



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Efecto de la estacionalidad del bosque tropical caducifolio en la diversidad y abundancia de insectos asociados a helechos

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO**

**PRESENTA:
KARLA LIZETTE RODRÍGUEZ ROMERO**

**DIRECTORA
DRA. KARLA MARÍA AGUILAR DORANTES**

**CO-DIRECTORA
DRA. MICHELLE IVONNE RAMOS ROBLES**

CUERNAVACA, MORELOS MAYO, 2023

Agradecimientos

En primer lugar, les agradezco a mis padres, Carlos Rodríguez Castro y Enriqueta Romero Vázquez, que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño y amor me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a cualquier adversidad. Gracias por la motivación y apoyo económico para realizar mis estudios de licenciatura.

Esta tesis no se habría realizado, sin el apoyo del comisariado de San Andrés de la Cal, Mtro. Elfego Miranda Desaida por la autorización para realizar esta investigación. A la Dra. Karla M. Aguilar Dorantes, gracias por el material de campo, por todo el apoyo, tiempo, por las aportaciones de literatura que proporcionó a esta tesis, le agradezco muy profundamente por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. A la Dra. Michelle I. Ramos Robles gracias por el conocimiento, por sus importantes aportaciones, por su tiempo y apoyo, por su motivación, palabras y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional. Y sobre todo por despertarme el interés.

Otro eslabón muy importante en mi formación académica es el Dr. Burgos, por transmitir su pasión por el estudio de los insectos aun sin ser parte del comité, sin su ayuda esto habría sido demasiado complicado. Dra. Ventura gracias por su meticulosa revisión, por todo su tiempo, compromiso, interés y sus valiosas aportaciones. Dr. Antonio muchas gracias por todo el apoyo, tiempo y sus valiosas aportaciones en el tema.

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían solo palabras, y las palabras ya sabemos quién se las lleva, el viento

Gracias a mi amiga, cómplice y hermana Magaly Silvestre M. por la motivación, por acompañarme a campo, las historias de vida, pero sobre todo gracias por acompañarme en los momentos más difíciles.

Por último, gracias a la Universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradezco a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

ÍNDICE	2
ÍNDICE DE CUADROS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	6
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Variación estacional del Bosque Tropical Caducifolio	7
1.2 Diversidad de Pteridophytas	9
1.3 Importancia ecológica de los helechos	10
1.4 Diversidad de insectos	11
1.5 Importancia ecológica de los insectos	11
1.6 Grupos funcionales de insectos	12
2. ANTECEDENTES	13
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. HIPÓTESIS	15
5. OBJETIVOS	15
5.1 Objetivo general	15
5.2 Objetivos particulares	16
6. MATERIALES Y MÉTODOS	16
6.1 Área de estudio	16
6.2 Diversidad y abundancia de helechos e insectos	17
6.3 Colecta, montaje e identificación entomológica	18
7. ANÁLISIS DE DATOS	20
7.1 Diversidad alfa de helechos e insectos	20
7.2 Relación estacional entre la abundancia de helechos e insectos	21
8. RESULTADOS	21
8.1 Abundancia de helechos lluvias vs secas	21
8.2 Diversidad alfa de helechos	23
8.3 Abundancia de insectos lluvias vs secas	24
8.4 Diversidad alfa de insectos	25
8.5 Grupos funcionales de insectos	26
8.6 Relación estacional entre la abundancia de helechos e insectos	27

9. DISCUSIÓN	28
9.1 Efecto de la estacionalidad en la diversidad de helechos	29
9.2 Efecto de la estacionalidad en la diversidad de insectos	30
9.3 Grupos funcionales de los insectos	32
10. CONCLUSIONES	32
11. LITERATURA CITADA.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Abundancia de helechos en lluvias vs secas	22
Cuadro 2. Determinación taxonómica de insectos colectados.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de un helecho del género <i>Polypodium</i> (Mehltreter <i>et al.</i> 2010).....	10
Figura 2. Características morfológicas de un insecto (Zumbado y Azofeifa 2018).....	11
Figura 3. Ubicación geográfica del ejido de San Andrés de la Cal en Tepoztlán, Morelos.....	17
Figura 4. Cuadrante para toma de datos	18
Figura 5. Métodos de captura de insectos	19
Figura 6. Métodos de montaje para la conservación de insectos	20
Figura 7. Diversidad alfa de helechos durante las dos estaciones en el BTC	23
Figura 8. Diversidad alfa de insectos durante las dos estaciones en el BTC	26
Figura 9. Abundancia de grupos funcionales de insectos.....	27
Figura 10. Relación entre la abundancia estacional de helechos e insectos.....	28

RESUMEN

Los bosques tropicales caducifolios representan más del 40% de los bosques tropicales del mundo, se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad que afecta la estructura de las comunidades ecológicas a través de cambios en la disponibilidad de distintos recursos abióticos como el agua, la temperatura y el fotoperiodo que puede favorecer el espacio y alimento para los organismos que ahí viven. Por lo anterior, evaluamos la abundancia y diversidad estacional (lluvias y secas) de helechos e insectos del Bosque Tropical Caducifolio de Morelos, además identificamos los grupos funcionales de insectos asociados a helechos, considerando su tipo de alimentación y analizamos la relación entre la abundancia de helechos e insectos. En total registramos en la estación de lluvias 6 471 individuos de helechos pertenecientes a 5 familias y 13 especies. La mayor abundancia de helechos se encontró entre agosto y septiembre. Las especies con mayor número de individuos fueron *Bommeria pedata* (24%), *Bommeria elegans* (22%) de la familia Pteridaceae, seguida por *Asplenium pumilum* (17%) de la familia Aspleniaceae. En contraste, en la estación seca, registramos 293 individuos pertenecientes a 4 familias y 11 especies. Con respecto al grupo de insectos colectamos un total de 899 individuos, pertenecientes a 10 órdenes y 17 familias, la mayor abundancia para los insectos fue durante la estación de lluvias con un registro de 723 individuos. La mayor abundancia de insectos se encontró en los meses de septiembre y octubre, meses pertenecientes a la estación de lluvias. El orden Orthoptera 472 individuos (50%) y Hemiptera 225 individuos (25%) fueron los más abundantes. Con respecto al grupo funcional, los herbívoros masticadores fueron el grupo mejor representado, seguido de los depredadores y herbívoros chupadores. Además, encontramos una relación positiva con respecto a la abundancia de helechos e insectos, lo que podría indicar que la presencia de un grupo en este caso el de helechos, puede influir en la presencia de otros grupos, como el de los insectos. Los estudios estacionales que consideran distintos grupos biológicos son necesarios para comprender como los cambios en la disponibilidad de recursos moldean los patrones temporales de diversidad y abundancia de las especies. Sobre todo, en los bosques tropicales estacionales que están fuertemente amenazados debido a la continua presión antrópica y al cambio climático.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Variación estacional del Bosque Tropical Caducifolio

El Bosque Tropical Caducifolio (BTC) es un tipo de vegetación conformado por elementos tropicales, dominado por árboles como burseras y ceibas de copas extendidas con alturas promedio entre 7 y 8 metros; el estrato arbustivo es muy denso y el número de lianas se incrementa en las áreas más húmedas (Trejo Vázquez 1999). Este tipo de vegetación sobresale por su alta diversidad, sobre todo, por su elevado nivel de endemismo, ya que cerca del 60% de las especies que lo constituyen sólo se encuentran en México (Rzedowski 1991; Trejo Vázquez 1999). Este bosque tiene cambios estacionales contrastantes a lo largo del año, en donde se observan diferencias en la precipitación en dos estaciones bien marcadas: 1) la húmeda, en donde la vegetación luce con exuberante verdor; 2) la seca, en donde las plantas pierden su follaje (Rzedowski 1991; Trejo Vázquez 1999).

Se conoce que la estacionalidad es una de las principales características que afecta la estructura de las comunidades ecológicas a través de cambios en la disponibilidad de distintos recursos abióticos como espacio y alimento, además de la temperatura, agua y fotoperiodo (García y Cabrera-Reyes 2008). Estas condiciones son características principales del BTC, en donde las especies de árboles pierden su follaje durante el periodo de secas que puede durar de tres a seis meses, volviendo a producir nuevo follaje al comienzo de la temporada de lluvia (Sánchez-Azofeifa *et al.* 2013).

En particular, los Bosques Tropicales albergan la mayor diversidad, riqueza y densidad de especies arbóreas en el mundo, de igual forma ocupan \pm 8% de la superficie de la República Mexicana (Beltrán-Rodríguez *et al.* 2018). El BTC se distribuye en México entre 0 y 1 900 m de altitud, sin embargo, esta enlistado entre los ecosistemas más afectados, actualmente el 54% de los BTC de México son secundarios (Beltrán-Rodríguez *et al.* 2018). Las principales amenazas de este ecosistema es la presión que ejerce la creciente población humana sobre estos ecosistemas, debido a los cambios de uso de suelo, principalmente por la expansión agrícola, ganadera, incendios y recientemente debido a proyectos humanos y mega turísticos (Beltrán-Rodríguez *et al.* 2018).

En el estado de Morelos este tipo de vegetación se ubica entre los 900 y los 1 600 msnm, ocupa la mayor extensión superficial del estado y se distribuye en aproximadamente 56 000 hectáreas (CONABIO y UAEM 2006). Se ubica en las sierras del centro y sur de Morelos, se puede encontrar en terrenos cerriles, lomeríos y aún en planicies y se desarrolla típicamente en climas cálidos y semicálidos subhúmedos. De acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (2012), el BTC del Estado de Morelos es uno de los más afectados en el país, debido a que el 60% de la vegetación original ha sido removida a una tasa anual de 1.4% (Beltrán-Rodríguez *et al.* 2018), lo que implica afectaciones para diversas plantas y animales.

En los helechos además de la perturbación del bosque, el principal factor abiótico que afecta a sus poblaciones es la lluvia, ya que desencadena el crecimiento y producción de hojas; el desarrollo de hojas fértiles, así como la liberación de esporas, lo que posiblemente se deba a que en esta estación existen las condiciones favorables para la germinación (Sharpe y Mehlreter 2010). También se ha propuesto que la temperatura y el fotoperiodo son factores que influyen en la fertilidad, la maduración y liberación de las esporas (Mehlreter y Palacios 2003).

Así como los helechos, muchos insectos demuestran adaptaciones ante los cambios de la estacionalidad, por lo tanto, dependiendo de la estación del año, los insectos tendrán hábitats en donde se proporcionen recursos que favorezcan su desarrollo o bien donde los limiten debido a condiciones físicas insostenibles y los recursos inadecuados. Además del espacio y el tiempo, sus adaptaciones pueden facilitar la obtención de recursos para mejorar su desarrollo y reproducción en respuesta a condiciones físicas (Danks 2007).

