocultivos, pero sin prácticas en el uso de pesticidas. El método de caza es netamente por acercamiento a la presa y no generan telarañas para alimentarse (Nadal M., 2022).

Se ha evaluado a las arañas del gremio tejedoras (principalmente Araneidae) en los dos tipos de monocultivos mencionados, ya que al ser una familia muy diversa que a pesar de usar una estrategia de caza similar, ha utilizado diferentes sustratos como son hojarasca del suelo, plantas de tipo lianas, ramas de árboles y alrededores de rocas para estratificar recursos y es por eso que el estudio de la composición de su comunidad nos puede dar idea de los sustratos disponibles indicando calidad ecológica, ya que un ecosistema con mayor heterogeneidad permitirá a un mayor número de especies coexistir (Campbell et al., 2019). Ávalos et al., 2013 y Cantor et al., 2014 evalúan el

cómo las arañas que tejen como método de caza pueden albergar varios grupos funcionales de presas y si el sustrato en el que residen es cambiado por una plantación de monocultivos habrá un cambio en la capacidad de caza de las mismas, así mismo indicaría el cambio en la abundancia y diversidad funcional de las presas. Se ha planteado la alimentación de estas tres familias, por medio de la bibliografía consultada y se determina que su alimentación puede ser muy generalista o especialista, dependiendo de la especie de la que se trate se determina el tipo de alimentación que manejen (Tabla 1) (Maldonado et al., 2021). El nivel de susceptibilidad y sensibilidad de cada especie de estos tres géneros evaluados varía en el tipo de ambiente en que el sobrevivan, la relación que mantengan con los lugares urbanos o la cercanía con los seres humanos y la dieta base de cada especie de araña. El género a considerar es *Argiope*, en donde las especies de análisis se caracterizan por ser resilientes a perturbaciones de tipo agrícolas u químicas por lo que su presencia acompañada de una diversidad limitada de otros representantes de la familia Araneidae nos indica alto nivel de deterioro ecológico, desde monocultivos que llegan a erosionar la tierra hasta el uso de pesticidas químicos abrasivos.

Primero, la capacidad de funcionar como posibles bioindicadores radica en su fácil colecta y análisis taxonómico, el grado de sensibilidad depende mucho de la especie pero todo este género en su mayoría son de rápida adaptación al cambio que pueda existir en el ambiente en que residan, existen otro tipo de organismos en un agroecosistema intervenido que dependen de las especies de este género para sobrevivir y la dieta que abarcan es dependiendo del tamaño de la araña y de la capacidad de la tela, que es su principal método de caza (Collantes et al., 2021). Las diferencias de tamaños corporales y de la tela orbicular entre las dos especies de estudio del género *Argiope* llegarían a indicar la cantidad poblacional, diversidad funcional y abundancia de presas de las que se puede alimentar, esto podría llegar a

dar índices de la calidad de las comunidades de presas y cuánta competencia existe entre miembros de la misma población. (Velásquez et al., 2016). Estos métodos de conteo de presas por orbicular se lo evalúan en el estudio de Trujillo del 2017 en donde se infiere en la relación entre la estructura de la telaraña y la función que cumplen de las telas de tipo orbicular, en cómo el tamaño de esta herramienta de caza puede ser un indicador de las presas que se atrapan y si bien es cierto el estudio no se aplica directamente a la agro calidad puede brindar más veracidad a la posibilidad de emplear estos organismos como indicadores de calidad ambiental (Trujillo et al., 2017).

Argiope argentata (Figura 1) es una de las más comunes en zonas de alta interacción antropogénica, el tipo de colecta es simple y de fácil identificación en campo gracias al dimorfismo sexual que poseen, sobreviven predominantemente en un agroecosistema intervenido por monocultivos en cualquier espacio donde puedan tejer sus telas orbiculares a lo largo o ancho de cualquier sustrato, así mismo la alimentación se basa en organismo polinizadores, detritófagos, plagas de cultivos, carroñeros y en general poseen una dieta generalista lo cual genera una ventaja para identificar qué tipo de diversidad funcional se encuentra en un agroecosistema (Tabla 1) (Mansour et al., 2021). Los métodos de caza y el comportamiento de *Argiope* de sobrevivir en diferentes grados de intervención en un agroecosistema se observa en la investigación desarrollada por Velásquez et al., en donde datan la capacidad de sobrevivir en monocultivos de diferentes tipos y a su vez que este género es inherente de ambiente de ambientes totalmente urbanos (intervenidos) (Velásquez et al., 2016). A su vez en otros estudios se plantean escenarios donde se analizan cuatro especies diferentes de la misma familia y el cómo sobreviven en diferentes grados de intervención (Nentwig et al., 1985). Se han evaluado datos no publicados sobre individuos de la familia Salticidae y Araneidae en muestras recolectadas en el 2019 por entomólogos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en donde se han identificado muy abundantes especímenes representantes de estas familias, pero con pocas especies componiendo

dichas muestras en las muestras colectadas de fincas de producción agrícola tradicional.

Aún que la dieta de esta especie sea generalista, lo importante a recalcar en cuanto a su capacidad como bioindicador es la capacidad de adaptación al tipo de presas del que se alimentará ya que nos brinda una visión más amplia de qué tipo de organismos e interacciones podrían existir (Tabla 2). En el estudio sobre el género *Argiope* en diferentes tipos de agroecosistemas en Panamá de Collantes et al., en donde se concluye que *A. argentata* pueden sobrevivir en monocultivos con pajonales o pastizal sin la necesidad de necesitar una amplia gama de sustratos (Collantes et al., 2021). La provincia de Chiriquí en Panamá se asemeja mucho en cuanto a la composición del ecosistema, a Ecuador y sus zonas Andinas, pues el tener un volcán y complejos montañosos alrededor (no tan grande como la Cordillera de los Andes) genera estos microclimas que permiten condiciones altitudinales, ambientales y de temperaturas muy similar a las zonas montañosas en Ecuador, esta especie ha sido reportada en diversas zonas del Ecuador, pero en su mayoría son aledañas a asentamientos urbanos incluso se han reportado como especie invasiva en Las Islas Galápagos (Figura 1) (INaturalist, 2023). La segunda característica que convierte a esta especie en un posible bioindicador de agroecosistemas con diferentes niveles de intervención es que otros organismos dependen del tipo de telaraña orbicular que construyen a lo largo de cualquier sustrato (Figura 2), muchas otras arañas utilizan estas telas de gran tamaño para parasitar y en el estudio de Collantes et al., se menciona que cuando existen muchas arañas cleptoparásitas en las telas de *A. argentata* significa que la diversidad funcional del sitio es mejor por lo que se recomienda no únicamente observar a los organismos que proponemos como indicadores sino también a las interacciones con otras comunidades de invertebrados (Collantes et al., 2021). Se ha evaluado así también a esta especie en agroecosistemas intervenidos por pesticidas químicos y se ha determinado que tienen cierta de capacidad de tolerar algunos

pesticidas, la adaptabilidad y plasticidad (Tabla 4) *A. argentata* es bastante tolerante y esto se evalúa en el estudio de Mansour et al., en donde se determinan los efectos de los residuos agroquímicos en algunas arañas orbiculares y se concluyó que este género tiene una adaptabilidad de media a alta en algunos tipos de insecticidas y herbicidas de uso convencional (organoclorados) y esto se puede aplicar en agroecosistemas convencionales en Ecuador (Mansour et al., 1988). Estos agroecosistemas de Panamá podrían ser un ejemplo de cómo el entendimiento de comunidades de invertebrados y sus interacciones nos puede dar una idea de la condición de deterioro de cultivos agrícolas de Ecuador por ya la similitud mencionada, pues son lugares rodeados de pequeñas o grandes cadenas montañosas que generan un tipo de ecosistema alto, seco en su mayoría y de temperaturas de altas a medias (Mansour et al., 1988). Este caso se evalúa en el estudio de Wisniewska et al., en donde analizan los efectos de pesticidas en la abundancia, composición y la morfología de la araña, si bien es cierto se analizan los efectos de los pesticidas en la fisiología y ecología de las arañas también nos brinda una visión sobre cómo la determinación de las presas de las que se alimentan las arañas puede darnos una idea del tipo de intervención en el agroecosistema, las presas encontradas en telarañas de esta especie se usan para determinar la diversidad taxonómica y funcional de los que las arañas se alimentan. Esta información resulta útil para comprender la estructura de las comunidades de invertebrados y en consecuencia la condición del agroecosistema en cuestión (Wisniewska et al., 1997). Con todas estas características se puede evaluar a *Argiope argentata* como una especie posible para su uso como bioindicador en agroecosistemas con diferentes niveles de intervención. En la tabla 4 elaborada en base al estudio de Mansour et al., se enlista las especies de *Argiope* que tienen un grado de tolerancia y resistencia a pesticidas derivados de químicos y biológico, en donde el carbamato tuvo un efecto moderado en los organismos del género *Argiope* que es uno de los compuestos utilizados en la investigación (Mansour et al., 1988). Este es solo uno de los ejemplos sobre la capacidad de resistencia que posee estas especies de Araneidos. Una parte del estudio se centró en

enlistar los tipos de pesticidas que se pueden encontrar generalmente en un sistema agrícola, la tabla 4 solo es un fragmento de la *Tabla 1* de artículo en donde evalúan la tasa de mortalidad de arañas tejedoras a una exposición de 5 días después de la aplicación del pesticida (tratamiento) y se compara a *A. argentata* con otras dos especies de la misma familia. De todos los tipos de pesticidas expuestos, le afectaron 10 de los 30 tipos de tratamientos a los que se le expuso y muchos de los individuos en el experimentos sobrevivieron con daños mínimos fisiológicos y con un 5% de residuos en sus cuerpos. Los pesticidas compuestos por carbamatos son derivados de ácido carbámico, estructuralmente es muy similar a la urea y se trata de compuestos de mediana a baja toxicidad pues algunos tienen la capacidad de ser biodegradable, pero cuando se encuentran expuestos constantemente a la luz UV llegan a erosionar el suelo en diferentes niveles a medio y corto plazo. Otro tipo de compuesto probado en estas arañas orbiculares fueron los compuestos cíclicos, específicamente los derivados y basados en endosulfán son ocasionaron la mortalidad de todas las arañas de la investigación. El precedente radica en que es un producto de uso restringido y si bien es cierto está basado en compuestos organoclorados, su toxicidad es bastante alta. Se utilizan para combatir plagas de áfidos, larvas de organismos frugívoros, todos los roles funcionales de coleópteros, la mayoría de los fitófagos como larvas de polillas y hemípteros clasificados como plagas de huertos y peligrosos para el ser humano. Uno de los resultados arrojó que tres de los cuatro pesticidas empleados en ácaros (acaricidas) fueron altamente tóxicos para las arañas con un porcentaje de pérdida por mortalidad en todos los géneros evaluados. Un tipo de herbicida y nueve fungicidas no causaron daño a los individuos de testeo, con solamente una excepción en dos químicos contra hongos las cuales fueron BioBlatt y aceite vegetal. Aunque uno de esos fungicidas deriva en un compuesto orgánico, los aceites de este tipo poseen la particularidad de obstruir los espiráculos (semejantes a pulmones) de los insectos para obstruir el consumo del oxígeno ambiental, el intercambio gaseoso no es posible y también ayudan a impedir el crecimiento de larvas a adultos. Hipotetizan en el artículo

que el daño que les causa a las arañas radica en el mismo tipo de fenómeno, muertes por sofocamiento (aun cuando las arañas tienen un sistema ligeramente diferente en su proceso de intercambio gaseoso) y puede llegar a tapar los conductos por donde ingresa el oxígeno. Al extrapolar los resultados a la posibilidad de utilizar estas orbiculares para examinar un sistema agrícola donde los pesticidas son el principal control de calidad de los cultivos, podemos determinar que aunque se desee mantener solamente pesticidas orgánicos o biológicos igual llegamos a causar ciertos grados de disturbios en estos depredadores, pero la capacidad de adaptarse a estos cambios determina que el tipo de tela orbicular brinda una ventaja por encima de las demás estructuras de telas. Ya que este tipo de arañas no viven en su telaraña si no que aguardan a una distancia prudente para cazar, pueden sobrevivir protegiéndose de microclimas generados por los cultivos y los residuos de algunos de los químicos mas abrasivos no llegan a dañar a esta comunidad de gremios, indicaría que si encontramos otros gremios de arañas cerca de las especies de *Argiope*, el nivel de disturbio no es mortal pero si solo se determinan comunidades de orbiculares araneidos generaría la hipótesis de que tipo de componentes abrasivos se encuentran en el agroecosistema.

