

Variación en las comunidades de artrópodos epigeos en sitios de bosque de pino en proceso de restauración

Abel Pérez-Solache✉, Yvonne Herrerías-Diego✉, Javier Ponce-Saavedra✉

Facultad de Biología, Edificio "R", Ciudad Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, C.P. 58030, Morelia, Michoacán.

Resumen

Se evaluó la variación de las comunidades de familias y morfoespecies de artrópodos epigeos en áreas restauradas por *Pinus pseudostrobus* con *Lupinus elegans* como planta nodriza en dos condiciones de bosque: conservado y perturbado. Se utilizó la abundancia y riqueza para reconocer el efecto de la perturbación en la estructura de sus comunidades. 6 trampas en 3 sitios para la condición de bosque conservado y 6 más en 3 sitios para el bosque perturbado (36 en total), sumando un área total muestreada de 764 m² para cada condición en estudio. El trabajo de campo se realizó durante el año 2009 y para tener mejor representación de la fauna epigea se hizo un muestreo intensivo con 40 trampas pitfall para cada condición entre enero y marzo del 2011. Con los datos del 2009, la mayor diversidad de familias la presentó el bosque conservado y la mayor diversidad se presentó en otoño para ambas condiciones. A el nivel de morfoespecie, encontramos resultados distintos, demostrando que se requiere un nivel de determinación más fino si se pretende profundizar en la comprensión del proceso de cambio observado. El muestreo intensivo del 2011 corroboró que el bosque conservado es más diverso no habiendo diferencias importantes entre los resultados obtenidos con el nivel taxonómico de familia y el de morfoespecies, lo que significa que en muestreos intensivos en una época particular del año o en un período corto de muestreo, la información que aportan ambos niveles taxonómicos es similar.

Palabras clave: bosque de pino, perturbación, diversidad alfa, similitud

Introducción

En los últimos años, se ha podido ver de manera repetitiva en diferentes partes del planeta, cómo las diversas actividades humanas relacionadas con la urbanización y la explotación de recursos naturales han ocasionado, en diverso grado, un impacto en los ecosistemas terrestres. En muchos casos, estas actividades han tenido como consecuencia pérdida de hábitats para muchas especies vegetales y animales, alteración de la hidrografía, erosión de suelos, cambios climáticos, contaminación de cuerpos de agua y suelos, etc. (Roth *et al.* 1994). Los artrópodos no han estado exentos de estos daños, debido a la disminución drástica de sus poblaciones (Ambrecht 1995), por lo que se pueden encontrar diversos estudios sobre la biodiversidad de artrópodos con la intención de conocer las complejas interacciones entre estos organismos, cómo se encuentran estructuradas sus comunidades, las características de

Abstract

The aim of this study is to evaluate the variation of epigeal arthropod communities in *Pinus pseudostrobus* areas restored by a nurse plant (*Lupinus elegans*), under two different forest areas: preserved and disturbed. The abundance and richness of arthropods for both conditions is used to recognize the effect of the disturbance in the structure of their communities. Six traps in 3 sites for the condition of forest preserved in 3 and 6 more disturbed forest sites (36 in total), with a total area of 764 m² for each condition studied. The field work was conducted during 2009 and further intensive sampling with 40 pitfall traps for each condition between January and March 2011 was made. With data from 2009, the greatest diversity of families was found in the preserved forest and the greatest diversity was presented in autumn for both conditions. When analyzing the morphospecies level, there are different results, showing that a finer level of determination is required if we are to deepen the understanding of the process of change observed. Intensive sampling of 2011 confirms that the conserved forest is more diverse and no significant differences between the results obtained with the family level and morphospecies were found, which means that in intensive sampling at a particular time of year or in a short sampling period, the information provided by both taxonomic levels is similar.

Key words: pine forest, disturbance, alpha diversity, beta diversity

hábitat y patrones de distribución de las especies (Díaz y Pulido 1993, Ponce-Saavedra 2005, Quijano-Ravell 2008 y Báez 2011); además de reconocer efectos que los cambios ambientales provocan en ellos (Caballero *et al.* 2009).