En este sentido, la variación en la abundancia y diversidad de la comunidad de helechos puede llegar a influir sobre los patrones de las comunidades de los insectos durante su desarrollo, por ejemplo en su desarrollo completo (insectos holometábolos), movimiento, reproducción y comportamiento que debido a las variaciones estacionales de este bosque a lo largo del año permiten que exista una alta diversidad de insectos, los cuales se benefician de temperaturas cálidas y una elevada humedad que les permiten una mayor movilidad y dispersión (Wolda 1978).

1.2 Diversidad de Pteridophytas

Los helechos es el segundo grupo más diverso después de las angiospermas y se caracterizan por poseer una gran diversidad de formas y tamaños (Mehltreter *et al.* 2010). Este grupo tiene hábitos terrestres, rupícolas, epífitos, acuáticos y arborescentes y están presentes en distintos tipos de vegetación como son los bosques mesófilos de montaña, bosques de encino-encino, bosques tropicales caducifolios hasta en matorrales xerófilos (Tejero-Diez *et al.* 2014). A nivel mundial la división Pteridophyta (helechos y licopodios, en adelante denominados helechos) está representada por alrededor de 11 000 especies (PPG 1 2016), la cual constituye el 4.5% de las plantas vasculares, en México se han registrado 1 067 especies de helechos y plantas afines (Villaseñor 2016). En el Estado de Morelos, los helechos comprenden 215 especies, pertenecientes a 55 géneros y 24 familias, los municipios con más especies son Cuernavaca con 92 especies, Tepoztlán con 72 y Huitzilac con 71 (CONABIO y UAEM 2006). La mayor diversidad se encuentra en los géneros *Cheilanthes* con 18 especies, *Asplenium* con 13 y *Polypodium* con 12 (Contreras-MacBeath *et al.* 2006).

El ciclo de vida de los helechos se caracteriza por presentar dos fases independientes con alternancia de generaciones: 1) gametofítica, haploide y sexual (encargado en la producción de gametos), ésta consiste en un conjunto de etapas que van desde la formación de las esporas, que son producto de la meiosis, hasta los gametos sexuales; 2) esporofítica, diploide y sexual (producen las esporas), esta fase inicia con la formación del embrión a través de la fecundación, hasta la formación de las esporas, las cuales van a pasar por meiosis. Esta fase está representada por la planta que vemos a simple vista, la cual puede medir desde unos cuantos centímetros hasta varios metros (Mehltreter *et al.* 2010; Figura 1).

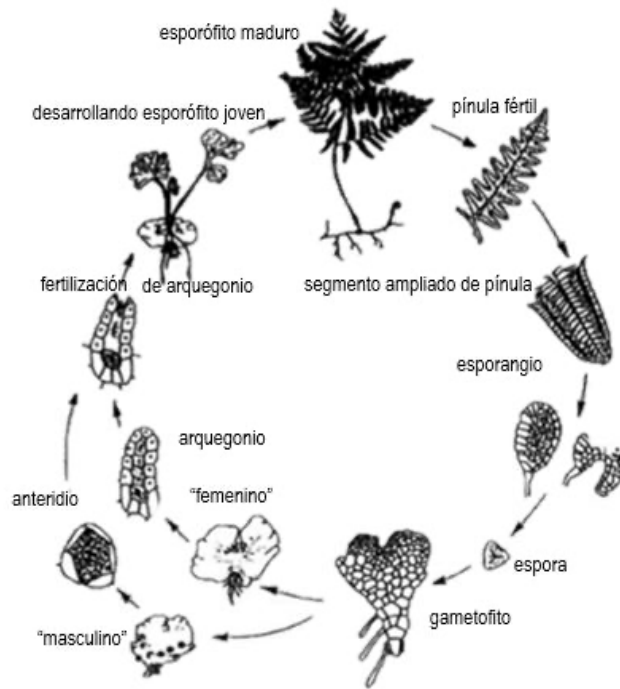


Figura 1. Ciclo de vida de un helecho del género *Polypodium* (Modificado de Mehltreter *et al.* 2010)

1.3 Importancia ecológica de los helechos

Los helechos son importantes para otras especies ya que sirven de alimento y refugio para numerosas especies herbívoras, además que favorecen los procesos de sucesión secundaria (Delgado y Plaza 2006). Por otro lado, se reportan especies bioacumuladoras de metales pesados, principalmente del género *Pteris* (Wang *et al.* 2002). Sin embargo, los helechos también tienen un impacto negativo en los ecosistemas, ya que se han reportado algunas especies como invasoras debido a que desplazan a especies nativas modificando la dinámica del ecosistema (González de León *et al.* 2021).

Además, este grupo tiene una larga tradición en la historia de la humanidad, ya que entre sus especies incluyen un elevado número de relictos, especies relegadas en refugios puntuales muy localizados y que en otro tiempo tuvieron una amplia distribución, su presencia suele estar ligada a ecosistemas muy particulares cuya fragilidad evidencia su necesaria protección y conservación (Tejero-Díez *et al.* 2011).

1.4 Diversidad de insectos

Los insectos se diferencian de los demás artrópodos debido a que el cuerpo se divide en tres regiones (cabeza, tórax y abdomen; Figura 2). Los insectos, son el grupo más diverso del planeta ya que cuenta con 1 070 781 especies a nivel mundial (CONABIO 2020), y por sí solos, representan más del 80% de todos los artrópodos (CONABIO 2020). En México se han reportado 47 853 especies de insectos de las cuales 4 792 se reportan para el estado de Morelos (CONABIO 2020).

Parte de esta riqueza se debe a su variada biología unida a una larga historia de más de 400 millones de años y muy poca respuesta a las extinciones en masa (Amat-García y Fernández 2011). Los insectos incluyen a mariposas, escarabajos, gorgojos, chapulines y entre otros. Este grupo se encuentra en todos los ambientes terrestres, dulceacuícolas y costeros, se reproducen frecuentemente en grandes números, por lo que sus poblaciones pueden ser muy abundantes (Zumbado y Azofeifa 2018).

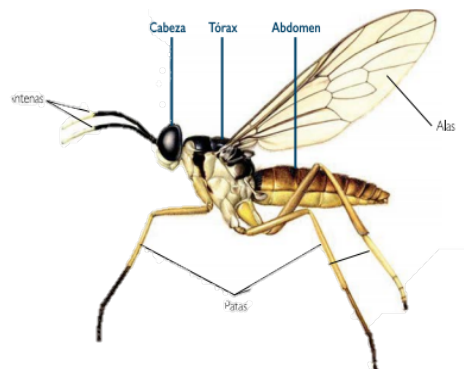


Figura 2. Características morfológicas de un insecto (Zumbado y Azofeifa 2018)

1.5 Importancia ecológica de los insectos

En general los insectos tienen un importante papel en las funciones de los ecosistemas (Zumbado y Azofeifa 2018), debido a que están asociados al reciclaje de nutrientes, degradación de hojarasca y madera, dispersión de los hongos, reciclaje de estiércol, incluyendo la polinización y dispersión de semillas, mantenimiento de la composición y estructura de sus comunidades (Rosas-Echeverría 2015). Además,

mantienen la salud y la integridad ecológica que promueven la diversidad de los ecosistemas (Rosas-Echeverría 2015). Algunos de los factores que intervienen en el ensamblaje de las comunidades de insectos son la estructura y la composición de los bosques, así como a la vez las características de flora y fauna del paisaje pueden ser moldeadas por los insectos (Rosas-Echeverría 2015).

Con respecto al papel de la relación de los insectos con helechos, se ha documentado una relación herbivoría, depredación, de refugio y de facilitación (Mehltreter *et al.* 2010). Sin embargo, la investigación con respecto a las funciones entre insectos y helechos es escasa y sesgada en gran parte a reportes en helechos ornamentales o especies altamente invasoras (e.g., *Pteridium*, *Lygodium* o *Salvinia*; Balick *et al.* 1978).

1.6 Grupos funcionales de insectos

La descripción funcional en la clasificación de especies por gremios está basada en la similitud de características biológicas y ecológicas de las especies de una comunidad (Córdova y Zambrano 2015). Es importante considerar a los grupos funcionales ya que el efecto sobre los procesos ecosistémicos es mayor que el de riqueza de especies. Esta propiedad puede ser utilizada para entender patrones en la composición de las comunidades, así como para encontrar equivalencias funcionales entre diferentes especies e identificar especies potencialmente claves para los ecosistemas (Córdova y Zambrano 2015). Estudios sobre la relación entre biodiversidad y servicios ecosistémicos se han enfocado en el rol de la riqueza y la abundancia de especies de grupos funcionales, sin embargo, las funciones ecosistémicas dentro de una comunidad frecuentemente dependen también de la identidad taxonómica de las especies y de sus interacciones (Ghiglione *et al.* 2021).

Las técnicas de estudios sobre diversidad se han aplicado mayormente a enfoques taxonómicos, que se basan en las identidades de las especies, pero ignoran sus diferencias funcionales (Sattler *et al.* 2020). Tener diferencias funcionales entre grupos ecológicos puede proporcionar un vínculo más directo entre los organismos y los procesos del ecosistema (Cadotte 2017). Además, los organismos filogenéticamente

relacionados de forma distante pueden tener una funcionalidad similar debido a la evolución convergente, por lo tanto, centrarse directamente en la diversidad funcional en lugar de diversidad taxonómica o filogenética puede proporcionar conocimientos más profundos sobre el ensamblaje de la comunidad y el funcionamiento del ecosistema, lo cual es de gran relevancia, sobre todo en hábitats con una fuerte presión antrópica (Sattler *et al.* 2020).

Para los insectos, los principales grupos funcionales se basan de acuerdo al tipo de alimentación: 1) Especies depredadoras: los depredadores matan y comen otros animales; 2) Especies herbívoras: se alimentan de flores, semillas u hojas, o dentro de los tejidos vegetales; 3) Especies saprófagas: se alimentan de materia orgánica en descomposición y se denominan también detritívoros; 4) Especies fungívoras: se nutren de hongos (los cuerpos fructíferos o carpóforos y las hifas escondidas); 5) Parasitoides y parásitos: los parasitoides son depredadores especializados que viven en o sobre el cuerpo de un animal huésped y; 6) Especies xilófagas: se alimentan de madera, un recurso abundante aunque de escaso poder (McGavin 2000).

Los estudios sobre interacciones helecho-insecto generalmente clasificaron a los insectos según su tipo de alimentación: folívoros, succionadores y esporófagos. Las dos primeras categorías han sido divididas en comportamientos específicos: los insectos folívoros son los que consumen la hoja entera, sólo el mesófilo foliar (minadores de hojas) o tallos y los que forman agallas, mientras los succionadores en los que consumen savia de xilema o floema (Hendrix 1980). Algunos insectos que han sido observados ocasionalmente en helechos no fueron herbívoros, sino depredadores o parásitos de insectos herbívoros (Fuentes-Jacques *et al.* 2021).