La siguiente especie a evaluar es *Argiope trifasciata*, esta araña tejedora posee una susceptibilidad y sensibilidad mayor a los cambios que suceden a su alrededor, la alimentación no es tan generalista y existe preferencia por organismos voladores de diferentes géneros de la clase Insecta, también las telas orbiculares poseen un tamaño un tanto menor y necesitan de sustratos más específicos como arbustos o árboles pequeños, así mismo la sensibilidad a los pesticidas es un tanto mayor pues no pueden sobrevivir fácilmente a agroecosistemas con residuos de pesticidas químicos (principalmente organoclorados), aun así aún pueden encontrarse en lugares con monocultivos de tipo pajonales altos o árboles de tamaños medianos (frutales, palmas, entre otros) (Collantes et al., 2021) (Tabla 3). Los reportes de esta especie (Figura 3) se

encuentran en la región interandina del país, con una abundancia de especies especialmente en el norte y sur de la región, puede indicar que la capacidad de adaptabilidad de *A. trifasciata* no es tan plástica como la otra especie del estudio (*Argiope argentata*). La Cordillera de los Andes, así como cualquier estructura montañosa, causa el apareamiento de microclimas en la parte baja, alrededor o encima de la montaña y una posibilidad de su supervivencia en la región Sierra podría radicar en que tejen sus estructuras en microclimas de diferentes sustratos, como lo son las plantas en forma de rosetas, asentamientos urbanos o casi al ras del suelo protegidas por la vegetación aledaña (Collantes et al., 2021)

Primero, la capacidad de sobrevivir ante cambios drásticos de ambiente no es mucha ya que son más sensibles a los cambios físicos y químicos en el sustrato en el que se manejan, en comparación a *A. argentata* esta especie puede desaparecer del lugar si las condiciones llegan a ser muy extremas y esto se evalúa en el estudio realizado en Panamá sobre el género *Argiope* en donde se establece la notable diferencia entre ambas especies haciendo énfasis en que las pruebas realizadas a *A. trifasciata* determinan que aun que ambas arañas son cosmopolitas, esta especie es más susceptible a los cambios que existen en su ambiente (Collantes et al., 2021). En la tabla 3 se puede observar esta particularidad, en donde se comparan la cantidad de individuos de las dos especies de *Argiope* con el sustrato y tipo de cultivos en el que se encontraron. En el caso de *A. argentata* se recolectan en mono y policultivos, lo contrario sucede con la otra especie que se establecen mayormente en policultivos. En este estudio de Gonzales y colaboradores se enlistan una serie de plantas típicas del tipo de sistema agrícola que evaluaron en esta región de Chariquí. Los primeros monocultivos reportados son las heliconias que son muy características en zonas de centro y sur de América, son más comunes en climas cálidos y las estructuras de sus hojas con cortas pero separadas y gruesas. Al observar la Tabla 3 notamos que no existe registros de esta araña asociada a esta planta, una posibilidad es que necesiten un sustrato y

cubierta vegetal más amplia para protegerse (Figura 4). La segunda planta es Schefflera, no muy común como producto agrícola, pero si como ornamentación en las zonas urbanas y no se encontró a esta araña en este tipo de cultivo, muy probablemente por la ubicación en donde se la encuentra que es muy cerca de asentamientos de humanos. El tercer monocultivo se trata de plátano y existe la particularidad que, en este tipo de plantas, sus hojas con forma de embudo pueden albergar especies de tarántulas o arañas cazadoras mucho mas grandes. Esta podría ser la razón por la cual no se reportó ningún ejemplar. Las siguientes tres cultivos son sistemas de policultivos, en donde se encuentra una combinación de cebolla y pajonales. La particularidad de este cultivo son los pajonales, al ser gramíneas con hojas densas y largas generan una cubierta vegetal bastante amplia y con la combinación de las hojas largas que sobresalen en la parte aérea de la cebolla podría darnos un indicio del por que se encontraron siete individuos de *A. trifasciata*. La complejidad funcional de los insectos que puedan alimentarse o vivir en este cultivo y el hecho de que se haya formado una comunidad del mismo gremio son posibilidades ante el reporte de estas orbiculares en ese policultivo. Finalmente se tiene al pajonal como monocultivo y al policultivo de romero, ciprés y sábila. Especialmente la sábila al ser una planta con formas de roseta es común encontrar gremios de orbiculares allí, pero para evitar la competencia por recursos en la mayoría de las veces estarán una araña por estructuras roseta. Todas las características de la flora y los organismos que interactúan con estas se encuentran plasmado en la guía creada por Patzelt sobre Flora del Ecuador.

Esta investigación brinda un soporte al hecho de que *Argiope trifasciata* es menos resistente a sistemas agrícolas conformados solo por monocultivos y podría indicar que al encontrar más poblaciones de *A. argentata* daría indicios del tipo de calidad ambiental en el que se encuentra, así mismo con la otra especie de este género al encontrar una mayor cantidad de poblaciones sería sinónimo de la posible presencia de policultivos y por ende de las presas ya mencionadas (Tabla 1). Cabe recalcar que la

capacidad de adaptarse a un cambio medio o mayor a las presas de las que se alimenta pues no se logró determinar una variedad alta de especies recolectadas en sus telarañas, solamente se evalúa la presencia de organismos polinizadores, algunos individuos de lepidóptera y de dípteros polinizadores (Tabla 1) (Collantes et al., 2021). Se han encontrado ciertas anomalías oculares de manera más común y recurrente en *A. trifasciata* y una de las razones pueden ser por eso uso indiscriminado de pesticidas químicos (organoclorados) (Tabla 4). Este caso particular también puede ser aplicado a los organismos reportados para Ecuador. Finalmente, la capacidad del género *Argiope* radica en la facilidad de muestreo, las presas de las que se alimenta cada especie, el nivel de tolerancia y susceptibilidad a los cambios que se presenten y el tipo de intervención con el que tengan más capacidad de sobrevivir, es por esto por lo que algunas especies de este género de arañas tejedoras pueden tener un posible potencial como bioindicadores en sistemas agroecológicos.

Habronattus mexicanus, ha sido reportada en Ecuador en ambientes medianamente disturbados como pastizales y centros urbanos, en donde se reporta una baja diversidad funcional de presas y de otros representantes del gremio de arañas saltarinas (Figura 5) (INaturalist, 2023). En la Figura 5 se ha realizado un mapeo del género *Habronattus* reportados para Ecuador por medio de INaturalist, los principales registros de esta especie se encuentran en zonas altamente antropizadas con muy poca diversidad de otras arañas saltarinas (Ministerio del Ambiente, 2023). La zona en donde ha sido reportada son los alrededores de Puenbo-Ecuador, se caracteriza por ser un lugar de alta producción de monocultivos de tipo cereales, tubérculos y hortalizas, estos productos agrícolas son característicos por albergar una cantidad de insectos plagas (Tabla 1). Esta especie de saltarina podría indicar que el agroecosistema se encuentra con baja abundancia de diversidad funcional de especies en dicho ecosistema y la dieta que se ha determinado por medio de bibliografía han sido de tipo insectos plaga

terrestres, otras arañas, dípteros detritófagos o que se alimentan de heces de ganado y larvas de isópteros (los cuales son relacionados a asentamientos de residencias humanas) (Figura 6) (Tabla 1). El estudio de María Nadal en el 2012 sobre el uso de arañas saltarinas como bioindicadores en una región de Argentina donde los tipos de muestreos fueron en ambientes con altas interacciones ecosistémicas (bosques primarios) hasta cultivos de diferente tipo como monocultivos arbóreos o arbustivos, y aunque no sea el mismo tipo de cultivos o la misma comunidad de arañas se pueden extrapolar y asimilar los resultados de este estudio en agroecosistemas muy similares a los de Argentina por su el tipo de plantaciones. La susceptibilidad a las alteraciones fisicoquímicas en el ambiente en que se manejan y el tipo de presas del que se alimentan las cuales el 80% de lo que cazan son insectos que funcionan como plagas o sobreviven cerca de asentamientos humanos. Es importante recalcar que existen algunas condiciones que también nos permiten determinar de mejor manera el cómo *Habronattus spp.* es influenciado por otros factores para entender con mayor exactitud su capacidad, así como la de otras arañas saltarinas, para utilizarse como indicador en agroecosistemas indica que si en un ecosistema que ha sido modificado para la agricultura se pierde su flora arbórea original y se lo cambia por monocultivos puede causar un cambio drástico en la precipitación del lugar (Román et al., 2018).

Las condiciones ambientales son importantes tener en cuenta en este gremio de arañas, pues las temporadas de lluvia y la cantidad de precipitación podría indicar un aumento en la cantidad de algunas presas como son las hematófagas, consumen sangre directamente de humanos y de animales domésticos que se encuentren cerca del asentamiento agrícola (Leyson y Rodríguez, 2018). Uno de los fenómenos más comunes que causan algunas consecuencias directas en un ecosistema es la precipitación, los ciclos de lluvias, la humedad relativa y la cantidad de agua que existe en la superficie terrestre son producto del proceso de precipitación (Altieri et al., 2007). En los sistemas agrícolas los periodos de lluvia y sequía es una de las condiciones

ambientales no controlable y muchas veces causan pérdidas en la productividad del cultivo. Para esto manejan sistemas de riego, dependiendo del tipo de cultivo, lo más común es que rieguen a los monocultivos de manera manual ya que al ser de fácil manejo por solo contener una especie de plantas a lo largo del territorio, no se necesita un esfuerzo mayor (Leyson y Rodríguez, 2018). La mayoría de los instrumentos que se manejan para estos riesgos masivos van desde mangueras de diferentes tamaño y sistemas hasta herramientas masivas como el desvío de canales o represas de agua hacia el cultivo precipitación (Altieri et al., 2007). De una u otra manera la mayoría de estos sistemas dependerán de la acción humana y generalmente los asentamientos de personas serán en los alrededores de territorio agrícola, esta interacción del humano y de los animales vertebrados asociados a ellos, muchas veces generan conflictos con los insectos que sobreviven a partir del aumento o disminución de precipitaciones (artificiales o naturales) y pueden existir algunos conflictos entre estos invertebrados y las personas precipitación (Altieri et al., 2007). Un ejemplo claro es la presencia de insectos hematófagos que aumentan ante la presencia de lluvias, humedad o precipitación ya que los procesos reproductivos se manejan en este tipo de ambientes hídricos y muchas veces pueden transmitir enfermedades (vectores) de diferente índole y como se determinó en la Tabla 1 algunos hematófagos en su etapa larvaria son fitófagos o comúnmente llamados plagas en este tipo de agroecosistemas. Ambos roles funcionales causan un conflicto no solo para los cultivos si no para los seres humanos y mamíferos que se encuentren asociados al cultivo agreste o a los asentamientos urbanos (Leyson y Rodríguez, 2018). Parte de este fenómeno es estudiado en la Figura 7 de Martínez y colaboradores, en donde se evalúan en un monocultivo de maíz, los gremios de arañas mas significativos. Se encuentra que los cazadores de suelo son los mas representativos, seguido de las arañas tejedoras orbiculares. Se puede hipotetizar que tienen una ventaja por sobre los demás gremios en este tipo de cultivos por la capacidad de alimentarse en el suelo y como se menciona en la Tabla 2 la capacidad de alimentarse de algunos roles funcionales, incluyendo el ejemplo de los hematófagos

y detritófagos, aumenta la capacidad de sobrevivir ante ambientes con disturbios ambientales de diferente tipo. Es por eso que los cambios en la precipitación también generan una susceptibilidad y cambios en la relación de presa-cazador y este es otro factor importante a considerar de esta especie de araña pues su capacidad de sensibilidad a los cambios de humedad y precipitación pueden ser importantes al momento de entender que factores dominan la pérdida de diversidad en agroecosistemas en diferentes condiciones de deterioro (Altieri et al., 2007). Aunque exista un cambio en los hábitos alimenticios de estas arañas saltarinas por cambios en el ambiente en el que residan, estas tienen la característica de volverse generalistas si es necesario para evitar la competencia entre individuos de la misma especie y esta es otra razón por la cual podrían indicarnos la calidad de un agroecosistema, por que como se menciona en el estudio de Román et al., si aumenta la competencia entre estas saltarinas podría indicarnos que el equilibrio de presas de acuerdo a su grupo funcional se encuentra afectado y las arañas empiezan a volverse cada vez más generalistas (Román et al., 2018).