Los artrópodos terrestres han sido reconocidos, recientemente, como eficientes indicadores del funcionamiento de los ecosistemas, y de ahí su importancia para los estudios de biodiversidad, variabilidad o evaluación de recuperación de áreas degradadas, ya que en general, son altamente sensibles a variaciones climáticas, cambios en la cobertura vegetal, elementos contaminantes y prácticas de manejo, entre otros factores de perturbación (Herrera 1998). Entre los grupos más importantes de artrópodos que se ha documentado que son eficientes indicadores de la perturbación de los ecosistemas, destacan algunas especies de escarabajos, mariposas, arañas, hormigas y microartrópodos (Amézquita *et al.* 1999, Kitahara y Kunihiko 2001, Hernández *et al.* 2003 y Raupp *et al.* 2010). Con escarabajos se han realizado algunas investigaciones acerca del efecto de la fragmentación sobre éstas comunidades, particularmente saprófagos y coprófagos, encontrando una gran variabilidad en la composición de especies dependiendo del lugar en donde se encuentren (Kendi y Margules 1998), o bien que la proporción de

✉ Abel Pérez Solache, ambiente_7777@hotmail.com

✉ Yvonne Herrerías Diego, yonnediego@gmail.com

✉ Javier Ponce Saavedra, ponce.javier0691@gmail.com

Facultad de Biología, Edificio "R", Ciudad Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. Tel. (443) 316.74.12.

escarabajos de la familia Staphylinidae disminuye con el incremento de la urbanización, como Deichsel (2006) obtuvo en Berlín, Alemania.

Existen también estudios en donde se ha observado que ante efectos de perturbación producto de las actividades humanas como la agricultura, ganadería y tala inmoderada que altera su hábitat, lejos de disminuir las poblaciones de algunos insectos hay incrementos importantes debido a la disminución drástica de sus enemigos naturales (Hernández et al. 2003, Paleólogos y Sarandón 2007, Raupp et al. 2010); por lo cual el presente trabajo resulta importante para evaluar la estructura, composición y variación de las familias de artrópodos que se encuentran asociados con árboles de *Pinus pseudostrobus* reforestados con la planta nodriza *Lupinus elegans* en un bosque conservado y perturbado. Así

como elaborar un inventario de las familias de artrópodos registradas para las dos condiciones de un mismo bosque, determinar la estructura y diversidad de las familias de artrópodos para cada estación del año en un bosque templado bajo dos diferentes estados de conservación; conservado y perturbado y hacer una comparación con los distintos análisis de diversidad entre los diferentes niveles taxonómicos de familias y morfoespecies.

Materiales y métodos

El área de estudio se encuentra ubicada en la región oriente del estado de Michoacán, en el municipio de Hidalgo, dentro del ejido de San Pedro Jácuaró (Las Joyas), a una altura de 2600 msnm (Figura 1), por lo que su clima es templado-frío. La vegetación dominante es el bosque de pino-encino



Figura 1. Ubicación del sitio de estudio en el ejido San Pedro Jacuaró, Municipio de Hidalgo, Michoacán. Círculo = Área de trabajo.

con diferentes especies de los géneros *Pinus* y *Quercus*. El estrato más importante es el arbóreo, que presenta alturas características entre 15 y 25 m y las copas de los árboles cubren entre el 80% y el 100% de la superficie.