2. ANTECEDENTES

Para explicar las grandes diferencias entre el número de insectos reportados en espermatófitas y en helechos, Hendrix (1980) sugirió que los insectos se han diversificado y coevolucionado más exitosamente con las espermatofitas, aunque reconoció que los helechos han sido submuestreados en comparación con las demás

plantas vasculares. Este submuestreo con respecto a las espermatofitas podría ser resultado de la relativamente baja importancia agrícola y económica de los helechos (Fuentes-Jacques *et al.* 2021).

Se ha mencionado que las variaciones de temperatura en ambientes estacionales tienen efecto en el desarrollo, movimiento, reproducción y comportamiento de los insectos, debido a que dependen de la temperatura ambiental para regular su temperatura corporal (Rodríguez-Porras 2012). Muchos insectos demuestran sensibilidad a los cambios climáticos especialmente en los ambientes tropicales que albergan la mayor parte de la biodiversidad, teniendo en la actualidad un gran riesgo de peligro de extinción para algunas de las especies que establecen una interacción huésped-planta (Boccanelli y Lewis 2006).

El estudio de las relaciones entre helecho e insecto es escasa y sesgada, aunque recientemente se ha demostrado que los helechos pueden ser huéspedes de una gran variedad de artrópodos (Harms y Grodowitz 2009; Mauz y Reeder 2009; O'Brien 2009; Jensen y Holman 2000). En este sentido, Fuentes-Jacques *et al.* (2021), encontró en un Bosque Mesófilo de Montaña 37 especies de helechos en 4 800 m², donde hubo diferencias en la diversidad de insectos encontrados por especie de helecho y se observó que existen subrepresentaciones de algunos órdenes. Con respecto a los niveles de daño causados por insectos herbívoros en helechos se observaron diferencias en el daño a las hojas entre las especies, pero no entre la estación de secas y de lluvias, sin embargo, no se consideraron las variables ambientales, debido a que éstas son constantes en el sitio de estudio.

Con respecto a los factores abióticos que se relacionan con helechos como la temperatura y la humedad, los cuales desencadenan procesos fenológicos como crecimiento, la producción de hojas, la maduración de esporas (van Schaik *et al.* 1993). En este sentido Castrejón-Alfaro *et al.* (2022) reportó que la precipitación y la humedad relativa son variables importantes en la fenología de helechos.

3. JUSTIFICACIÓN

Los estudios en las comunidades de helechos e insectos han sido poco abordados en sitios como el Bosque Tropical Caducifolio, sin embargo, Castrejón-Alfaro et al. (2022) evidenció que variables abióticas como la precipitación y temperatura se relacionan con la dinámica poblacional de los helechos. No obstante, no se ha abordado como los cambios en la estacionalidad influyen en la diversidad y abundancia de dos grupos relacionados como lo son los helechos y los insectos. Por lo tanto, este estudio pretende ampliar el conocimiento de las dinámicas a nivel comunidad de ambos grupos en el BTC que es altamente estacional y nos permitirá comprender los patrones fenológicos de distintos grupos.

4. HIPÓTESIS

- 1) Debido a que durante la estación de lluvias las condiciones para la emergencia de plantas e insectos es más favorable, esperamos encontrar una mayor diversidad de helechos e insectos en esta época.
- 2) Dado que el grupo funcional de insectos herbívoros es masticador generalista, se espera que sea el grupo dominante en ambas estaciones.
- 3) Considerando que en la estación de lluvias hay un aumento en la diversidad de helechos y los cuales pueden proveer de una mayor cantidad de recursos (ej. comida y refugio) a los insectos, se espera encontrar una relación positiva entre la abundancia de estos dos grupos.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Conocer y evaluar la diversidad estacional de helechos e insectos del Bosque Tropical Caducifolio de Morelos.

5. 2 Objetivos particulares

- 1) Analizar la relación entre la abundancia y diversidad de helechos e insectos en las estaciones de lluvias y secas.
- 2) Determinar la riqueza de los grupos funcionales de los insectos asociados a helechos, considerando su tipo de alimentación.
- 3) Analizar la relación entre la abundancia de helechos e insectos en las estaciones de lluvias y secas.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

San Andrés de la Cal pertenece al municipio de Tepoztlán en Morelos (Figura 3). Se localiza a $18^{\circ}57'22.2''$ de latitud norte y a $-99^{\circ}06'50.2''$ de longitud oeste, y posee una altitud entre 1 480 a 1 670 m.s.n.m. El clima predominante es semicálido (A), el más cálido de los templados (W), con lluvias en verano e invierno, con una precipitación anual de 1 200 mm y 20°C de temperatura media anual (Castrejón-Alfaro 2017).

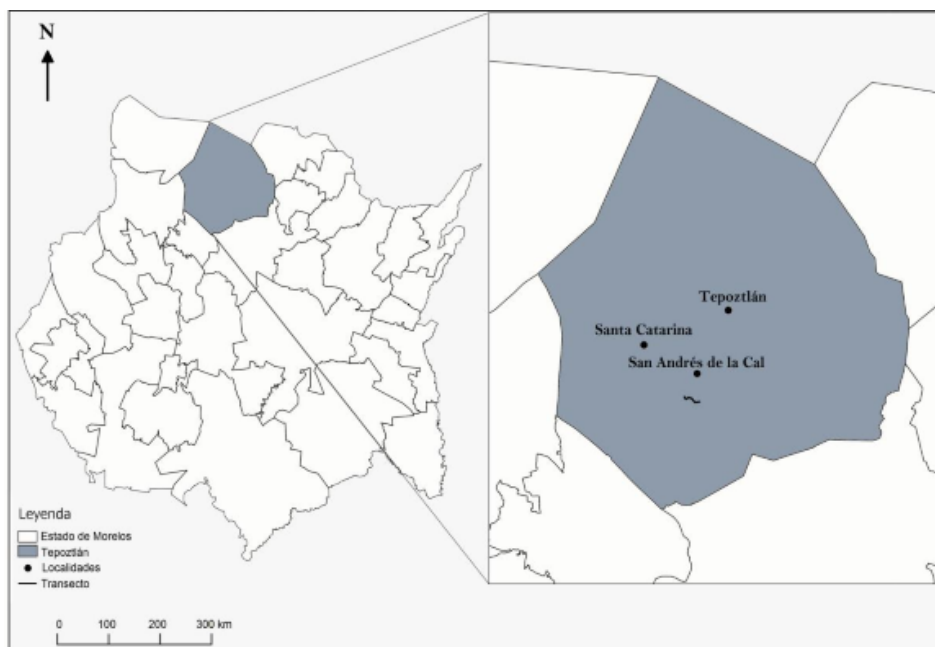


Figura 3. Ubicación geográfica del ejido de San Andrés de la Cal en Tepoztlán, Morelos (Castrejón-Alfaro 2017)

Este Bosque Tropical Caducifolio alberga al menos 39 especies de plantas leñosas, de las cuales las especies más abundantes son *Sapium macrocarpum* Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *Ipomoea pauciflora* M. Martens y Galeotti (Convolvulaceae), *Quercus obtusata* Humb. Y Bonpl. (Fagaceae) (Cortés-Anzúres 2015).

Para el caso de la Pteridoflora, se han reportado 22 especies como *Cheilanthes kaulfussi* Kunze, *Bommeria elegans* (Davenp.) Ranker y Haufler, *B. pedata* (Sw.) E. Fourn, *Dryopteris maxonii* Underw. Y C. Chr., *Notholaena candida* (M. Martens y Galeotii) Hook., y *Polypodium polypodioides* (L.) E.G. Andrews y Windham. Asimismo, se han reportado licófitos, como *Selaginella lepidophylla* (Hook. Y Grev.) y *S. pallescens* (C. Presl) Spring (Selaginellaceae) (Castrejón-Alfaro *et al.* 2022).

6.2 Diversidad y abundancia de helechos e insectos

Para conocer la abundancia y diversidad de helechos e insectos del BTC, se realizaron observaciones durante las dos estaciones del año: lluvias (julio-octubre 2019 y julio-octubre 2020) y secas (noviembre 2019 – marzo 2020). Se realizaron dos muestreos

por mes, en un horario de 9:00 a 17:00 horas. Se establecieron al azar un total de 17 cuadrantes de 2.5 x 2.5 m, con una separación de 50 m entre ellos (Figura 4). Cada cuadrante se revisó por aproximadamente 30 minutos. Para cada cuadrante se registró el número de individuos de helechos por especie y el estadio en el que se encontraba cada individuo (ej. joven, maduro, senescente y/o fértil).

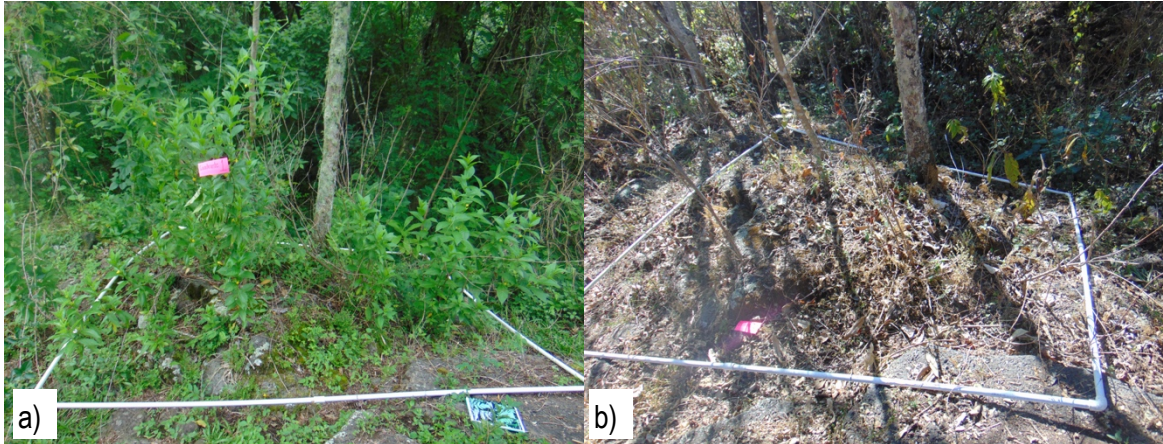


Figura 4. Cuadrante para la toma de datos de helechos e insectos en dos estaciones del año: a) Lluvias; b) Secas

6.3 Colecta, montaje e identificación entomológica

A la par de estas observaciones se colectaron y contabilizaron los insectos asociados a los helechos con la ayuda de una red entomológica mediante el golpeteo de ramas. Los insectos colectados se identificaron a nivel de morfoespecie y se asignó una categoría de grupos funcionales (GF), basada en el tipo de alimento que consumen con base en la descripción de McGavin (2000).