Otra especie de este género de saltarinas es *Habronattus conjunctus* reportada para México y Estados Unidos, no ha sido reportada para Ecuador, pero su ecología y distribución se asemeja mucho a *H. mexicanus* por el tipo de presas del que se alimentan, el método de caza, la facilidad de captura para muestreo (World Spider Catalog, 2023). *H. conjunctus* se encuentra desde las zonas completamente urbanas de Estados Unidos hasta Monterrey en México, como se puede observar en la Figura 8, los tipos de ambientes en los que residen son granjas de tipo pastizales para forrajeo de ganado en el caso de Estados Unidos, en las zonas ganaderas de las afueras de las ciudades principales (INaturalist, 2023). Si bien es cierto estas zonas son unos metros más bajo que en las zonas Andinas agrícolas de Ecuador, presentan ciertas características como las prácticas agrícolas usando agroquímicos y la alta cantidad de

monocultivos (Merino et al., 2014). En el estudio de Richman y colaboradores, sobre la distribución de arañas saltarinas en América del Norte y México enumera una lista de especies de Salticidae y su distribución, se puede notar como *Habronattus* posee una amplia distribución en zonas de uso para agricultura y ganadería en Estados Unidos y México (Figura 9), lo cual se puede asemejar a los mismos tipos de agroecosistemas que se encuentran en Ecuador. Existe otro estudio que explica la capacidad que posee este género y específicamente la especie *Habronattus conjunctus* de alimentarse en un monocultivo de maíz, que en su mayoría son insectos polinizadores y plagas de este tipo de cultivos (Tabla 1) (López et al., 2016). Este es de los primeros estudios que evalúa el tipo de dieta y el método de caza de esta especie en cultivos del maíz, frijoles y calabaza y se analiza que las arañas de este género funcionan como un buen posible indicador de calidad de cultivos por los dos tipos de presas que consume que pertenecen a dos tipos de grupos funcionales (polinización y plaga) (Tabla 1), por medio de este análisis se puede determinar que la capacidad de indicadores de calidad en un cultivo no solo es alta por la función como depredador sino también por el grado de susceptibilidad que posee esta araña saltarina hacia el ambiente con un nivel de intervención bastante alto en cuanto a la magnitud del monocultivo en el que sobreviven (López et al., 2016).

El siguiente género a evaluar es *Thomisus*, comparte algunas características de la mayoría de las especies de la familia Thomisidae, pero cada especie es más susceptible que otra en cuanto a los cambios que puede haber en el ecosistema en el que residan, en general su principal dieta son organismos polinizadores y cabe mencionar que algunos miembros de esta familia llegan a depredar algunos insectos plaga del orden hemíptera y del orden acari (clase Arachnida) (Achitte et al., 2021). Sus presas son organismos del orden lepidóptera, himenóptera como abejas melíferas y avispas polinizadoras y algunos coleópteros polinizadores (Tabla 2), estos organismos

son de un grupo funcional vital que determina si un agroecosistema se encuentra equilibrado y sin ningún tipo de intervención alta pues los polinizadores son de los individuos más susceptibles a los posibles cambios en las flores que polinizan (Machado et al., 2018). Los cambios físicos y químicos en un agroecosistema ecológico son más notables cuando existe la ausencia o presencia de esta especie, su valor radica en que la mimetización y al pertenecer al gremio de arañas emboscadoras, están restringidas al sustrato o microclima en que se encuentren, un ejemplo de esto se observa en la Figura 10 en donde se encuentra mimetizada en una flor de coloración amarillo de una asterácea y se observa cómo se alimenta de un insecto volador posiblemente polinizador. Para evitar la competencia entre individuos del mismo gremio basta con establecerse Ven un sustrato por el resto de su vida, la única razón que obligaría a moverse a estas arañas es por los periodos de reproducción (solo machos) y si existe algún tipo de disturbio que genere la eliminación completa del microambiente en el que cazaba (Vogelei y Greissl, 1989). En el estudio sobre las estrategias de supervivencia de la araña cangrejo *Thomisus onustus* de Vogelei y colaboradores, se establece la capacidad específica de emboscar solo a un tipo de presas polinizadoras de algunas flores de jardín y aunque esta especie no es el tema de estudio de esta monografía, se pueden extrapolar los resultados de la investigación puesto que pertenecen al mismo gremio de arañas (Tabla 2).

La capacidad que poseen las especies de la familia Thomisidae como una posibilidad de indicar la calidad en sistemas de cultivos radica en el tipo de dieta específica dependiendo del sustrato en el que se encuentre y la especie de la que se trate, también el nivel de sensibilidad a los cambios físicos y químicos que pueden existir, el método de caza también influye mucho en la capacidad de presas que pueda adquirir pues todo depende de la diversidad funcional de insectos que hay en el ambiente lo que nos puede indicar indirectamente el estado del agroecosistema en consideración (Peixoto et al., 2012). Llandes y colaboradores establece las

interacciones entre estas arañas y los polinizadores (una de sus presas) y como su interacción puede predecir el estado de deterioro del ecosistema. Teniendo esto en cuenta, el hecho de que esta familia se alimente de este tipo de presas puede potencialmente indicar la calidad del agroecosistema en el grado de intervención tradicional o ecológico pues las relaciones ecosistémicas que poseen las presas de esta familia con la flora y fauna del ecosistema solo pueden ser encontradas en nichos con una variedad y abundancia de flora con un grado de intervención bajo (Cheli et al., 2006).

Epicadus heterogaster, se ha reportado para Ecuador en Mera, cerca del Río Pastaza (Figura 11), la composición del hábitat radica en zonas en procesos de recuperación de prácticas agrícolas tradicionales y los productos ahora empleados son cultivos arbóreos frutales (INaturalist, 2023). Como se nota en la Figura 12 el éxito de caza radica en la capacidad de mimetización, la variación de colores depende del género y el sustrato en el que se manejen (flores, hojas, tallos) y como se observa los reportes de esta especie en Ecuador se centra en zonas con una producción de árboles donde existe un periodo de floración para después generar frutos (Peixoto et al., 2012). Las presas son poblaciones polinizadoras de estas plantas arbóreas, pero también pueden consumir a las plagas que atacan en la etapa de floración lo cual indicaría que la capacidad de alimentarse de individuos de dos grupos funcionales radica en el tamaño de la araña cangrejo (Peixoto et al., 2012). A medida que aumenta su tamaño se podrá alimentar de individuos más grandes como polinizadores voladores y plagas adultas (Tabla 2), lo contrario sucede con individuos juveniles o más pequeños en donde solo se alimentarían de larvas de lepidópteros que polinizarán en su fase adulta, así como juveniles de plagas que se encuentran en las hojas o pétalos de las flores (Machado et al., 2018). En el estudio de Peixoto y colaboradores, sobre las posibles claves para la selección en cazar sus presas en la especie *H. heterogaster* evalúa el cómo algunas hembras tienen la capacidad de mimetizarse perfectamente en fincas

agroecológicas donde se realizan cultivos de flores y árboles frutales, los modelos florales son de suma importancia para que esta araña tenga éxito en la caza de su presa. Estas restricciones en su alimentación producen una alta sensibilidad y baja adaptabilidad al ambiente (agroecosistema) o microambiente (partes de la planta) en el que se encuentre, si se llegara a evaluar un gremio de arañas en zonas con policultivos y agroforestales podrían funcionar como un potencial indicador de calidad en sistemas agroecológicos por la facilidad de muestreo y las características que se evidencia en las especies del género *Epicadus*.

Epicadus taczanowskii (Figura 13), se reporta para zonas muy cercanas a Ecuador y cumplen un rol ecosistémico de depredación más específico que *Epicadus heterogaster*, esto se debe a los nichos en los que caza, llegando a ser desde muy poco intervenidos a agroecosistemas que fueron restaurados por alguna práctica de agricultura muy abrasiva y la principal característica es su capacidad de mimetizarse en flores de Asteraceae, ya sea en los pétalos de la flor hasta las hojas y ramificaciones aledañas (Machado et al., 2018). Finalmente, el género *Thomisus*, aunque no ha sido oficialmente reportado para Ecuador en ninguna plataforma, existen avistamientos y colectas de algunas especies de este género el cuál complementa mucho a las características en las que se basa las especies del género *Epicadus*, con la única diferencia que *Thomisus* tienen un grado de adaptabilidad mayor y plasticidad cuando se trata de disturbios en el agroecosistema en el que se encuentran. Esta información radica de una conversación personal con algunos aracnólogos del núcleo de aracnología del INABIO en donde me facilitaron verbalmente los reportes del género *Thomisus*, pero aún sin identificación de especies. Aunque no existan registros oficiales de la especie en Ecuador se ha extrapolado la posibilidad de sus reportes por medio del estudio realizado por Machado y colaboradores (datos no publicados).

El conjunto de estos resultados a través de la revisión bibliográfica disponible nos hace considerar a las tres familias de arañas (Thomisidae, Salticidae y Araneidae) con sus respectivos representantes como candidatos para ser indicadores de calidad en agroecosistemas con distintos niveles de intervención. Así mismo sugerimos usar las redes de interacciones para comprender mejor los factores dominantes para la pérdida de diversidad local en la comunidad trófica intermedia.