Muestreo

El trabajo se desarrolló en un área en la que se está realizando trabajo de restauración con *Pinus pseudostrobus* Lindl. para reforestación y *Lupinus elegans* Khunt como planta nodriza. Se utilizaron trampas de caída (pit-fall) elaboradas con envases de plástico de aprox. 500 ml de capacidad y un embudo elaborado de cuello de botella. Se colocaron al azar en cuadrantes de 25 m² (5 x 5) 6 trampas en 3 sitios para la condición de bosque conservado y 6 más en 3 sitios para el bosque perturbado (36 en total). Para fines de homogeneidad en ambas condiciones del estudio, se calculó el área total utilizada en cada sitio incluyendo la superficie entre cuadrantes obteniendo 764 m² para cada condición. Las trampas se dejaron durante un año (2009) y fueron llenadas con alcohol al 70% y anticongelante en la misma proporción (50/50), para sacrificar a los animales que en ellas cayeron y conservarlos hasta que fueron recogidas 30 días después de ponerlas. Adicionalmente se hizo un muestreo intensivo con 40 trampas más, ubicadas aleatoriamente en cada condición durante el periodo comprendido entre enero y marzo de 2011 con la misma metodología de las trampas para el año 2009. Las muestras obtenidas fueron llevadas al Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz" de la Facultad de Biología de la UMSNH, para su limpieza, identificación, fijación definitiva en alcohol 75% y conteo. La identificación se hizo utilizando un microscopio estereoscópico marca Leitz-Wetzlar, primero en el nivel de familia (incluyendo fases larvianas, ninfas y adultos) y posteriormente el material se separó en morfoespecies. Las claves utilizadas fueron: Ubick *et al.* (2005) para arañas; Slater y Baranowski (1978) para chinches; Morales (1980) para Solífugae; Helfer (1963) y Borror *et al.* (1989) para otros insectos. Para calcular la diversidad alfa se utilizaron los índices de Shannon-Wiener e Índice de Simpson, en el caso de la diversidad beta se usó el índice de Bray-Curtis y además se usaron curvas de acumulación de especies las cuales predicen la riqueza total de un sitio y la rarefacción que permite hacer comparaciones de números de especies entre comunidades cuando el tamaño de las muestras no es igual.

Resultados

En el bosque conservado en el 2009 se colectaron 31 familias de artrópodos pertenecientes a 13 órdenes, mientras que para el bosque perturbado se colectaron 22 familias incluidas en 9 órdenes (**Tabla 1**). En el muestreo intensivo se colectaron 55 familias y 116 morfoespecies adicionales para el sitio conservado y 67 familias y 98 morfoespecies para el perturbado (**Tabla 2**). En verano se tuvo la menor diversidad en ambas condiciones; mientras que el otoño presentó la mayor riqueza y diversidad, considerando los datos de 2009 (**Tabla 3**).

La curva de acumulación de especies de familias por

Tabla 1. Registro de familias de artrópodos a lo largo de un año (2009) en condiciones de bosque conservado y perturbado.

| Orden | Familia | Conservado | Perturbado |
|-------------|-------------------|------------|------------|
| Acari | Galumnidae | 110 | 0 |
| | Erytheiridae | 40 | 56 |
| | Trombidiidae | 0 | 98 |
| Araneae | Lycosidae | 0 | 11 |
| | Agelenidae | 5 | 0 |
| | Amaurobiidae | 5 | 4 |
| | Anyphaenidae | 21 | 6 |
| | Plectreuridae | 2 | 0 |
| | Salticidae | 1 | 0 |
| Blattaria | Blattellidae | 1 | 0 |
| Coleoptera | Carabidae | 9 | 3 |
| | Chrysomelidae | 0 | 2 |
| | Curculionidae | 5 | 0 |
| | Staphylinidae | 20 | 0 |
| | Tenebrionidae | 1 | 0 |
| Collembola | Entomobryidae | 202 | 57 |
| | Sminthuridae | 13 | 1 |
| | Isotomidae | 12 | 1 |
| Dermaptera | Forficulidae | 0 | 2 |
| Diptera | Asilidae | 1 | 0 |
| | Calliphoridae | 1 | 0 |
| | Cecidomyiidae | 1 | 0 |
| | Muscidae | 1 | 1 |
| | Phoridae | 13 | 11 |
| | Tephritidae | 7 | 2 |
| Hemiptera | Largidae | 1 | 0 |
| Hymenoptera | Formicidae | 3 | 4 |
| | Chalcididae | 0 | 1 |
| | Ichneumonidae | 0 | 1 |
| | Vespidae | 2 | 1 |
| Homoptera | Cicadellidae | 1 | 0 |
| Lepidoptera | Arctiidae | 1 | 0 |
| | Noctuidae | 1 | 0 |
| Dermaptera | Lithobiidae | 26 | 19 |
| Opiliones | Cosmetidae | 21 | 0 |
| Orthoptera | Grillidae | 26 | 15 |
| | Prophalangopsidae | 10 | 1 |
| Psocoptera | Asiopsocidae | 0 | 1 |