Los insectos colectados fueron colocados en frascos mediante el uso de un aspirador manual para su posterior fijación y conservación en alcohol etílico al 70%, con su respectiva etiqueta con los datos del cuadrante (Figura 5). Posteriormente para su identificación los insectos fueron montados con alfileres, esta técnica está orientada principalmente a los insectos de tamaño medio a grande, dado que es necesario atravesar el insecto con el alfiler para poder montarlo. La ubicación de cada alfiler en el insecto es particular para cada orden (Márquez-Luna 2005; Figura 6).

La identificación fue a nivel familia y grupo funcional (GF) con base en la información disponible sobre las características de alimentación e independientemente de la identificación taxonómica. Los herbívoros se clasificaron como: 1) Herbívoros masticadores y 2) Herbívoros chupadores, esto debido a que los grupos tienen cambios entre los niveles tróficos durante el desarrollo, como es el aparato bucal; 3) Depredadores; 4) Descomponedores y 5) Xilófagos. La identificación de insectos se realizó con la ayuda del especialista en el grupo el Dr. Armando Burgos en el laboratorio de parasitología vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas, así como de guías de identificación especializadas (Triplehorn y Johnson 2005; Fontana y Buztett 2007; Fontana *et al.* 2008). Los insectos colectados fueron depositados en la Colección Entomológica Universitaria Morelos (CEUM) del Centro de Investigaciones Biológicas de la Autónoma del Estado de Morelos (CIB-UAEM).



Figura 5. Métodos de captura de insectos: a) Colecta de insectos con ayuda de una red manual; b) Colecta entomológica en frascos con alcohol al 70%

Para los insectos con un tamaño menor a 1 cm, se montaron con la ayuda de puntillas, estas son placas de hoja albanene en las que se pega el insecto, se utilizó resistol blanco 850. Las puntillas tienen una forma triangular de 0.3 mm de base por 0.5 mm de altura. Los insectos se pegaron en el vértice superior del triángulo al lado derecho del espécimen, el alfiler se colocó en la parte más ancha de éste (Figura 6).

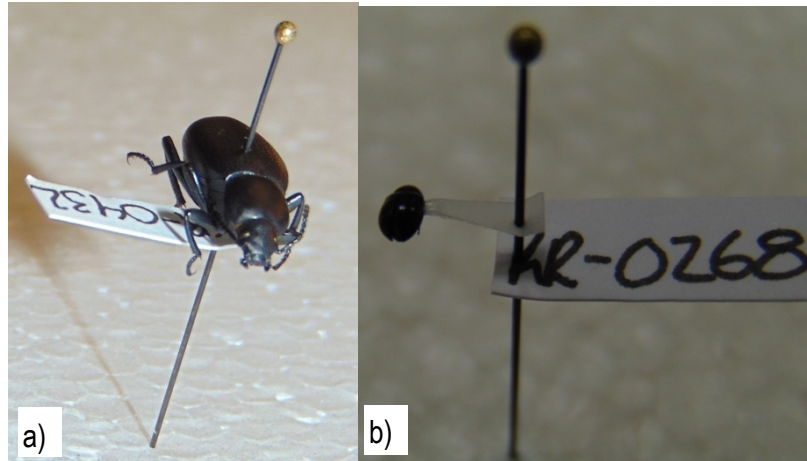


Figura 6. Métodos de montaje para la conservación de insectos: a) Insecto montado con alfiler entomológico; b) Insecto montado con puntilla de hoja albanene

7. ANÁLISIS DE DATOS

7.1 Diversidad alfa de helechos e insectos

El esfuerzo de muestreo fue evaluado a través de la construcción de curvas de rarefacción y extrapolación, el cual permite estimar el número de especies con base en un número de muestras (Chao *et al.* 2014). Para el análisis de la diversidad se emplearon los números de Hill o número efectivo de especies donde se muestran las estimaciones de cada orden y sus intervalos de confianza:

$${}^qD \equiv \left(\sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

donde p_i , es la abundancia relativa (abundancia proporcional) de la i -ésima especie, S es el número de especies y q es el orden de la diversidad. Entonces el orden $q=0$ se refiere a la riqueza o número de especies y no considera la abundancia de especies; el $q=1$, indica el número efectivo de especies igualmente frecuentes (o comunes) y en este orden todas las especies son incluidas con un peso proporcional a su abundancia

(exponencial del índice Shannon) y su cálculo no presenta sesgo por las especies raras o abundantes en la muestra y finalmente el orden $q=2$, indica el número efectivo de las especies muy abundantes o dominantes; inverso del índice de Simpson (Moreno *et al.* 2011), utilizando el paquete iNEXT (Hsieh *et al.* 2016).

7.2 Relación estacional entre la abundancia de helechos e insectos

Para analizar la relación entre la abundancia de helechos e insectos se llevó a cabo un análisis de correlación de Spearman el cuál determina el grado de correlación de diferentes variables, en donde valores cercanos a 1 indican una correlación fuerte y positiva, los valores próximos a -1 indican una correlación fuerte y negativa y los valores cercanos a cero indican que no hay correlación lineal. Todos los análisis fueron realizados en el software R (R Development Core Team 2017).

8. RESULTADOS

8.1 Abundancia de helechos lluvias vs secas

En la estación de lluvias se registró un total de 6 471 individuos de helechos pertenecientes a 2 órdenes, 5 familias y 13 especies (Cuadro 1).

La mayor abundancia de helechos se encontró en agosto con 1 939 individuos y en septiembre con 1 744 individuos. Las especies con un mayor número de individuos fueron *Bommeria pedata* (24%), *Bommeria elegans* (22%), seguida por *Asplenium pumilum* (17%). En contraste, durante la estación de secas, se registró un total de 293 individuos pertenecientes a 11 especies de helechos, 4 familias y 2 órdenes (Cuadro 1). La mayor abundancia de helechos en secas fue en noviembre con 234 individuos y diciembre con 43 individuos. Las especies con un mayor número de individuos fueron *Bommeria pedata* (28%) y *Notholaena candida* (16%) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Abundancia de helechos en la estación de lluvias y secas del Bosque Tropical Caducifolio de Morelos.

Orden	Familia	Especie	Abundancia lluvias	Abundancia secas
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Bommeria</i> □ <i>ossi</i> □ (Sw.) E. Fourn.	1 568	81
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Bommeria elegans</i> (Davenp.) Ranker & Haufler	1 416	26
Polypodiales	Aspleniaceae	<i>Asplenium pumilum</i> Sw.	1 100	37
Polypodiales	Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis undulata</i> (Afzel. Ex Sw.) J. Sm.	800	5
Dryopteridales	Dryopteridaceae	<i>Dryopteris</i> sp.	653	38
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Notholaena candida</i> (M. Martens & Galeotti) Gancho.	330	46
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Cheilanthes lozanoi</i> (Maxon) R.M. Tryon & A.F. Tryon	353	9
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i> (Liebm)	105	20
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum</i> sp.	64	12
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	33	10
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Cheilanthes kaulfussi</i> Kunze	17	9
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Phlebodium areolatum</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) J. Sm.	25	0
Polypodiales	Dryopteridaceae	<i>Dryopteris</i> □ <i>ossi</i> C. Chr.	7	0

8.2 Diversidad alfa de helechos

La cobertura de la muestra para los helechos durante la estación de lluvias y de secas fue del 95 % y del 99 % respectivamente. La riqueza observada de helechos (q_0) y las especies comunes (q_1) fueron significativamente menores en la temporada de secas. Sin embargo, no hubo diferencias entre las estaciones con respecto a las especies dominantes (q_2) (Figura 7).

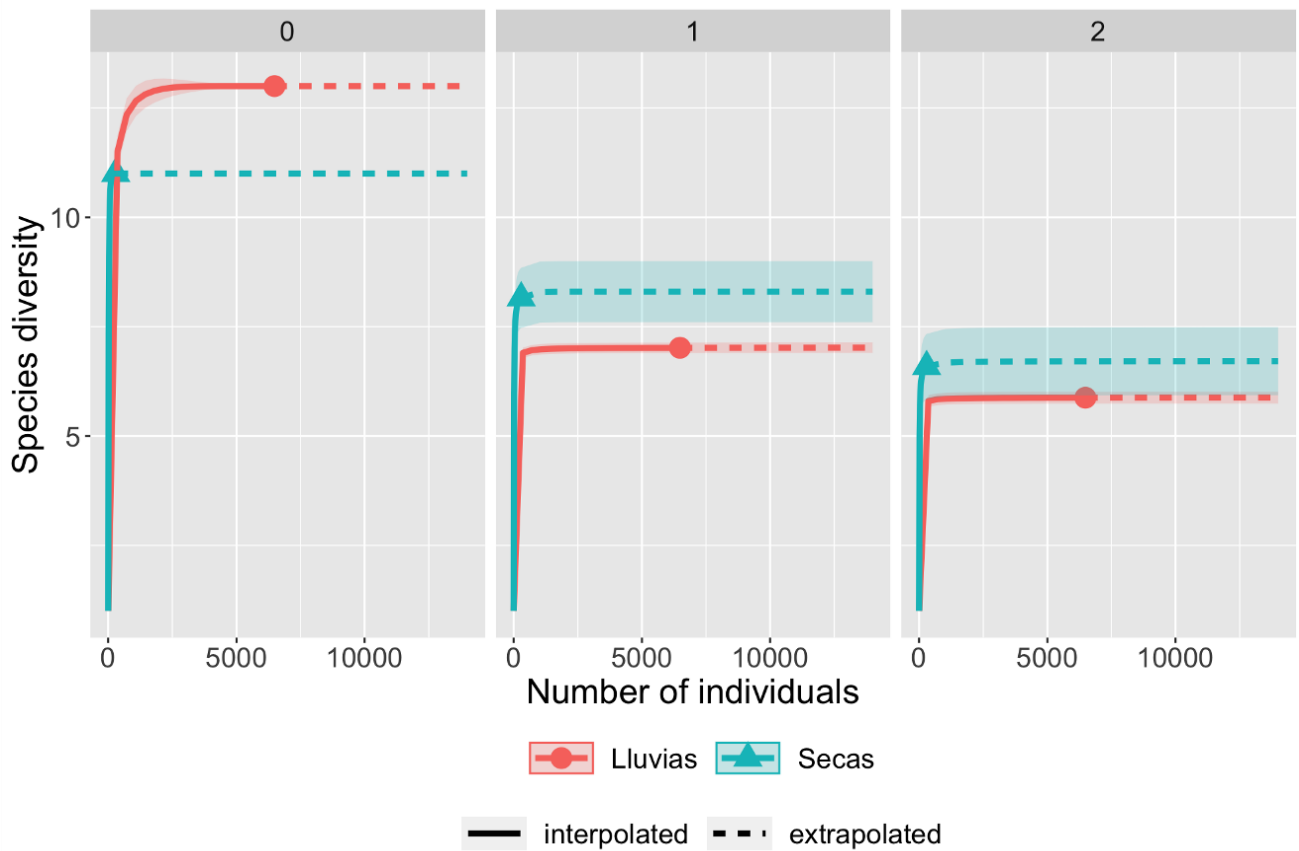


Figura 7. Diversidad alfa de helechos (q_0 , q_1 y q_2) durante las dos estaciones del año en el BTC de Morelos. Las líneas continuas indican rarefacción individual; líneas de puntos, extrapolación al tamaño de muestra de 6 764 individuos; sombreado, intervalos de confianza del 95%

8.3 Abundancia de insectos lluvias vs secas

En la estación de lluvias se registró un total de 723 individuos de insectos y 71 morfoespecies pertenecientes a 17 familias y 10 órdenes. El mayor número de insectos fue colectado en septiembre con 244 individuos y en octubre con 221 individuos. Las familias con mayor número de individuos fueron Acrididae (50%) y Pentatomidae (10%) seguida por Chrysomelidae (6%). Durante la estación de secas, se registraron 176 individuos de insectos y 18 morfoespecies pertenecientes a 8 familias y 10 órdenes. Las familias con un mayor número de individuos fueron Acrididae (46%) y Lygaeidae (10%) seguida por Pentatomidae (7%), la mayor abundancia de insectos durante secas se registró en el mes noviembre con 73 individuos y en diciembre con 59 individuos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Determinación taxonómica a nivel morfoespecie y grupo funcional de los insectos colectados en el Bosque Tropical Caducifolio de Morelos.