5 CONCLUSIONES

El potencial uso que poseen las arañas como bioindicadores radica en algunas características de comportamiento, fisiología y funciones que cumplen en un ecosistema. Los diferentes niveles de sensibilidad a los cambios ambientales, la capacidad de depredar diferentes presas de tamaños y variedad funcional, la facilidad de captura y análisis en campo o laboratorio, su vida sedentaria y de movilización restringida son características que comparten las especies evaluadas en este trabajo que nos brinda una idea de la posibilidad de su uso en diferentes niveles de intervención en los sistemas agrícolas. Las arañas del género *Habronattus* y *Argiope* demostraron ser útiles como posibles indicadores de calidad en agroecosistemas intervenidos sobre todo cuando su presencia no está acompañada de otros representantes de cada grupo, Salticidae y Araneidae respectivamente. *Habronattus mexicanus* y *Habronattus conjunctus* al ser arañas errantes saltarinas se alimentan de todo tipo de presas que sean al alcance de su tamaño y rastreras, la mayoría de los individuos que son parte de su alimentación son insectos plaga, detritófagos y carroñeros son muy comunes en agroecosistemas con monocultivos. Por otro lado, la especie *Habronattus conjunctus*, aun cuando no ha sido reportada para Ecuador, sobrevive en ambientes muy similares a los de *H. mexicanus* por lo cual aporta una comparativa entre agroecosistemas del Ecuador y sistemas agrícolas de Norteamérica que si bien es cierto difieren un tanto es

sus condiciones topográficas, geográficas y ambientales también tienen un grado de similitud por el tipo de presas de las que se alimenta *H. mexicanus* y *H. conjunctus*. Las siguientes dos especies que son *Argiope argentata* y *Argiope trifasciata* demostraron ser arañas con un alto potencial como indicadores de calidad en los agroecosistemas con un nivel de intervención más alto, lo que se debe considerar es que al ser resilientes pueden encontrarse en ambientes con distintos niveles de interacción por lo que evaluar sus interacciones nos dará una idea más concluyente sobre el estado del cultivo en consideración. Los casos de estudio evaluados para *Argiope argentata* demostraron que poseen un cierto nivel de adaptación a los residuos de los pesticidas químicos (organoclorados) por lo cual la presencia en abundancia de especies de esta araña en un sistema agrícola podría indicar que el nivel de intervención es bastante alto. El caso de *Argiope trifasciata* es un tanto similar pues los sistemas de caza y alimentación son muy parecidos con la única diferencia que *A. argentata* depreda presas más grandes y generalistas. Así también la sensibilidad y adaptabilidad de *A. trifasciata* es menor pues no tiene la capacidad de sobrevivir en ambientes con un alto grado de residuos de pesticidas químicos, Esto concluye que estos dos géneros de arañas, *Habronattus* y *Argiope*, tienen una alta capacidad de ser usados como bioindicadores de Agrocalidad en ambientes intervenidos sobre todo considerando la relación de los mismos con el resto de la comunidad de arañas de sus respectivas familias.

El género *Thomisus* posee la particularidad de que comparten características de métodos de caza y mismo tipo de presas las cuales son esperar en flores u hojas a organismos que tienen una sensibilidad al cambio en su ambiente. La presencia de arañas de esta familia con altos niveles de abundancia y diversidad estará generalmente relacionada con ambientes con alta diversidad funcional, lo que está directamente relacionado con una mejor calidad o lo que es lo mismo un menor deterioro relacionado con las actividades antropogénicas.

6 RECOMENDACIONES

Algunas recomendaciones para el trabajo son con respecto a la cantidad de información recopilada y reportada para los gremios con los que se trabaja. Algunos especímenes de estos géneros han sido colectados mas no reportados en gran cantidad para Ecuador, este es el caso del género *Thomisus* en donde se han colectado mas no reportado aún en publicaciones. Se debe aumentar la cantidad de bibliografía escrita para los géneros evaluados en Ecuador, así la investigación adquiere más veracidad con respecto al su uso como posibles bioindicadores en los diferentes niveles de intervención en un agroecosistema. Finalmente, si bien es cierto existe un trabajo de campo realizado por estudiantes de biología en el 2019 de la PUCE en donde se encuentran posiblemente algunos ejemplares de las arañas evaluadas, muchas de las claves taxonómicas para especies de la familia Thomisidae no han sido determinadas en su totalidad, por lo cual podría llegar a entorpecer el trabajo y causar el no continuar. Se recomienda realizar otros muestreos al campo que este diseñado con distintos tratamientos que representen diferentes niveles de intervención para relacionarlos con datos de diversidad y abundancia local y comprender de una manera más realista como la intervención moldea las comunidades de arañas y como las mismas pueden ser usadas como indicadores. La posibilidad de colecta en sistemas agrícolas de diferentes tipos, así se demostraría con más veracidad las posibilidades del uso de estos géneros para el propósito de estudio de este trabajo en cuestión.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achitte H., Oscherov E. y Avalos G. (2021) Thomisidae (Araneae) assemblages in different vegetation types in a Ramsar site in the northeast of Argentina. *Rev. Graellsia*. 77(1), 1-12. Doi: <https://doi.org/10.3989/graellsia.2021.v77.258>
- Aguilar P., (1989) Las arañas como controladoras de plagas insectiles en la agricultura peruana. *Rev. Per. Ent.* 31, 1-8. sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v31/pdf/a01v31.pdf
- Altieri M. y Nicholls C. (2007) Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Rev. Científica de Ecología y Medio Ambiente*. 16(1). <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133>
- Alejo G., Zamar M. y Contreras E. (2019) Diversidad y grupos funcionales de artrópodos en el cultivo de *Chrysanthemum morifolium* Ramat. (Asterales: Asteraceae) en invernadero en Jujuy, Argentina. *Rev. Sociedad entomológica de Argentina*. 78(1).
- Anton M., Potapov A., Duperre N., Jochum M., Dreczko K., Klarner B., Barnes A., Krashevska V., Rembold K., Kreft H., Brose U., Widyastuti R., Harms D., y Scheu S. (2020) Functional losses in ground spider communities due to habitat structure degradation under tropical land-use change. *Ecology*. 101(3), 1-14. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.10305506>
- Andreas F. y Deeleman C. (2005) Diversity of arboreal spiders in primary and disturbed tropical forests. *Journal of Arachnology*. 33(2), 323-333. DOI: <http://dx.doi.org/10.1636/05-22.1>

- Ávalos G., Eshter M., Beatriz E. y Gonzáles A. (2013) Spider diversity in cultures of *Citrus sinensis* (Rutaceae) in Corrientes province, Argentina. *Rev. Biología Tropical*. 61(3).
- Benavides W., Parra M. y Silva M. (2015) Comprensión del concepto de red trófica y su diferencia con cadena trófica mediante trabajos prácticos y preguntas conflicto para tres ecosistemas colombianos. *Bio-grafía*. 1712-1720.
- Benhadi J., Pereira J., Sousa J. y Santos S. (2019) Distribution of the spider community in the olive grove agroecosystem (Portugal): potential bioindicators. *Agricultural and Forest Entomology*. DOI: 10.1111/afe.12352
- Blackledge, T. (1998). Stabilimentum variation and foraging success in *Argiope aurantia* and *Argiope trifasciata* (Araneae: Araneidae). *Journal of Zoology*, 246(1), 21-27. doi:10.1111/j.1469-7998.1998.tb00128.x
- Carpio C. (2011) Rol funcional de la diversidad de los escarabajos peloteros (Coleoptera: Scarabacidae: Scarabaeinae) en el bosque lluvioso amazónico de Yasuní. [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Nacional del Ecuador]. URI: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/4759>
- Carvajal V. (2021) Guía de identificación de larvas de los tricóptera más comunes del Ecuador (Guía de identificación). Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de <https://biologia.epn.edu.ec/index.php/trichoptera-ecuador2>.
- Castiglioni E., García L., Burla J., Arbulo N. y Fagúndez N. (2017) Arañas y carábidos como potenciales bioindicadores en ambientes con distinto grado de intervención antrópica en el este uruguayo: un estudio preliminar. *Rev. Innotec*. 13, 106-114. DOI: <https://doi.org/10.26461/13.11>
- Campbell J., Milne M., Dihn B., Daniels J. y Ellis J. (2019) Spider (Araneae) abundance and species richness comparison between native wildflower plantings and fallow

controls in intensively managed agricultural areas. *Rev. Springer*. 1(1). Doi: <https://doi.org/10.1007/s11829-019-09725-9>

Centro Internacional de la Papa (1992) El Agroecosistema Andino: Problemas, Limitaciones y Perspectivas. Perú: Unidad de Comunicación del Centro Internacional de la Papa. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books/agroecosistemas+en+ecuador&ots=zN8fdMV0UL&sig=qTnQZehuYQRudBDnIVV6OrZI_Cs&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Cantor C. (2014) Ecología funcional de la araneofauna de tejedoras (arachnida: araneae) en agroecosistemas cafeteros de Cundinamarca y su valor en la conservación. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Colombia. <file:///C:/Users/Laura/Downloads/10323629962014.pdf>

Correa J., Torres J. (2016) Diversidad funcional: un aspecto clave en la provisión de servicios ecosistémicos. *Rev Colombiana de Ciencia Animal*. 8(1), 94-111. Doi: <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/232/273>

Collantes R., Caballero J., Santos A., y Jercovic M. (2021) The genus *Argiope* (Araneae: Araneidae) in The Province of Chiriqui, Panama. *Rev. Aporte Santiaguino*. 14(2), 190-200. Doi: <https://doi.org/10.32911/as.2021.v14.n2.799>

Gause G., Smaragdova P. y Witt A. (1936) Further Studies of Interaction between Predators and Prey. *Jornal of Animal Ecology*. 5(1),1-18. Doi: <https://doi.org/10.2307/1087>

Granda P. (2006) Monocultivos de árboles en Ecuador. *Movimiento mundial por los Bosques Tropicales. Acción Ecológica*. 45, 46-54.

Ghiglione C., Zumoffen L., Dalmazzo M., Strasser R. y Attademo A. (2021) Diversidad y grupos funcionales de insectos en cultivos de arroz y sus bordes bajo manejo

convencional y agroecológico en Santa Fe, Argentina. *Ecología Austral*. 31, 261-276. DOI:[10.25260/EA.21.31.2.0.1110](https://doi.org/10.25260/EA.21.31.2.0.1110)

INaturalist (2023)

Iraola V. (2001) Introducción a los ácaros (II): Hábitats e importancia para el hombre.

Bol. S.E.A. 28, 141-146.

Leyson J. y Rodríguez H. (2018) El agroecosistema: ¿objeto de estudio de la agroecología o de la agronomía ecologizada? Anotaciones para una tensión epistémica. *Rev. Inter disciplina*. 6(14), 89-112. doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2018.14.63382

Lumaret J. y Martínez I. (2005) El impacto de productos veterinarios sobre insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en pastizales.

Acta Zoológica Mexicana. 21(3), 137-148.

Maldonado J., Ponce J. y Valdez A. (2021) Species richness and abundance of spiders (Arachnida: Araneae) in western urban environments and its contiguous vegetation from Morelia City, Michoacán, Mexico. *Rev. Mexicana de Biodiversidad*. 20(2-3). <http://rev.mex.biodivers.unam.mx/wp-content/uploads/2021-2/vol-92/92-8-oct-2021/3747.pdf>

Mansour F. y Nentwig W. (1988) Effects of agrochemical on four spider taxa: Laboratory methods for pesticide test with web-building spiders. *Rev. Phytoparasitica*. 16, 317-325. <https://doi.org/10.1007/BF02979507>

Martínez L., Marlen E., García M., López J., Sánchez J. (2016) Riqueza de especies y gremios de arañas (Chelicerata: Araneae) en mono y policultivos de maíz, en reyes mantecón, Oaxaca. *Rev. Acarología y Aracnología*. 3, 64-69. Doi: <https://www.acaentmex.org/entomologia/revista/2016/AA/Em%2064-69.pdf>

- Machado M., Teixeira R. y Lise A. (2018) There and back again: More on the taxonomy of the crab spiders genus *Epicadus* (Thomisidae: Stephanopinae). *Rev. Zootaxa*. 3, 501-530. Doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4382.3.4>
- Medellín R. y Viquez R. (2014) Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. Editorial S y G.
- Nadal M. (2022) Las arañas saltadoras (Aranae: Salticidae) como indicadores del estado de conservación de los hábitat en el Chaco Oriental. *Ecología Austral*. 32(3), 1120-1132. Doi: <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.3.0.1987>
- Nentwig W. (1985) Prey Analysis of Four Species of Tropical Orb-Weaving Spiders (Araneae: Araneidae) and a Comparison with Araneids of the Temperate Zone. *Rev. Oecologia*. 66(4), 580-594. <https://www.jstor.org/stable/4217674>
- Nentwig W. (1983) The Prey of Web-Building Spiders Compared with Feeding Experiments (Araneae: Araneidae, Linyphiidae, Pholcidae, Agelenidae). *Rev. Oecologia*. 56(1), 39-139. <http://www.jstor.org/stable/4216872>.
- Nentwig W (1987) The Prey of Spiders. *Ecophysiology of Spiders*. 249-263. https://doi.org/10.1007/978-3-642-71552-5_18
- Nyffeler M., Dean A. y Sterling L. (1989) Prey Selection and Predatory Importance of Orb-Weaving Spiders (Araneae: Araneidae o Uloboridae) in Texas Cotton. *Rev. Environ. Entomology*. 18(3), 373-380. <https://conservation.unibas.ch/team/nyffeler/pdf/nyffeler1989ee.pdf>
- Ortiz Y. y Moreno C. (2017) La diversidad funcional en comunidades de animales: una revisión que hace énfasis en los vertebrados. *Animal Biodiversity and Conservation*. 40, 165-174.