estaciones en ambas condiciones, muestran insuficiencia en el muestreo efectuado en 2009 con 10% de familias no capturadas para la condición conservada y 5% en la perturbada considerando la riqueza estimada por el modelo Chao 2 (Magurran 2004); con mucho mejor representación de la riqueza en la condición conservada que en la

Tabla 2. Registro de familias/morfoespecies para el muestreo intensivo (enero-marzo del 2011) con 40 trampas pitfall por condición.

| Orden | Familia/ Morfoespecie | Conservado | Perturbado |
|---------------|--------------------------|------------|------------|
| Acari | Erythraeidae | 267 | 587 |
| | Erythraeidae2 | 52 | 102 |
| | Erythraeidae3 | 32 | 80 |
| | Bdellidae | 17 | 9 |
| | Galumnidae | 20 | 66 |
| | Laelapidae | 19 | 12 |
| | Trombiculidae | 18 | 11 |
| | Trombiculidae2 | 12 | 9 |
| | Trombidiidae | 127 | 69 |
| | Trombidiidae2 | 42 | 12 |
| | Trombidiidae3 | 11 | 9 |
| Araneae | Agelenidae | 76 | 26 |
| | Agelenidae2 | 1 | 0 |
| | Agelenidae3 | 13 | 2 |
| | Agelenidae4 | 1 | 0 |
| | Anyphaenidae | 7 | 3 |
| | Anyphaenidae2 | 2 | 0 |
| | Anyphaenidae3 | 0 | 1 |
| | Caponiidae | 1 | 0 |
| | Desidae | 0 | 1 |
| | Dipluridae | 6 | 12 |
| | Dipluridae2 | 3 | 1 |
| | Gnaphosidae | 0 | 1 |
| | Lycosidae | 270 | 397 |
| | Lycosidae2 | 102 | 216 |
| | Miturgidae | 1 | 0 |
| | Pisauridae | 5 | 0 |
| | Pisauridae2 | 0 | 4 |
| Pisauridae3 | 0 | 2 | |
| Plectreuridae | 1 | 6 | |
| Salticidae | 1 | 1 | |
| Thomisidae | 0 | 1 | |
| Blattodea | Blattellidae | 8 | 12 |
| | Blattellidae2 | 4 | 1 |
| Collembola | Entomobryidae | 20 | 13 |
| | Entomobryidae2 | 40 | 12 |
| | Isotomidae | 7 | 10 |
| | Sminthuridae | 11 | 7 |
| | Sminthuridae2 | 9 | 12 |