Orden	Familias	Grupo Funcional	Morfoespecies	Individuos
Orthoptera	Acrididae	Herbívoro masticador	1	446
	Gryllidae	Herbívoro masticador	1	26
Hemiptera	Lygaeidae	Herbívoro chupador	4	65
	Reduviidae	Depredador	6	40
	Pentatomidae	Depredador	13	91
	Membracidae	Herbívoro chupador	1	1
	Cicadellidae	Herbívoro masticador	1	22
	No identificada	No identificada	1	2

Coleoptera	Chrysomelidae	Herbívoro masticador	12	43
	Coccinellidae	Depredador	3	3
	Cerambycidae	Xilófagos	5	7
	Carabidae	Depredador	8	15
	Curculionidae	Herbívoro masticador	2	11
	Leiodidae	Descomponedor	1	9
	Tenebrionidae	Descomponedor	5	43
Mantodea	Mantidae	Depredador	1	32
Phasmida	Phasmatidae	Herbívoro masticador	2	20
	No identificada		1	4
Hymenoptera	Formicidae	Depredador	1	3
	No identificada		1	4
Dermaptera	No identificados	No identificados	1	6
Lepidoptera	No identificados	No identificados	2	4
Diptera	No identificado	No identificada	1	1
Psocoptera	No identificado	No identificada	1	1

8.4 Diversidad alfa de insectos

La completitud del muestreo para insectos durante lluvias y secas fue del 97% para las dos temporadas. El análisis de datos mostró que tanto la riqueza observada de insectos (q_0), especies comunes (q_1) fue significativamente menor en la temporada de secas. En contraste, las especies dominantes (q_2) no mostraron diferencias significativas entre temporadas (Figura 8).

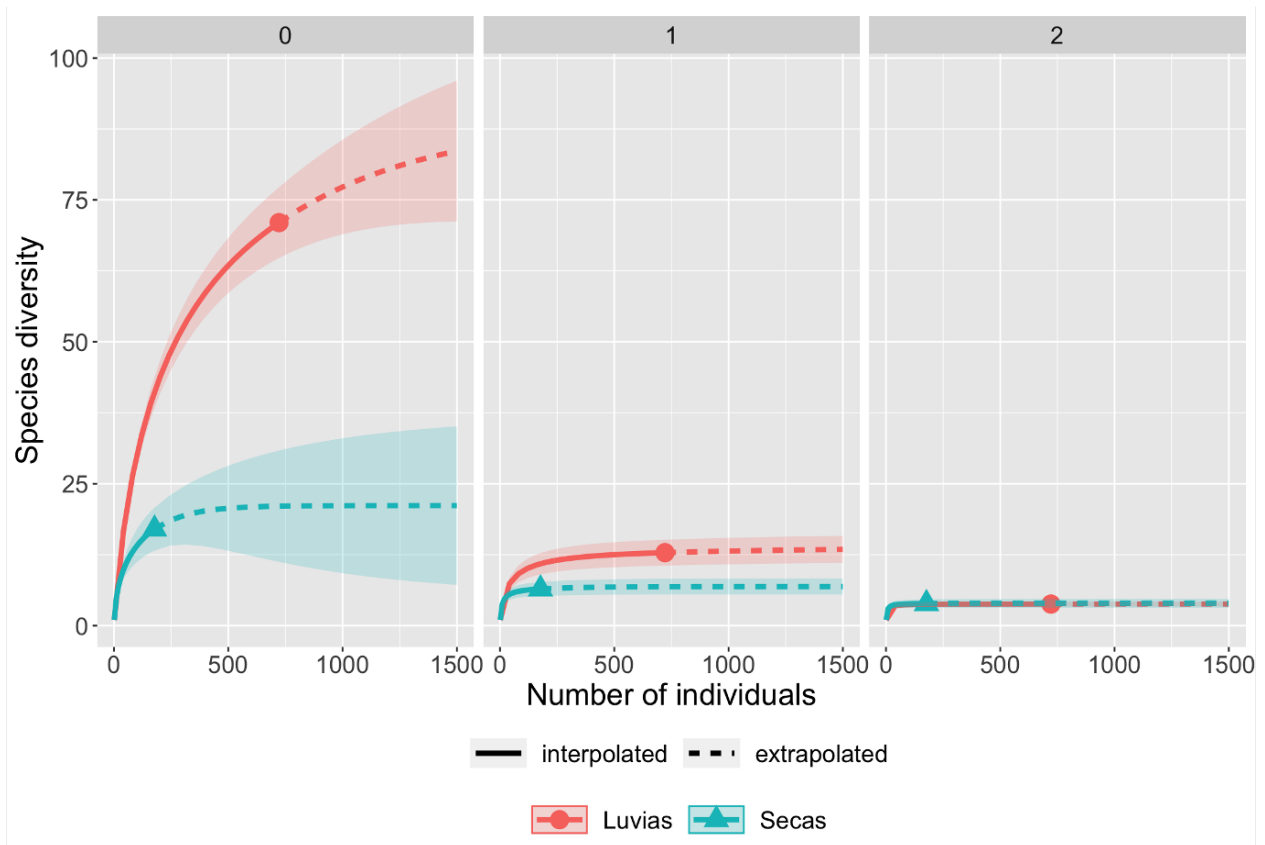


Figura 8. Diversidad alfa de insectos (q_0 , q_1 y q_2) durante las dos estaciones del año en el BTC de Morelos. Las líneas continuas indican rarefacción individual; líneas de puntos, extrapolación al tamaño de muestra de 899 individuos; sombreado, intervalos de confianza del 97%

8.5 Grupos funcionales de insectos

En la estación de lluvias se registró un total de 480 herbívoros masticadores, 162 depredadores, 38 descomponedores, 15 herbívoros chupadores, 7 xilófagos y 21 individuos no identificados. Durante secas, se colectaron 88 herbívoros masticadores, 51 herbívoros chupadores, 22 depredadores 14 descomponedores, 1 xilófago y 1 individuo no identificado (Figura 9).

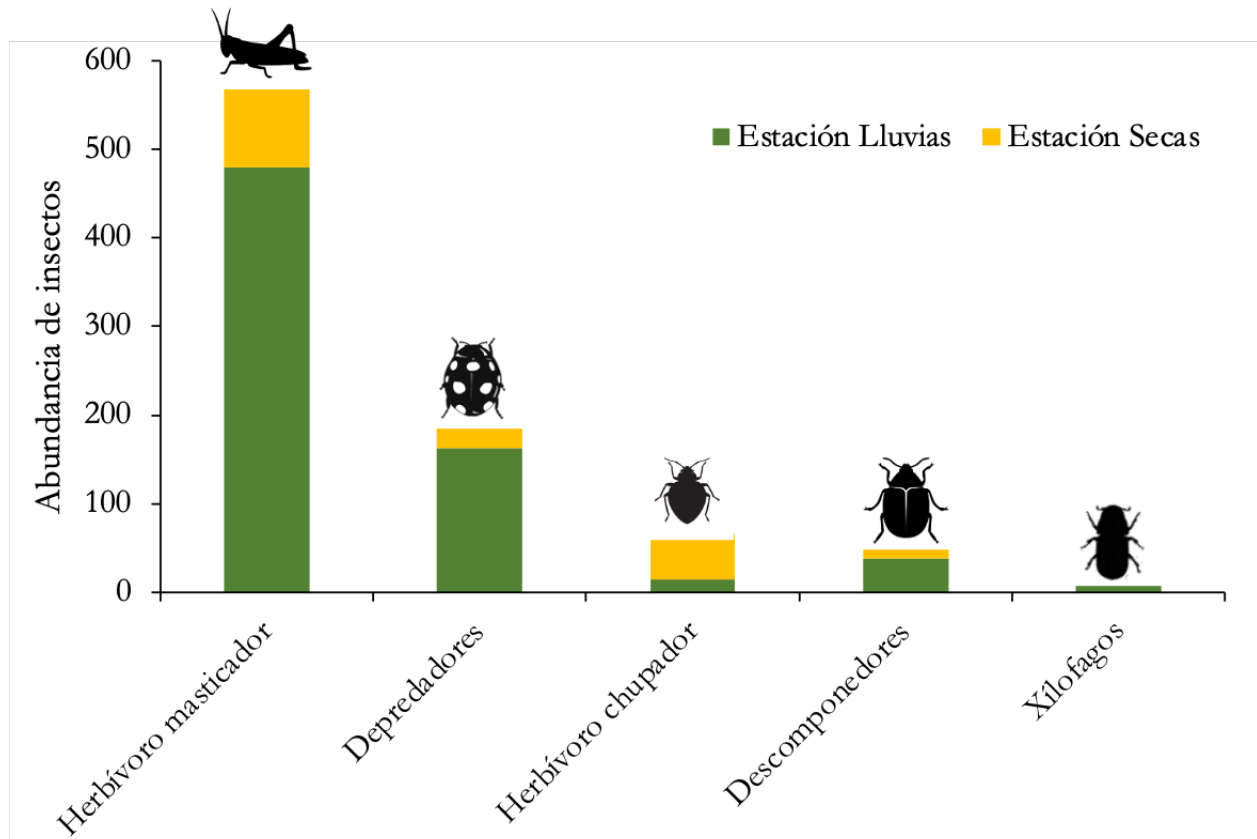


Figura 9. Abundancia de grupos funcionales de insectos

8.6 Relación estacional entre la abundancia de helechos e insectos

El análisis de correlación mostró que hay una relación positiva entre la abundancia de insectos y de helechos ($r = 0.85$; $P = 0.007$). Debido a que los mínimos de abundancia para ambos grupos fueron en la estación seca y los máximos en la de lluvias (Figura 10).