- Patzelt E. (1985) Flora del Ecuador. Banco Central del Ecuador: Ecuador. Recuperado de http://patzelt-ecuador.de/Patzelt_Flora_del_Ecuador-1-Introduccion.pdf
- Pekar S. (2012) Spiders (Araneae) in the pesticide world: an ecotoxicological review. *Rev. SCI.* 68(11), 1438-1446. Doi: <https://doi.org/10.1002/ps.3397>
- Platnick N. (2019) Arañas del Mundo, una historia natural. Quarto Publishing: España.
- Peixoto, P., Souza, J., y Schramm Jr. (2012). To be or not to be... a flower? A test of possible cues influencing hunting site selection in subadult females of the crab spider *Epicadus heterogaster* (Guerin 1812) (Araneae: Thomisidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 47(1), 73-79. Doi: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01650521.2012.672029>
- Roman a., Callejas A. y Villegas G. (2018) Relación de la temporalidad (estiaje y lluvias) con la riqueza y abundancia de arañas saltarinas (Araneae: Salticidae) en cinco localidades de san Luis Potosí. *Rev. Acarología y Aracnología.* 5, 8-14.
- Richman D., Cutler B. y Hill D. (2012) Salticidae of North America, including Mexico. *Rev. Peckhamia.* 95(2), 1-88. Doi: https://www.peckhamia.com/peckhamia/PECKHAMIA_95.2.pdf
- Torreta J. y Poggio S. (2013) Species diversity of entomophilous plants and flower-visiting insects is sustained in the field margins of sunflower crops. *Journal of Natural History.* 47(3-4), 139-165. DOI: 10.1080/00222933.2012.742162
- Sanders D., Vogel E y Knop E. (2015) Individual and species-specific traits explain niche size and functional role in spiders as generalist predators. *Journal of Animal Ecology.* 84, 134-142. doi: 10.1111/1365-2656.12271
- Trujillo S y Mahy A. (2017) Estudio de la relación entre tipo estructural y función biológica en la tela de araña orbicular. [Tesis de Doctorado] Universidad Carlos III de Madrid. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10016/26269>

Velasquez E., Escobar C., Saenz R. (2016) Biología y ecología de la araña plateada *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) (araneidae) en un sector xerófilo del noreste de la Península de Araya, Venezuela. *Rev. Agrobiología*. 28(3), 471-479. <http://ve.scielo.org/pdf/saber/v28n3/art04.pdf>

Vogelei A. y Greissl R. (1989) Survival strategies of the crab spider *Thomisus onustus* (Walckenaer, 1806) (Chelicerata, Arachnida, Thomisidae). *Rev. Oecología*. 80, 513-515. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF00380075>

World Spider Catalog. (2023) recuperado de: <https://wsc.nmbe.ch/searchb>

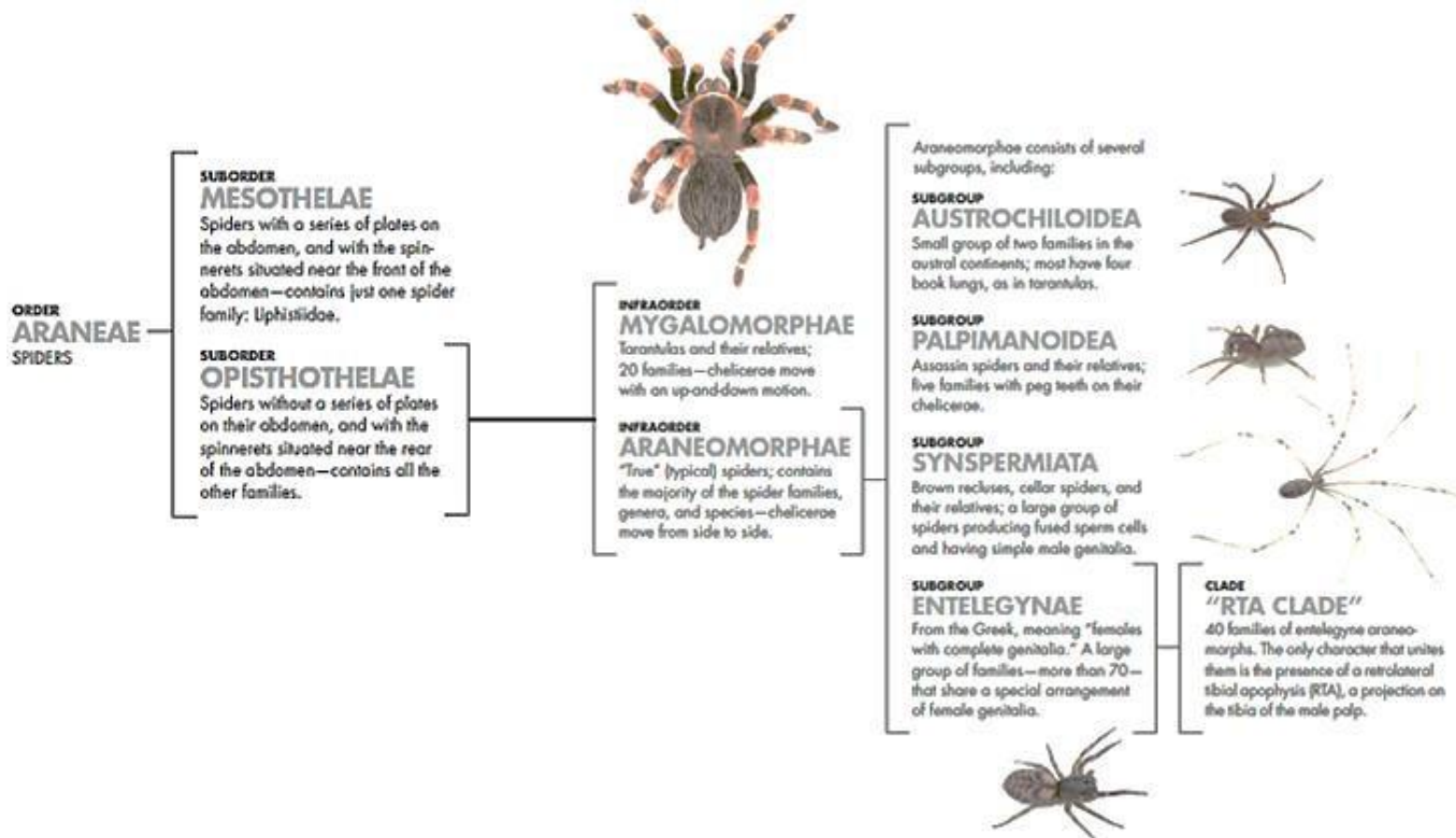
Wallace A. y Evenhuis N. (1981) Biology of Toxorhynchites. *Annual Review of Entomology*. 26, 159-181. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.26.010181.001111>

Wisniewska J. y Prokopy R (1997) Pesticide Effect on Faunal Composition, Abundance, and Body Length of Spiders (Araneae) in Apple Orchards. *Rev. Environmental Entomology*. 26(4), 763-776. Doi: <https://doi.org/10.1093/ee/26.4.763>

Zumbado M. y Azofeifa D. (2018) Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. *Programa Nacional de Agricultura Orgánica*. 1-204