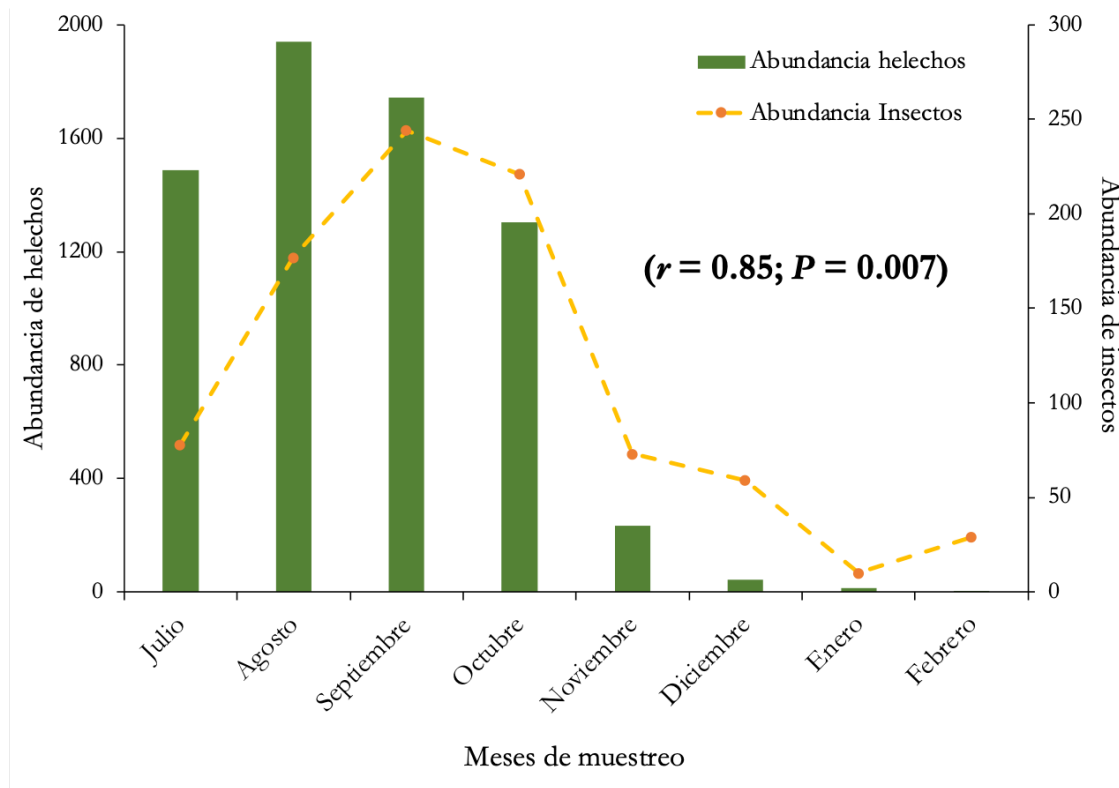


Figura 10. Relación entre la abundancia estacional de helechos e insectos de San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos

9. DISCUSIÓN

Este estudio es el primero que aporta información acerca de cómo la abundancia y diversidad de helechos e insectos esta influenciada por los patrones estacionales de lluvias y secas del Bosque Tropical Caducifolio de Morelos. Las hipótesis planteadas se cumplieron, ya que encontramos que tanto los helechos como los insectos mostraron una mayor abundancia y riqueza en la estación lluviosa. Lo anterior, se puede corroborar por la relación positiva entre la abundancia de ambos grupos y esto podría deberse a que en la época de lluvias hay una mayor cantidad de recursos como alimento y refugio que podría promover la abundancia de sus poblaciones. Con respecto al grupo funcional de los insectos herbívoros, el orden Ortóptera fue el mejor representado, ya que se caracteriza por tener una amplia distribución, generalistas que aprovechan la mayor parte de los hábitats ya que se alimentan de plantas.

9.1 Efecto de la estacionalidad en la diversidad de helechos

En general, la dinámica temporal del hábitat, como la estacionalidad puede afectar la abundancia de las especies de plantas y animales (López-Carretero *et al.* 2018). En el presente estudio encontramos una mayor diversidad de helechos en la estación de lluvias (Cuadro 1), en donde los meses con mayor número de individuos fueron agosto y septiembre respectivamente, lo cual probablemente se deba a la humedad relativa que se ha reportado como una variable importante para los helechos (Castrejón-Alfaro *et al.* 2022).

De igual forma, la familia Pteridaceae fue la mejor representada en este estudio con nueve especies, de las cuales *Bommeria pedata* (1 568 individuos) y *B. elegans* (1 416 individuos) contribuyeron en mayor medida a la abundancia (Cuadro 1), esto podría deberse a que el sitio de estudio es principalmente rocoso y estas especies han sido reportadas como asociadas a una gran variedad de hábitats entre ellos los xéricos (Mickel y Smith 2004; Schuettpelz *et al.* 2007). Cabe mencionar que, muchas especies de esta familia presentan adaptaciones únicas que les permiten ocupar condiciones ambientales distintas como la presencia de indumento, enrollamiento de las hojas y hojas caducifolias (Schuettpelz *et al.* 2007; Hietz 2010), que, en la mayoría de los casos, les permiten hacer frente a las condiciones microambientales adversas como altas temperaturas, baja humedad relativa y limitación en los recursos hídricos (Hietz 2010; Mehlreter 2010).

Como era de esperarse, la marcada estacionalidad del BTC modificó la diversidad de los helechos, por ejemplo, en la estación seca que dura entre cinco a ocho meses por año (Rzedowski 2006; Lopezaraiza-Mikel *et al.* 2014), encontramos una disminución del 45% de la diversidad con respecto a la estación de lluvias (Cuadro 1). Estos resultados indican que la abundancia de las especies de helechos está comprometida principalmente por la presencia del agua, que en su ausencia provoca un estrés hídrico que hace que las hojas se sequen y se pierdan, volviendo a producir nuevas hojas cuando las condiciones son las óptimas (van Shaik *et al.* 1993).

Se ha demostrado que la estructura de las comunidades ecológicas a través de cambios en la disponibilidad de distintos recursos abióticos como el agua y la

temperatura principalmente, pueden afectar la diversidad de plantas (García y Cabrera-Reyes 2008; Lopezaiza-Mikel *et al.* 2014), lo que trae consigo que el crecimiento, la reproducción y su establecimiento este limitado en gran medida a las condiciones climáticas del lugar (Murphy y Lugo 1986). Esta diferencia en los patrones estacionales con respecto la diversidad de helechos podría ser explicada como una sincronización que refleja una influencia directa del clima, en donde encontramos una mayor abundancia cuando hay un mayor recurso hídrico. Además, los helechos tienen un bajo control del potencial evaporativo durante la mayor parte de su ciclo de vida, por lo que dependen de la disponibilidad del agua y de la humedad relativa (Page 2002; Hietz 2010). En el BTC en este estudio, los bajos valores de humedad ambiental reportados para la zona (20%) (INEGI 2009), podrían estar relacionados parcialmente con el número de especies de helechos, en comparación con bosques templados como el bosque mesófilo de montaña en donde existe una humedad relativa más elevada y constante (Mehltreter 2008). Por otro lado, la relativa homogeneidad de microambientes y la poca disponibilidad de nichos adecuados para los helechos en el BTC, podría ser otra limitante de la ocurrencia de más especies de este grupo (Kluge y Kessler 2011; Barrios-Morales *et al.* 2019).

9.2 Efecto de la estacionalidad en la diversidad de insectos

Con respecto al grupo de insectos, encontramos el mismo patrón que los helechos, ya que mostraron una mayor diversidad en la época de lluvias (723 individuos) (Cuadro 2). En este sentido, la familia más abundante fue Acrididae (saltamontes y/o chapulines) tanto en lluvias como en secas (50 % y 46 % respectivamente), este resultado puede ser debido a su tipo de alimentación generalista que le permite estar presente durante las dos estaciones. En otro estudio, realizado en un BTC en México, reportan a esta familia como la más abundante y dominante que contribuye en gran medida a la biomasa de insectos herbívoros, representada con ocho especies, constituyendo el 87.5% del número total de individuos de este estudio (Arya *et al.* 2015). Probablemente debido a que este grupo son herbívoros generalistas, que tiene amplia distribución que va desde el nivel del mar hasta elevaciones pronunciadas y diferentes tipos de hábitats

como matorrales hasta bosques templados, además que poseen una amplia facilidad para migrar y pueden llegar a infestar cultivos de importancia económica (Rusconi 2017).

Aunado a lo anterior, el orden Orthoptera fue el más abundante (472 individuos) para el presente estudio, lo que contrasta con otras regiones tropicales de Veracruz, que muestran una alta abundancia del orden Coleoptera durante la estación de lluvias (Tanaka y Tanaka 1982; Boinski y Fowler 1989; Smythe 1996; Pinheiro *et al.* 2002; Andresen 2005; Nyeko 2009; Rodríguez-Porras 2012). En contraste, el orden Hemiptera (cigarras, pulgones o cochinillas) fue el menos abundante, probablemente debido a que este grupo presenta formas muy variadas y en el encontramos desde organismos sésiles y difíciles de reconocer como insectos, por lo que consideramos que este grupo puede estar sub-representado en este estudio. Este resultado contrasta con Wolda (1996), quién encontró que el orden Hemiptera es el más abundante a principios de la estación lluviosa en un bosque tropical en Panamá, mientras que Pinheiro *et al.* (2002) documenta que los órdenes de hemípteros, lepidópteros, dípteros y ortópteros se distribuyen aleatoriamente a lo largo del tiempo. Sin embargo, se ha demostrado que existe una fuerte reducción en la abundancia de la mayoría de los insectos durante la estación de secas, que puede estar dada por la restricción de hábitats por la escasez de alimentos o por condiciones poco adecuadas para el desarrollo (Pinheiro *et al.* 2002). Lo anterior podría indicar que la diapausa es el mecanismo a través del cual el ritmo anual de la historia de vida de los insectos esta sincronizado con condiciones estacionales apropiadas y con el estado de desarrollo de las plantas (Rodríguez-Porras 2012).

Por otro lado, para el presente estudio los órdenes mejor representados fueron Orthoptera, Hemiptera y Coleoptera, mientras que en un estudio realizado en un Bosque de Niebla donde la humedad es constante, Fuentes-Jacques *et al.* (2021) reportó 1 363 ejemplares pertenecientes a nueve órdenes, siendo los más representativos Diptera, Orthoptera y Phasmatodea. Es posible que la diferencia de órdenes se deba probablemente al tipo de vegetación y a las condiciones estables del clima, sin embargo, se considera que la diferencia de órdenes debe estar ligada a los hábitos alimenticios de los taxa, lo que podría propiciar que muchos insectos tropicales

tengan su mayor diversidad en la estación húmeda en este tipo de ecosistema tropical (Pinheiro *et al.* 2002).