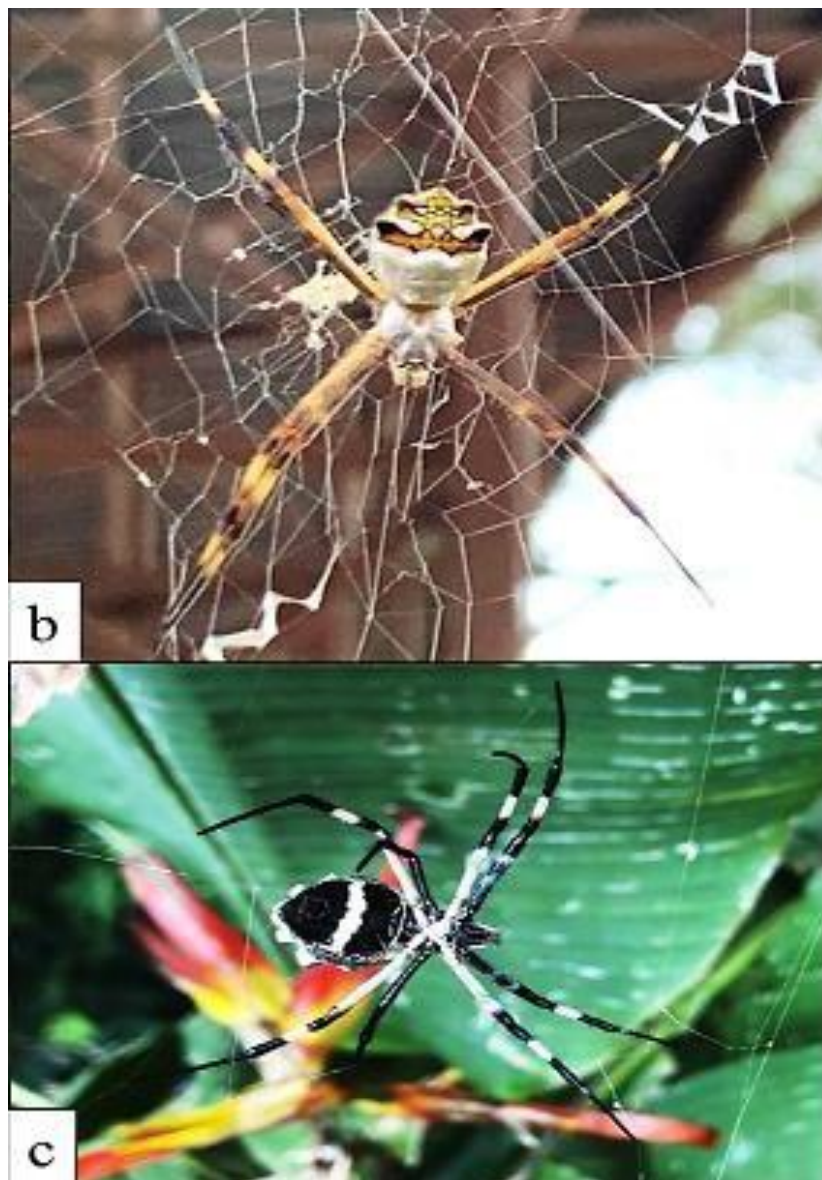
8 FIGURAS

Figura 1: Taxonomía general del Araneae



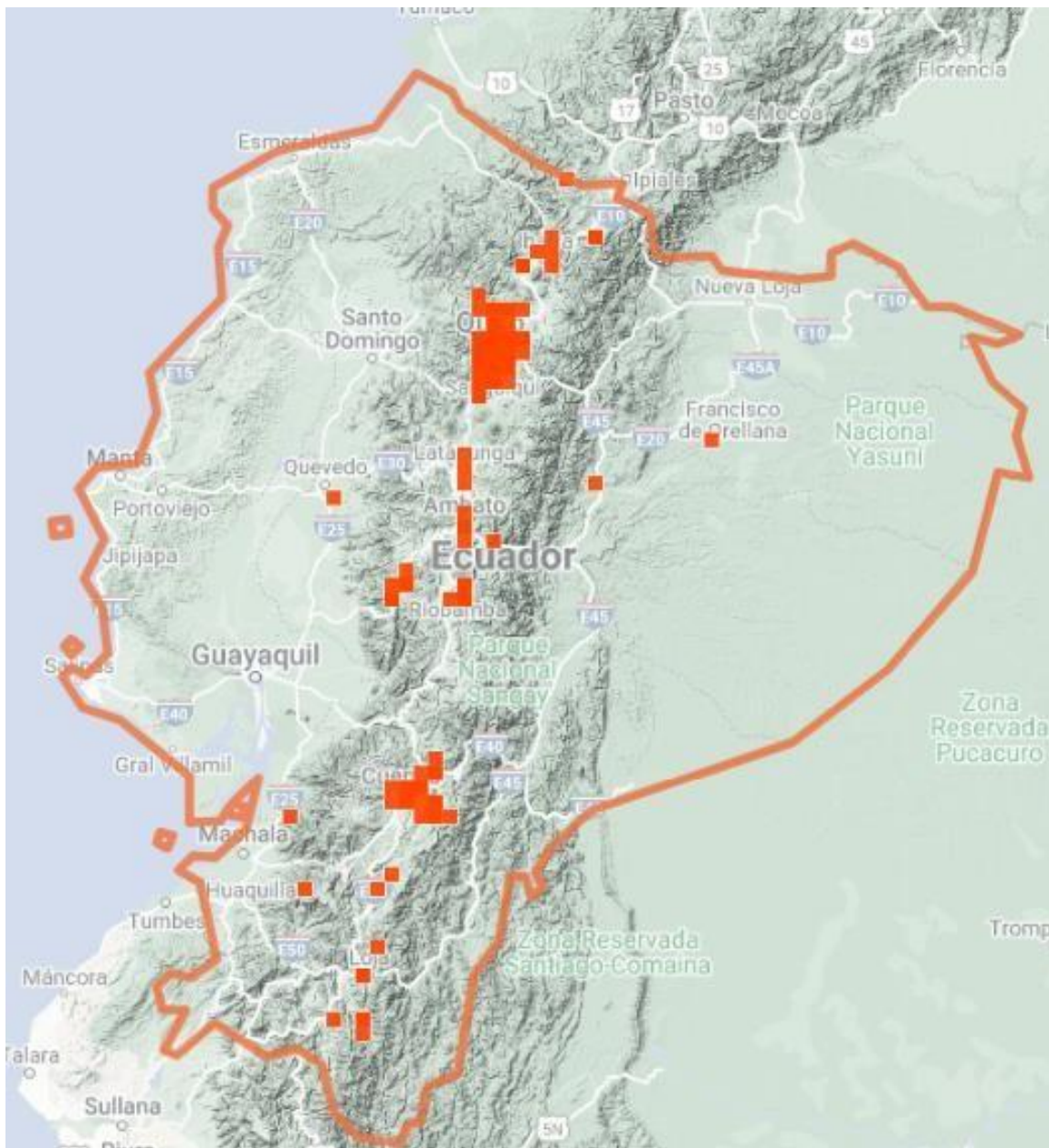
Nota: Revisión de la taxonomía del orden Araneae y su agrupación por subgrupos por características filogenéticas y morfológicas que poseen en común. Tomado del libro *Spiders of the World* (p. 15) de Norman I. Platnick, 2021, OmegaEdiciones.

Figura 2: Fotografía tomada de diferentes ángulos de *Argiope argentata*.



Nota: Vista ventral (b) y dorsal (c) de una hembra de la especie *Argiope argentata* con su característica tela orbicular con establimentas a los lados. Obtenido del estudio sobre el género *Argiope* en Panamá de Collantes et al., 2021.

Figura 3: Registros de *Argiope trifasciata* en Ecuador.



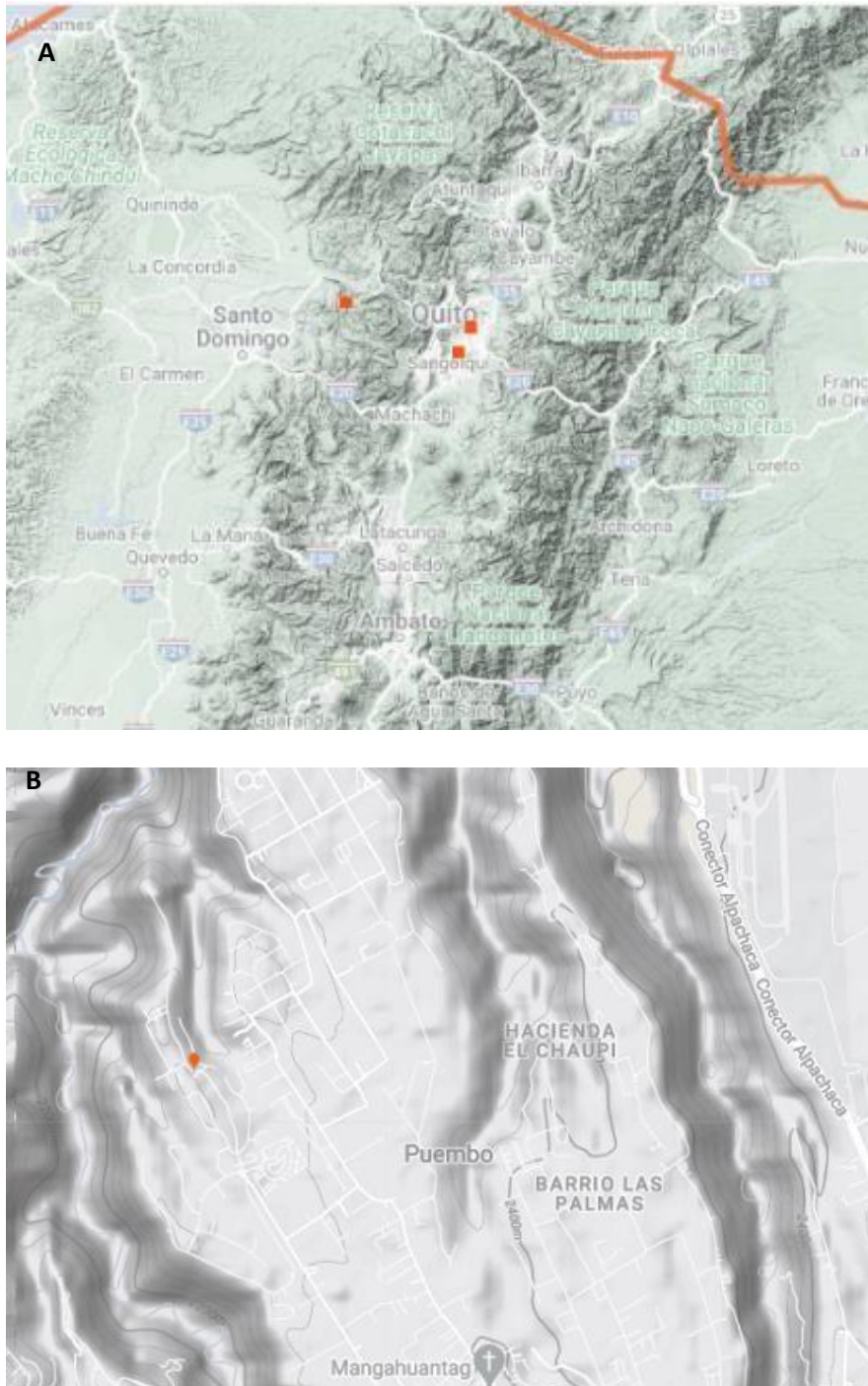
Nota: Reportes de *Argiope trifasciata*, en su mayoría concentradas en la región Sierra de Ecuador. Mapa obtenido por medio de la plataforma digital de mapeo iNaturalist, 2023.

Figura 4: Fotografía tomada de *Argiope trifasciata* en un ambiente típico con su tela orbicular



Nota: Vista dorsal (a) y ventral (b) de una hembra de la especie *Argiope trifasciata* de diferentes ángulos, en donde se observa un tipo de tela orbicular mediana y establimenta única de esta especie (Collantes et al., 2021).

Figura 5: Registro del género *Habronattus* spp. en Puenbo, Quito-Ecuador.



Nota: Reportes de tres individuos pertenecientes a *Habronattus* spp en Ecuador. (A). Reporte de *Habronattus mexicanus* es en Puenbo en Quito-Ecuador (B). Tomado de la plataforma de mapeo digital INaturalist, por varios usuarios, 2023.

Figura 6: Fotografía de *Habronattus mexicanus*



Nota: Vista dorsal de este ejemplar reportada por un usuario en la plataforma digital INaturalist, 2023.

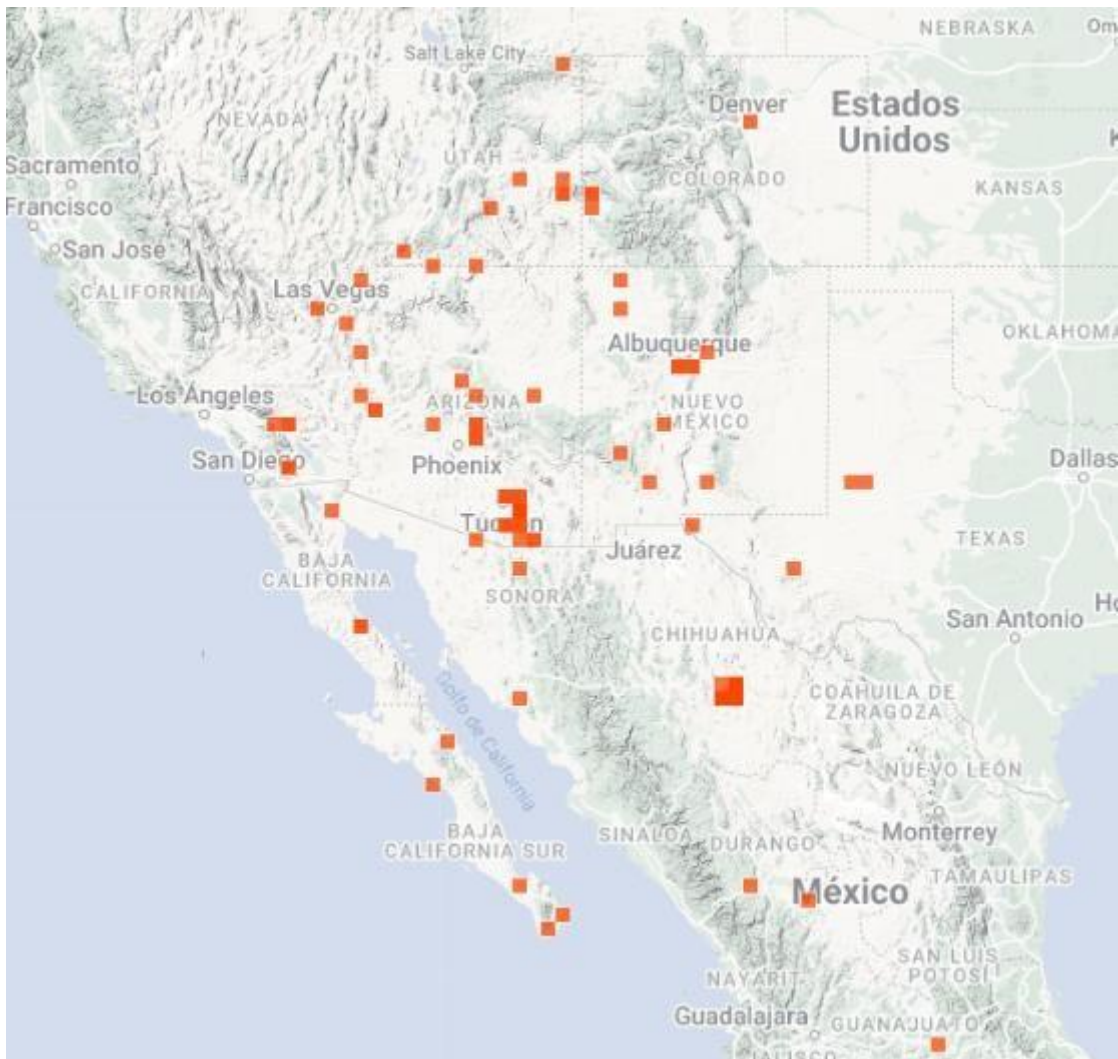
Figura 7: Gremios de arañas en diferentes tipos de cultivos en función al método de caza que emplean.



Figura 2. Gremios de arañas encontradas en el monocultivo de maíz. Cf) cazadora de follaje, Cs) cazadora de suelo, Ac) acechadoras, Em) emboscadoras, Rt) tejedora de red tubular, RI) tejedora de red laminar, To) tejedora de red orbitelarr, Ti) tejedora irregular.

Nota: Gremios de arañas según su método de caza evaluados en monocultivo de maíz. Los individuos de las comunidades de arañas errantes o rastreras son más abundantes en comparación a los demás grupos de arañas con un método de caza diferente. Los gremios de interés para este trabajo son las Cazadoras de suelo (Cs), Acechadoras (Ac) y Tejedora de red orbitelar (To). *Figura 2* del estudio sobre la Riqueza y gremios de arañas en Michoacán, México de Martínez et al., 2016.

Figura 8: Registros de *Habronattus conjunctus* desde México hasta Estados Unidos



Nota: Reportes de *Habronattus conjunctus* entre los límites fronterizos de Estados Unidos y México. Tomado de la plataforma de mapeo digital INaturalist, por varios usuarios, 2023.

Figura 9: Fotografía de *Habronattus conjunctus*



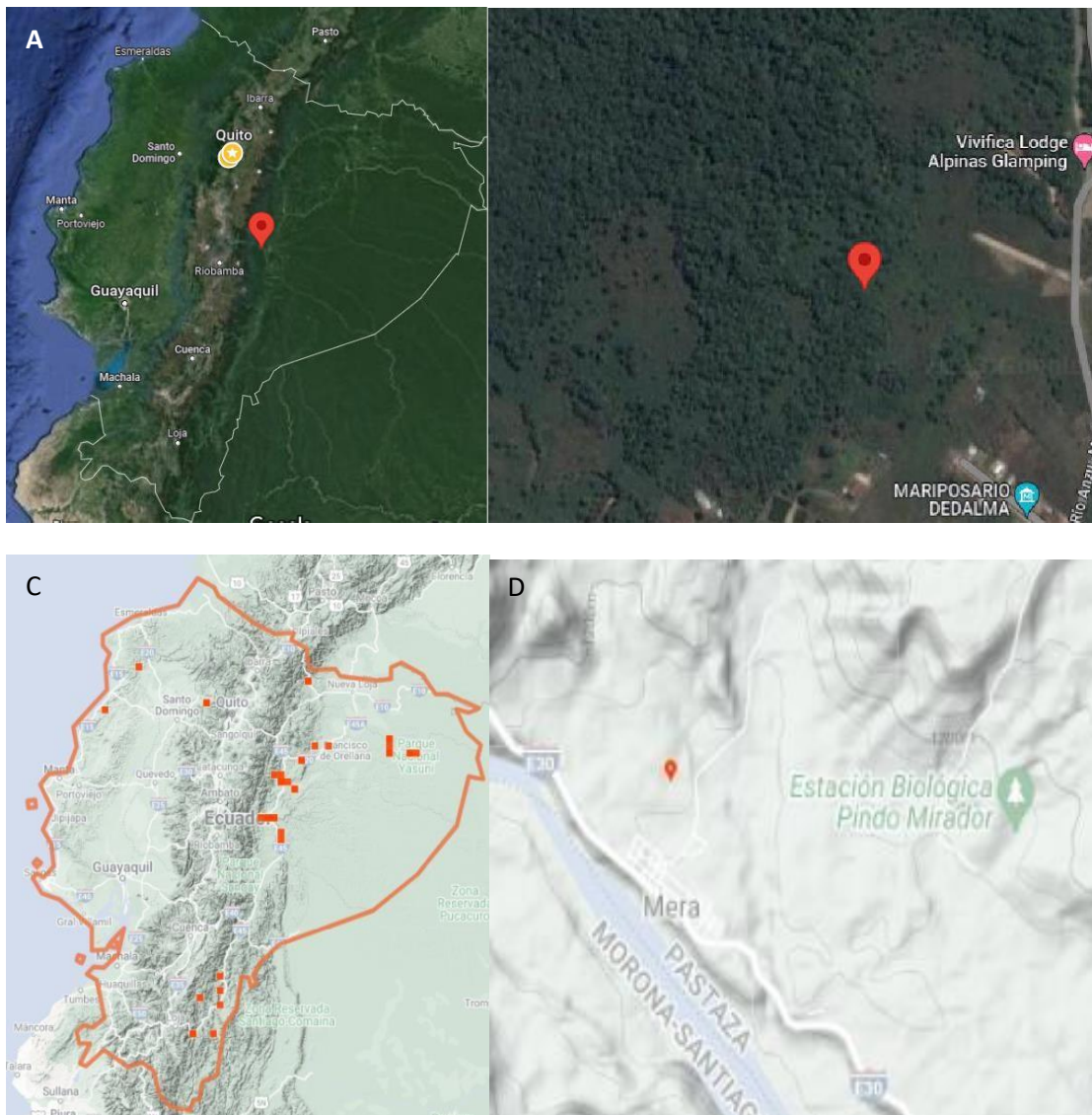
Nota: Esta especie ha sido reportada en el programa INaturalist observado en México, muy cerca de asentamientos urbanos. Se puede notar un menor tamaño en comparación a la especie *H. mexicanus*.

Figura 10: Fotografía de un espécimen del género *Thomisus*



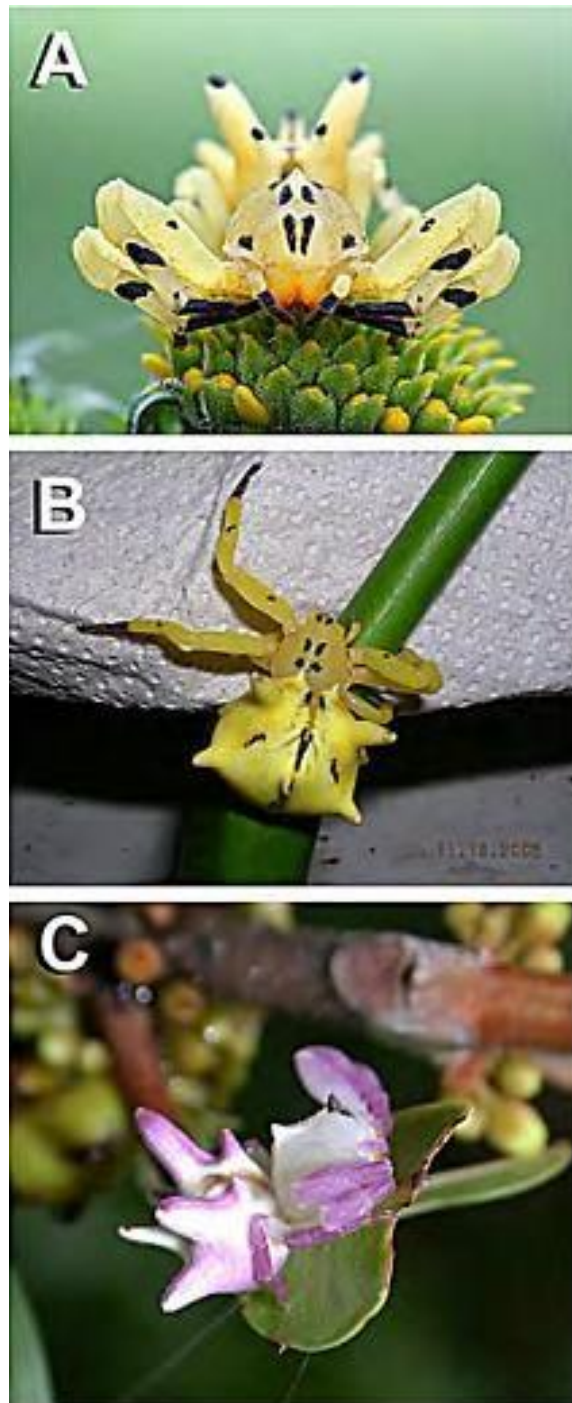
Nota: Reporte en INaturalist de un ejemplar del género *Thomisus* en una flor de Asterácea alimentándose de un insecto volador. Se observa una característica típica de este género el cual es cómo la mimetización depende del color de los pétalos de la flor en el que se encuentre. Imagen reportada por un usuario de la plataforma digital INaturalist, 2023.

Figura 11: Mapa de distribución de *Epicadus heterogaster* para algunas zonas del Ecuador.



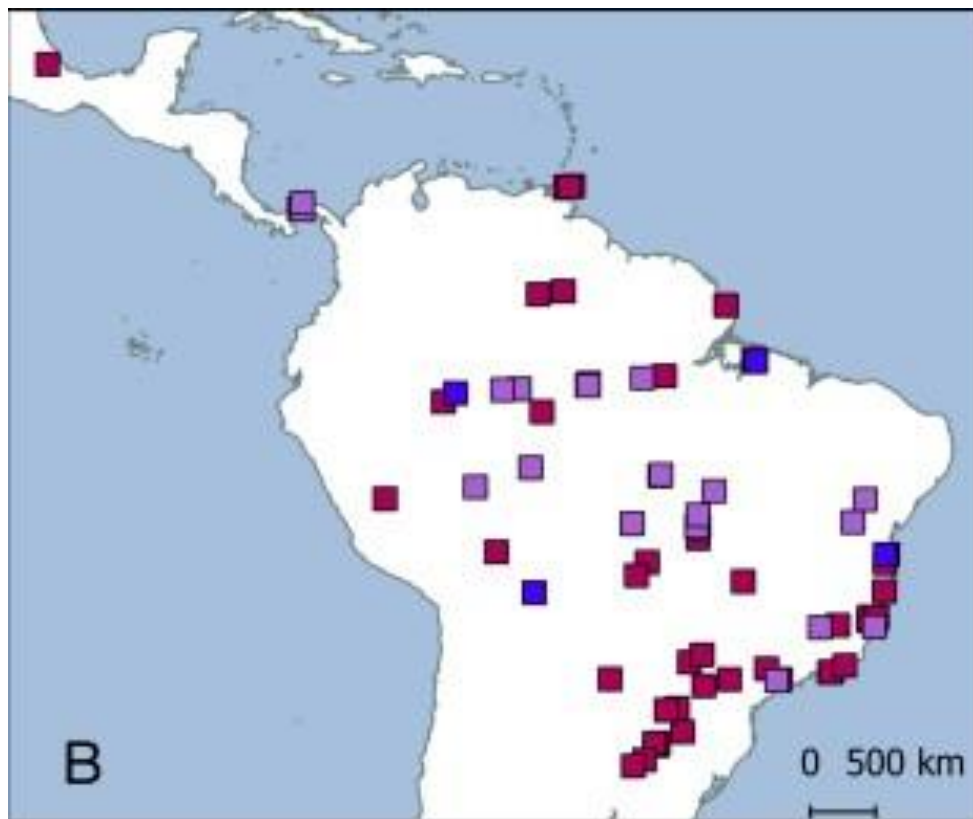
Nota: En la imagen A y C es un mapeo de *Epicadus heterogaster* en todo el Ecuador. Las figuras B y C son el registro de esta especie en Mera, Quito-Ecuador, en una zona que fue ganadera (monocultivo). El mapa de la figura A se obtuvo por medio de la plataforma digital de mapeo Gbif, la figura B es obtenida por medio de Google Maps y las figuras C y D se extrajeron de la plataforma INaturalist, 2023.