9.3 Grupos funcionales de los insectos

En este estudio encontramos cinco grupos funcionales, siendo los herbívoros los más abundantes con un total de 634 individuos, esto debido a que durante los primeros meses de lluvias los insectos pueden obtener más recursos para alimentarse y reproducirse, debido a que se conoce que existe una sincronización entre la producción de hojas y la temporada de lluvias (Castrejón-Alfaro *et al.* 2022). El grupo funcional más abundante en este estudio pertenece a los herbívoros masticadores quienes son representados mayormente por el orden Orthoptera (446 individuos), que tiene una distribución mundial, con preferencia en las regiones cálidas y templadas (Aguirre-Segura y Barranco 2015). El régimen alimenticio de este orden es generalista, que va desde especies omnívoras (especies domésticas), fitófagas, hasta aquellas que se alimentan de materia de origen animal (McGavin 2000).

Este tipo de aproximación puede ayudar a comprender el efecto de la estacionalidad y como ésta afecta las asociaciones entre los helechos y los insectos. Por otro lado, facilita identificar los grupos vulnerables ante el efecto del cambio climático global, debido al posible desacople entre ambos grupos y puede sentar la base para proponer estrategias de conservación y de manejo adecuado de los bosques tropicales altamente estacionales como el BTC, que sufren una gran presión antrópica.

10. CONCLUSIONES

- La familia Pteridaceae debido a su gran diversidad y a sus adaptaciones xéricas ante la falta de recurso hídrico fue la mejor representada.
- Orthoptera y Hemiptera fueron los órdenes más abundantes, y los herbívoros masticadores fueron el grupo funcional mejor representado.

- Los helechos del BTC son plantas hospederas de una enorme diversidad de insectos herbívoros y de diferentes grados de especialización (grupos funcionales).
- Los estudios estacionales que consideran distintos grupos biológicos son necesarios para comprender como los cambios en la disponibilidad de recursos moldean los patrones temporales de diversidad y abundancia de las especies.

11. LITERATURA CITADA

- Aguirre-Segura A y Barranco VP (2015). Orden Orthoptera. Ibero Diversidad Entomológica. 46:1-13.
- Amat-García G y Fernández F (2011). Diversity of lower insects (Arthropoda: Hexapoda) in Colombia: I. Entognatha a Polyneoptera. Acta Biológica Colombiana. 205-220.
- Andresen E (2005). Effects of season and vegetation type on community organization of dung beetles in a tropical dry forest. Biotropica. 291-300.
- Arya MK, Joshi PC y Vinod PB (2015). Species composition, abundance, density and diversity of grasshoppers (Insecta: Orthoptera) in a protected forest ecosystem in the western Himalaya. J. Fauna and Biological studies. 2(5):42-46.
- Balick MJ, Furth DG y Cooper-Driver G (1978). Biochemical and evolutionary aspects of arthropod predation on ferns. Oecologia. 35(1):55-89.
- Barrios-Morales F, Alanís-Méndez J y Carvajal-Hernández C (2019). Diversidad de helechos y licopodios en el Área Privada de Conservación Talhpan, Papantla, Veracruz, México. POLIBOTÁNICA. 47:1-12.
- Beltrán-Rodríguez L, Valdez-Hernández JI, Luna-Cavazos M, Romero-Manzanares A, Pineda-Herrera E, Maldonado-Almanza B, Borja-de la Rosa M y Blancas-Vázquez J (2018). Structure and tree diversity of secondary dry tropical forests in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Morelos. Revista Mexicana de Biodiversidad. 89:108-122.
- Boccanelli SI y Lewis JP (2006). Breve revisión del desarrollo de los conocimientos sobre la dinámica de la vegetación. Revista de Investigaciones de La Facultad de Ciencias Agrarias. 37-43.
- Boinski S y Fowler NL (1989). Seasonal Patterns in a Tropical Lowland Forest. Biotropica 21:223-233.
- Castrejón-Alfaro E. (2017). Estudio comparativo de la fenología de helechos terrestres del Bosque Tropical Caducifolio en San Andrés de la Cal, Tepoztlán, Morelos. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México, 45 pp.

- Castrejón-Alfaro EB, Ramos-Robles MI y Aguilar-Dorantes KM (2022). Phenology of the terrestrial fern community in a tropical dry forest of Morelos, México. *American Fern Journal*. 112(4):269-284.
- Castro A. y Espinosa CI (2016). Dinámica estacional de invertebrados en un matorral seco tropical a lo largo de un gradiente altitudinal. *Ecosistemas*. 25(2):35-45.
- Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK y Ellison AM (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*. 84(1):45-67.
- Coley PD y Barone JA (1996). Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review Ecology Systems*. 27(1):305-335.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (2020). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad.
- Comisión Nacional Forestal (2012). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Jalisco, México. Recuperado el 09 mayo 2023.
- Contreras-MacBeath J, Boyás-Delgado JC, Jaramillo-Monroy F (2006). Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Universidad del Estado de Morelos (UAEM), 40.
- Cooper-Driver GA (1978). Insect-fern associations. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 24(3):310-316.
- Córdova F y Zambrano L (2015). Functional diversity in community ecology. *Ecosistemas*. 24(3):78-87.
- Cortes-Anzúres BO (2015). Mecanismos de establecimiento de *Prosthechea citrina* (La Llave & Lex.) W. E. Higgins. Tesis de Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 57 pp.
- Danks HV (2007). The elements of seasonal adaptations in insects. *The Canadian Entomologist*. 139(1):1-44.
- Delgado-Vázquez A y Plaza-Aguirre L (2006). Helechos amenazados de Andalucía. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

- Fontana P y Buztetti FM (2007). New or little known Mexican Melanoplinae (Orthoptera: Acrididae). *Atti della Accademia Roveretana degli Agiati*. a. 257, ser. VIII, vol. VII, B: 73-130.
- Fontana P, Buztetti FM y Mariño-Pérez R (2008). Chapulines, langostas, grillos y esperanzas de México. Guía fotográfica. Verona: WBA Handbooks. 272 p.
- Fuentes-Jacques LJ, Hanson-Snortum P, Hernández-Ortiz V, Díaz-Castelazo C y Mehltreter K (2021) A global review and network analysis of phytophagous insect interactions with ferns and lycophytes. *Plant Ecology*. 223: 27-40.
- García A y Cabrera-Reyes A (2008). Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. *Acta zoológica mexicana* 24(3):91-115.
- García JL y Santos A (2014). Variación estacional en la diversidad y composición de ensamblajes de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85(1):228-241.
- Gerson U. (1979). The associations between pteridophytes and arthropods. *Fern Growers Manual*. 29-64.
- Ghiglione C, Zumoffen L, Dalmazzo M, Strasser R y Attademo AM (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(2):261-276.
- González de León S, Briones O, Aguirre A, Mehltreter K y Pérez B (2021). Germination of an invasive fern responds better than native ferns to water and light stress in a Mexican cloud forest. *Biological Invasions*. 23(10):3187-3199.
- González-Morales B (2020). Efecto de la estacionalidad climática y temporabilidad biótica en el seguimiento de nicho de cuatro passeriformes en la península de Yucatán. Tesis de Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Yucatán, México. 55 pp.
- Harms N. E. y Grodowitz M. J. (2009). Insect herbivores of aquatic and wetland plants in the United States: a checklist from literature. *Journal of Aquatic Plant Management*, 47:73-96.

- Hendrix SD (1980). An evolutionary and ecological perspective of the insect fauna of ferns. *The American Naturalist*. 115(2):171-196.
- Hernández-Rojas A (2006). Fenología foliar de helechos terrestres en un fragmento de bosque mesófilo de montaña, en Xalapa, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.
- Hietz P (2010). Fern adaptations to xeric environments. En K Mehltreter, RL Walker y JM Sharpe (Eds.). *Fern Ecology* (pp. 140–176). New York: Cambridge University Press.
- Hsieh TC, Ma KH y Chao A (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*. 7(12):1451-1456.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2009). Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2009-2014. Recuperado el 09 mayo 2023.
- Jensen AS y Holman J (2000). Macrosiphum on ferns: Taxonomy, biology and evolution, including the description of three new species (Hemiptera: Aphididae). *Systematic Entomology*. 25:339-372.
- Kluge J y Kessler M (2011). Influence of niche characteristics and forest type on fern species richness, abundance and plant size along an elevational gradient in Costa Rica. *Plant Ecology*. 212(7):1109-1121.
- Konstantinov FV y Knyshov AA (2015). The tribe Bryocorini (Insecta: Heteroptera: Miridae: Bryocorinae): phylogeny, description of a new genus, and adaptive radiation on ferns. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 175:441-472.
- López-Carretero A, Díaz-Castelazo C, Boege K y Rico-Gray V (2018). Temporal variation in structural properties of tropical plant-herbivore networks: The role of climatic factors. *Acta Oecologica*. 92:59-66.
- Lopezaraiza-Mikel M, Quesada M, Álvarez-Añorve M, Ávila-Cabadilla L, Martín-Rodríguez S, Calvo-Alvarado J, do Espírito-Santo MM, Fernandes GW, Sanchez-Azofeifa A, Aguilar-Aguilar MJ, Balvino-Olvera F, Brandão D, Contreras-Sánchez JM, Correa-Santos J, Cristobal-Perez J, Fernandez P, Hilje B, Jacobi C, Fonseca-Pezzini F, Rosas F, Rosas-Guerrero V, Sánchez-Montoya G, Sáyago R y Vázquez-Ramírez A (2014) Phenological patterns of tropical dry forest along latitudinal and successional gradients in the Neotropics. En Sánchez-Azofeifa A, Powers J, Fernandes GW y Quesada M (Eds.). *Tropical Dry Forests in the Americas: Ecology, Conservation and Management*. CRC Press. Pp. 101-128.

- Mauz K y Reeder JR (2009). *Marsilea mollis* (Marsileaceae) sporocarps and associated insect parasitism in southern Arizona. *Western North American Naturalist*. 69:382-387.
- Márquez-Luna J (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*. 37.
- McGavin GC (2000). Manual de identificación de insectos, arañas y otros artrópodos terrestres. Ediciones Omega. S.A. 6-256.
- Mehlreter K y Palacios-Ríos M (2003). Phenological studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 19(2):155-162.
- Mehlreter K y García-Franco JG (2008). Leaf phenology and trunk growth of the deciduous tree fern *Alsophila firma* (Baker) D. S. Conant in a lower montane Mexican forest. *American Fern Journal*. 98(1):1-13.
- Mehlreter K, Walker L y Sharpe J (2010). Fern structure, life cycles, evolution and classification. *Fern Ecology*. 7-9.
- Mickel JT y Smith AR (2004). The pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. 88:1-1054
- Moreno CE, Barragán F, Pineda E y Pavón NP (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*. 82(4):1249-1261.
- Muñoz AE y Bonacic C (2006). Variación estacional de la flora y vegetación en la precordillera andina de la comuna de putre (I región de Tarapaca, Chile) durante el periodo 2002-2003. *Gayana Botanica*. 63(1):75-92.
- Murphy PG y Lugo A (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review Ecology and Systematics*. 17:67-88.
- Nyeko P (2009). Dung Beetle Assemblages and Seasonality in Primary Forest and Forest Fragments on Agriculture Landscapes in Budongo, Uganda. *Biotropica*. 41:476-484.
- O'Brien CW (2009). New *Notiodes* semiaquatic weevil (Curculionidae) from sporocarps of *Marsilea mollis* (Marsileaceae) in southern Arizona, USA. *Western North American Naturalist*. 69:421-425.