Figura 12: Fotografías macro sobre las variedades de coloración en *Epicadus heterogaster*.



Nota: Variantes de colores para una efectiva mimetización en el ambiente en que caza (en este caso hojas y flores) de *Epicadus heterogaster*, se puede notar que el sustrato en el que residan será una influencia directa para la capacidad de mimetizarse y la plasticidad fenotípica de esta especie. Obtenido del estudio de Machado et al., 2016

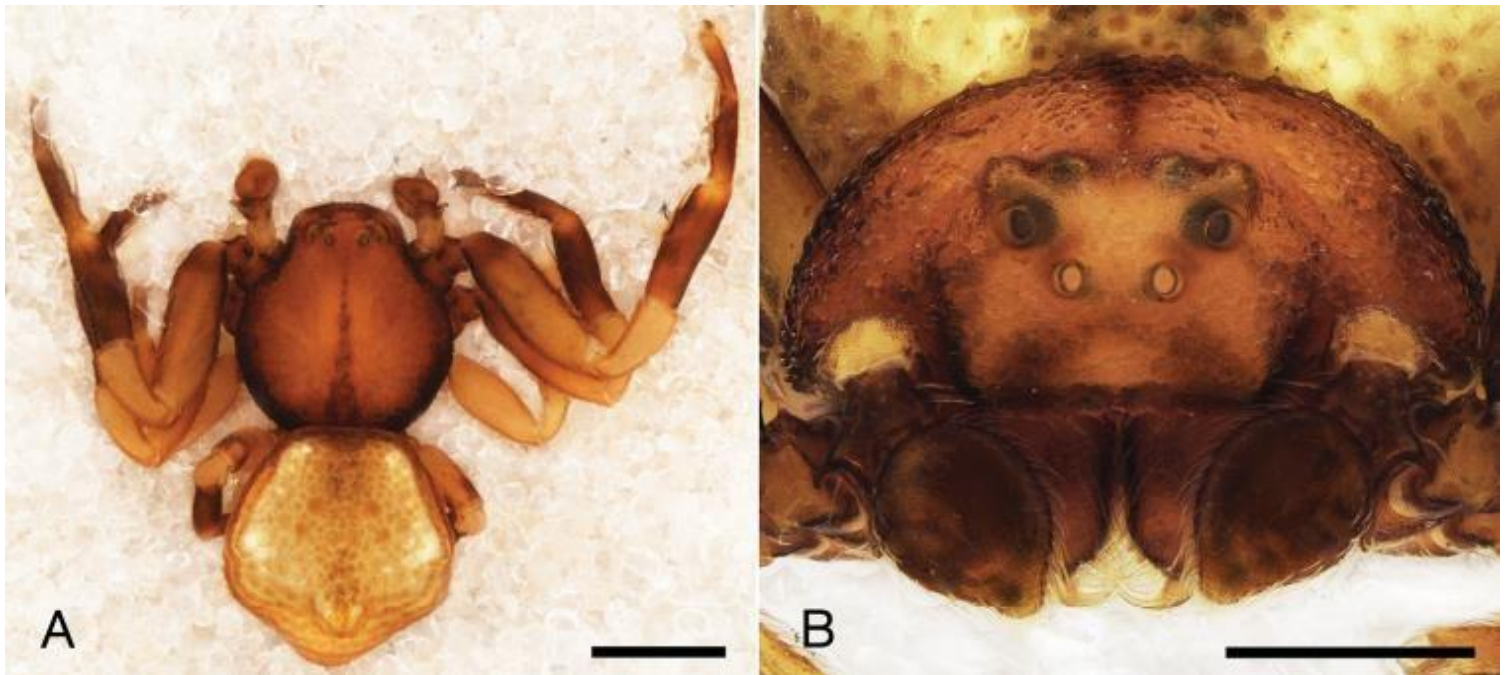
Figura 13: Mapa del género *Epicadus* con representación de tres especies



■ *Epicadus taczanowskii*

Nota: Reportes de algunos otras especies del género *Epicadus*, se toma en cuenta para este trabajo a *Epicadus taczanowskii* que se encuentran señalados por punteos morados. (Machado et al. 2015, 2017) y (Silva-Moreira and Machado, 2016)

Figura 14: Fotografía macro de *Epicadus taczanowskii* con énfasis en la coloración y morfología



Nota: Vista ventral (A y B) de machos de *Epicadus taczanowskii*, en este caso con una coloración amarilla. Pero pueden mimetizar colores rosados, cafés o blancos. Obtenido del estudio sobre revisión taxonómica de Machado et al., 2018.

9 TABLAS

Tabla 1: Familias representativas de invertebrados en sistemas agrícolas según su grupo funcional

Depredadores	Fitófago	Detritófago	Polinizador	Hematófago	Coprófago
<u>Hymenoptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Pompilidae Cabronidae Sphecidae Vespidae 	<u>Lepidóptera (polillas)</u> <ul style="list-style-type: none"> Gelechiidae Pieridae (juvenil) Plutellidae Tortricidae Noctuidae (larva) 	<u>Psocóptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Psocomorpha 	<u>Hymenoptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Andrenidae Apidae Megachilidae Tiphiidae 	<u>Diptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Culicidae (adultos) Ceratopogonidae Muscidae Tabanidae 	<u>Diptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Sarcophagidae (larvas) Calliphoridae Muscidae (larva)
<u>Hemíptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Anthocoridae 	<u>Acari</u> <ul style="list-style-type: none"> Oribatidae 	<u>Trichoptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Anomalopsychidae Calamoceratidae Glossosomatidae Atriplectididae Ecnomidae Hidroptilidae Leptoceridae 	<u>Plecoptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Perlidae 	<u>Siphonaptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Tungidae Pulicidae 	<u>Coleóptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Scarabaeidae
<u>Díptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Culicidae (larvas) Syrphidae 	<u>Coleóptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Bruchidae Cerambycidae 	<u>Diptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Calliphoridae Sarcophagidae (adulto) 	<u>Díptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Syrphidae (representativa) 	<u>Lepidóptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Noctuidae (adultos) Pieridae (adulto) Sphingidae 	<u>Lepidóptera:</u> <ul style="list-style-type: none"> Nymphalidae
<u>Coleóptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Carabidae 	<u>Thysanoptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Thripidae 		<u>Lepidóptera</u> <ul style="list-style-type: none"> (mariposas y polillas) 	<u>Acarina</u> <ul style="list-style-type: none"> Ixodidae 	
<u>Neuróptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Chrysopidae 	<u>Hemíptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Cicadellidae Miridae 			<u>Phthiraptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Pediculidae Pthiridae 	
<u>Araneae</u> <ul style="list-style-type: none"> Superdepredación 				<u>Hemíptera</u> <ul style="list-style-type: none"> Reduviidae 	

Nota: Tabla creada por medio de una compilación y combinación de varias investigaciones sobre historia natural y ecología sobre los órdenes y familias más representativas que son presas de las arañas y clasificación de los diversos grupos funcionales de insectos y arácnidos que existen en la agricultura (Torretta y Poggio, 2013) (Ghiglione et al., 2021) (Sanders et al., 2015) (Zumbado y Azofeifa, 2018) (Alejo et al., 2019) (Lumaret y Martínez et al., 2005) (Carvajal, 2021) (Nentwig, 1987).

Tabla 2: Gremios de arañas y su relación de depredación con algunos grupos funcionales de presas mas representativas

		Grupos funcionales (presas)	Depredador	Fitófago	Detritófagos	Polinizadores	Hematófagos	Coprófagos
Gremios de arañas (depredador)								
Tejedoras	Tela orbicular		×	✓	✓	✓	×	
	Tela en lámina		✓	✓	✓		✓	
	Tela en embudo		✓			✓	✓	
	Tela de andamio		✓		✓		✓	
No tejedoras	Cazadoras errantes activas		×	✓	✓			×
	Cazadoras errantes emboscadoras		✓		✓	✓		

Consideradas para esta monografía

Nota: Tabla creada por medio de una compilación de datos de diferentes estudios bibliográficos. Se evalúan a los gremios de arañas (depredación) en función al método de caza, con sus respectivas presas pertenecientes a los grupos funcionales de invertebrados más representativos de zonas agrícolas y asentamientos urbanos. (Sanders et al., 2015), (Torretta y Poggio, 2013) (Ghiglione et al., 2021), (Zumbado y Azofeifa, 2018) (Alejo et al., 2019) (Lumaret y Martínez et al., 2005) (Carvajal, 2021) (Nentwig, 1987).

Tabla 3: Tipos de cultivos: Monocultivos y Policultivos.

Localidad	Altitud (m s. n. m.)	<i>A. argentata</i>	<i>A. trifasciata</i>	Observación
Alanje	20	5	0	En heliconias.
David	74	7	0	En Schefflera e infraestructura.
Bugaba	245	3	0	En cultivos de plátano.
Paso Ancho	1750	2	7	Cerca de cultivo de cebolla; pajonal.
Mount Totumas	1800	0	1	Pajonal.
Cerro Punta	1863	10	1	En romero y ciprés; sábila.
Total		27	9	36 especímenes adultos

Nota: Se detallan la cantidad de individuos de dos especies de *Argiope* colectados en diferentes tipos de cultivos. Monocultivos de plátano, heliconias y Schefflera y policultivos de cebollas acompañado de pajonales y romero, ciprés y sábila. Tabla obtenida del estudio de Gonzáles et al.,2021 sobre el género *Argiope* en la Provincia de Chariquí, Panamá.

Tabla 4: Lista de pesticidas químicos y biológicos del estudio.

Active ingredient and formulation	Concn. of formulation tested (%)	Mortality (%) 5 days after treatment			
		A.a.	L.t.	P.a.	C.m.
INSECTICIDES					
Carbamate compounds					
Ethiofencarb (Croneton 100 g/l EC) ^a	0.5	100	0	0	52
Formetanate (Dicarzol 50% WP) ^b	0.05	8	0	0	19
Pirimicarb (Pirimor-Granulate) ^c	0.5	9	17	0	0
Propoxur (Uden 50% WP) ^a	0.15	100	0	0	76
Organophosphorus compounds					
Trichlorfon (Dipterex 50% SC) ^a	0.1	13	83	0	100
Azinphos-methyl (Guthion 25% WP) ^a	0.2	100	100	0	10
Methamidophos (Tamaron 600 g/l EC) ^a	0.3	100	0	0	67
Cyclo compounds					
Endosulfan (Beosit 35 g/l EC) ^d	0.1	100	100	0	100
Chlorinated hydrocarbon					
Methoxychlor (Methoxcide 2% EC) ^d	0.2	0	33	0	–
Compounds of biological origin					
Neem oil ^e	5.0	0	0	0	0
Neodosan (Neodosan 51% EC) ^f	2.0	0	0	0	0
32% <i>Bacillus</i> <i>thuringiensis</i> Berl. (Dipel WP) ^d	0.1	0	0	0	0

Nota: Tabla obtenida de Mansour et al., 1988. Donde se detalla algunos de los compuestos químicos utilizados en el estudio sobre los efectos de los agroquímicos en cuatro taxones de arañas.