- Page C (2002). Ecological Strategies in Fern Evolution; a neoteridological overview. I of Palaeobotany & Palynology. 119:1-33.
- Pinheiro F, Diniz IR, Coelho D y Bandeira MPS (2002). Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. Austral Ecology. 27(2):132-136.
- PPG I (2016). A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. Journal of systematics and evolution. 54(6):563-603.
- R CORE TEAM (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Régnière J (2009). Predicción de la distribución continental de insectos a partir de la fisiología de las especies. Unasylva. 60(1):231-232.
- Rzedowski J (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana. 14:3.
- Rzedowski J (2006) Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Rosas-Echeverría MV (2015). El papel de los insectos en la conservación. En Retos y herramientas para el estudio de la biodiversidad. (pp 129-144). Toledo-Hernández VH (Ed.). Universidad del Estado de Morelos.
- Rodríguez-Porras R (2012). Influencia de la fenología de árboles del dosel en la diversidad y estacionalidad de Curculionidae (Coleoptera) en la Isla Barro Colorado. Tesis de Doctorado, Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Posgrado. Panama. 96 pp.
- Rusconi JM (2017). Diversidad de entomonemátodos asociados a insectos ortópteros plaga del suelo (Gryllidae y Gryllotalpidae) en el Gran La Plata. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 149 pp.
- Samways MJ (2005). Insect Diversity Conservation. Cambridge University Press. Cambridge. 342 pp.
- Sánchez-Azofeifa A, Kalacska ME, Quesada M, Stoner KE, Lobo JA y Arroyo-Mora P (2013). Tropical dry climates. (pp. 121-137). En MD Schwartz (Ed). Phenology: an integrative environmental Science. Springer Netherlands.

- Sattler C, Gianuca AT, Schweiger O, Franzén M y Settele J (2020). Pesticides and land cover heterogeneity affect functional group and taxonomic diversity of arthropods in rice agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 297.
- Saha HK y Haldar P (2009). Acridids as indicators of disturbance in dry deciduous forest of West Bengal in India. *Biodiversity and Conservation*. 18(9):2343-2350.
- Sharpe JM y Mehltreter K (2010). Ecological insights from fern population dynamics. En: Mehltreter K, Sharpe J y Walker L (Eds). (pp. 121-137). *Fern Ecology*. Reino Unido. Cambridge University Press.
- Schneider H, Schuettpetz E, Pryer KM, Cranfill R, Magallón S y Lupia R (2004). Ferns diversified in the shadow of angiosperms. *Letters to Nature*. 428:553-557.
- Schuettpetz E, Schneider H, Huiet L, Windham MD, Pryer KM (2007). A molecular phylogeny of the fern family Pteridaceae: Assessing overall relationships and the affinities of previously unsampled genera. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 44(3):1172-1185.
- Smythe N (1996). Abundancia estacional de insectos nocturnos en un bosque neotropical. En: Leigh E. Rand S. y Winsor D. M. (1992). *Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo*. (pp. 393-402). Smithsonian Tropical Research Institute.
- Solano-Abarca D (2022). Ecofisiología comparada de un helecho con potencial invasor (*Macrothelypteris torresiana*) (Gaudich.) Ching y un helecho nativo (*Asplenium monanthes*) (L.). Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.
- Tanaka L y Tanaka S (1982). Rainfall and seasonal changes in Arthropod abundance on a Tropical Oceanic Island. *Biotropica*. 14 (2):114-123.
- Tejero-Díez JD, Torres-Díaz A, Mickel JT, Mehltreter K y Krömer T (2011). Helechos y licopodios. *La biodiversidad en Veracruz, estudio de estado*. 2:97-115.
- Tejero-Díez JD, Torres-Díaz AN, Gual-Díaz M (2014). Licopodios y helechos en el bosque mesófilo de montaña de México. En: Gual-Díaz M., Rendón-Correa A (Eds). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 197-220.

- Trejo Vázquez I (1999). El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones geográficas*. 39:40-52.
- Triplehorn CA y Johnson NF (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects* (7th edition). Books/Cole, 1-288.
- Van Schaik CP, Terborgh JW y Wright SJ (1993). The Phenology of Tropical Forests: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24(1):353-377.
- Villaseñor JL (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87(3):559-902.
- Wang J, Zhao FJ, Meharg AA, Raab A, Feldmann J y McGrath SP (2002). Mechanisms of arsenic hyperaccumulation in *Pteris vittata*. Uptake kinetics, interactions with phosphate, and arsenic speciation. *Plant Physiology*. 130(3):1552-1561.
- Wen-Liang C, Jyh-Chin L y Jong-Yung W (2001). Phenology of *Cibotium taiwanense* (Dicksoniaceae). *Taiwan Journal of Forestry Science*. 16:209-15.
- Wolda H (1978). Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology*. 47:369-381.
- Wolda H (1996). Seasonality of Homoptera on Barro Colorado Island. En E. G. Leigh Jr, A. S. Rand and D. M. Windsor (Eds.) *The Ecology of a Tropical Forest: Seasonal rhythms and long-term changes*. 319-330.
- Zumbado M y Azofeifa D (2018). *Insectos de importancia agrícola. Guía básica de entomología*. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica CPNAO, 204.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Licenciatura en Biología

Programa Educativo de Calidad *Acreditado* por el CACEB 2018-2023

Cuernavaca, Morelos a 15 de mayo de 2023

DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E.

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **KARLA LIZETTE RODRÍGUEZ ROMERO**, con el título del trabajo: **Efecto de la estacionalidad del bosque tropical caducifolio en la diversidad y abundancia de insectos asociados a helechos.**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de Titulación por Tesis como lo marca el artículo 6° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

A T E N T A M E N T E
Por una humanidad culta

JURADO REVISOR

FIRMA

PRESIDENTE: DR. ARMANDO BURGOS SOLORIO

SECRETARIO: M EN C. ALEJANDRO FLORES MORALES

VOCAL: DRA. KARLA MARÍA AGUILAR DORANTES

SUPLENTE: DRA. MA. VENTURA ROSAS ECHEVERRÍA

SUPLENTE: DR. ANTONIO LÓPEZ CARRETERO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

KARLA MARIA AGUILAR DORANTES | Fecha:2023-05-15 22:01:58 | Firmante

TiHczOgc3FRRo96Jjy3P7fdSLHCaaoYN2awkcXjGK0TuG8FXSY3N7GCK0vzAlmpkGyB4fUPKi1gq3TudprbbP73Qo2DWpHqGIBNRV1eAvK5Z4WCnyLUIA12dPDdImyMMQc18d5Oy6QgRG6PlzhQn4UwgQlZr4geDegZ2hheY7KZKJBH8blkw5Jj2J8tN6izJAEkrjXSQcWdA72POVboAlk7NncKy8RtQr9x5Nw2L/jy+jmQegx6kl6EzXgZSqZJKAhN5kVsbJgDdrz99jXnCO8FIKHiGqfCFcpYFBQUqRfyf+ATCnJXVT/qRNNJdymxBIPQHSUalxcNdJpWwFMka==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



243S5AKPd

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/B4ZZ8gfhv6vXxNkdHGhRLbyle3wfFTMv>

**UA
EM**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ARMANDO BURGOS SOLORIO | Fecha:2023-05-17 12:25:54 | Firmante

LEZUGaDcNEdDKSRtEzrJFAWipYjxQKY0bu/oxmXfe0NxnmmizARnoAIMfCZsoHfCkzSlhsjsxqLkJcAunBZt/rQX+dtJJDdAloVgRurzyrkUYy6Daz6GDtPJQkKOnIHfLsd67/GFY7F
c09QUdWItk2GxjlgUFeANIE1f58cKf6Tvf+o53GTM74DQvYkL+5t4P5pXTbsY4bcilpNsX8HwZ4XRt7lc079Yz9FAenk5fMUeV12SWfkbHcBNMfkXa2V6AcqeeMIUqFxyuyDURiO3Z
kKszm0LUEoQja6vu9Wkf6wNAbMqtnpDr4qm5hvcvOV2l462KkkCEbpg6H9rdmxcgw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[aywBCu2vL](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/r0XXcDR8HvLUJ7qoALxFID5XThbsW8WW>

**UA
EM**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ALEJANDRO FLORES MORALES | Fecha:2023-05-17 13:12:00 | Firmante

F7SDf1JFRrFdFwwEDnrZ3wdqGodFng32IuzDqYr8J+kGgLbwPPLkJ4WwA2LamzK2jI5opElB01i8YbZY6xm9hodm8dD/jd8sFhEq0ECTHYzqZj0ib450iAPalxijmdso1t9jJqN+Y/ZV0dRpQt2et+3sh89I2ZUjVwY000iOrp52Dv1ZDuuZmeyTiwavBgaJb0DCZCH0v0gFc7EKsMhftt8wQIB38fKa1d8+1UmiW0dW4BymO+4qZbPCJc48stJ4kOsZVE+0zCOKNRPTKk4ZApFvPFh0C/HzObjK2giiJbk7rI7+DI/Y6W9c/JbhnhMulv67bpaOBmLCryVGV0ttw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[wAyW4TRxh](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/iqfOnEh7aHnt8xxJjKgU6MSt7zri3uxy>

**UA
EM**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MA VENTURA ROSAS ECHEVERRIA | Fecha:2023-05-17 16:19:19 | Firmante

LIS5K36b4xVIX/d0Fz2nwlRKUCPtYJ0u0xixPi+36vuMsihPVcmfw6LLRQdLfzi3LTLBF3hxJwEe2NHGyuFORCZJR/TUHFHOSTjM7Zekje8goJSpjDQWlvPGK0PVxBvR6hTIMZdF
OU56QGq+jaYRUxw69pT0iIT8TPIMoAST83VYc+t5RE8/x7WKP8vyma9qdXmP4wWt2BOZAIMNY22PRyHJi5kMqjZrnx24XnvmIsn36sFCCOPJPLvHMd7DmPcgIxHbdXpOuFZ
CzadDCJPadAj6Mupj6jhwyNLbCjXHliscmz6txxvIGvy3p+dZ4VTlcAt+CALcfriwp92tfVQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



fAghvoSIT

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/nPoFcvC9JCaujW6srEIET4kFIDlhSGBF>

UA
EM