| Orden | Familia/ Morfoespecie | Conservado | Perturbado |
|-----------------------|--------------------------|------------|------------|
| Coleoptera | Anthribidae | 0 | 8 |
| | Cantharidae | 10 | 25 |
| | Carabidae | 89 | 83 |
| | Carabidae2 | 12 | 11 |
| | Carabidae3 | 9 | 7 |
| | Chrysomelidae | 3 | 5 |
| | Chrysomelidae2 | 0 | 3 |
| | Chrysomelidae3 | 0 | 1 |
| | Cucujidae | 0 | 1 |
| | Curculionidae | 2 | 9 |
| | Curculionidae2 | 3 | 2 |
| | Elateridae | 0 | 2 |
| | Histeridae | 0 | 2 |
| | Pselaphidae | 0 | 4 |
| | Silphidae | 1 | 0 |
| | Staphylinidae | 13 | 27 |
| | Staphylinidae2 | 5 | 3 |
| | Tenebrionidae | 8 | 16 |
| | Tenebrionidae2 | 1 | 2 |
| Tenebrionidae3 | 0 | 1 | |
| Dermaptera | Forficulidae | 3 | 0 |
| | Forficulidae2 | 6 | 3 |
| Diptera | Cecidomyiidae | 2 | 6 |
| | Chloropidae | 0 | 3 |
| | Dolichopodidae | 1 | 5 |
| | Ephydriidae | 0 | 3 |
| | Muscidae | 1 | 1 |
| | Mycetophilidae | 0 | 1 |
| | Phoridae | 22 | 89 |
| | Phoridae2 | 5 | 42 |
| | Phoridae3 | 0 | 12 |
| | Sciaridae | 0 | 1 |
| Tephritidae | 1 | 0 | |
| Hemiptera:Heteroptera | Cydnidae | 0 | 2 |
| | Largidae | 1 | 0 |
| | Lygaeidae | 21 | 10 |
| | Lygaeidae2 | 3 | 2 |
| | Nabidae | 0 | 1 |
| | Pyrrhocaridae | 1 | 0 |
| Rophalidae | 1 | 0 | |

Tabla 2. Continuación.

| Orden | Familia/ Morfoespecie | Conservado | Perturbado |
|----------------------|--------------------------|------------|------------|
| Hymenoptera | Apidae | 1 | 1 |
| | Bethylidae | 2 | 0 |
| | Braconidae | 1 | 9 |
| | Chalcididae | 0 | 10 |
| | Encyrtidae | 1 | 5 |
| | Formicidae | 12 | 28 |
| | Formicidae2 | 0 | 8 |
| | Ichneumonidae | 1 | 8 |
| | Ichneumonidae2 | 4 | 7 |
| | Ichneumonidae3 | 3 | 4 |
| | Mymaridae | 2 | 0 |
| | Perilampidae | 1 | 1 |
| | Platygastridae | 1 | 1 |
| | Pteromalidae | 0 | 3 |
| | Sphecidae | 0 | 2 |
| | Tetracampidae | 0 | 1 |
| | Torymidae | 3 | 0 |
| Trigonalidae | 0 | 1 | |
| Vespidae | 0 | 2 | |
| Hemiptera: Homoptera | Cicadellidae | 1 | 2 |
| | Cicadellidae2 | 0 | 3 |
| | Membracidae | 3 | 3 |
| | Delphacidae | 0 | 3 |
| Lepidoptera | Noctuidae | 10 | 22 |
| | Noctuidae2 | 1 | 1 |
| | Saturniidae | 1 | 0 |
| Dermaptera | Lithobiidae | 3 | 5 |
| Neuroptera | Chrysopidae | 0 | 1 |
| Opiliones | Cosmetidae | 104 | 45 |
| | Cosmetidae2 | 21 | 11 |
| Orthoptera | Gryllacrididae | 84 | 40 |
| | Gryllacrididae2 | 39 | 50 |
| | Tettigoniidae | 0 | 1 |
| Pseudoescorpiones | Cheiridiidae | 0 | 1 |
| Psocoptera | Asiopsocidae | 4 | 0 |
| Thysanoptera | Thripidae | 0 | 2 |
| Zoraptera | Zorotypidae | 1 | 0 |

Tabla 3. Valores de diversidad para las diferentes estaciones del año. Índice de Shannon (H'), 1-Dominancia (1-D), Equidad (E)

| Familias | Invierno | | Primavera | | Verano | | Otoño | | Sitios | |
|----------|----------|------|-----------|------|--------|------|-------|------|--------|------|
| | Cons | Pert | Cons | Pert | Cons | Pert | Cons | Pert | Cons | Pert |
| H' | 1.37 | 1.79 | 1.8 | 1.8 | 1.64 | 0.7 | 1.85 | 1.83 | 2.29 | 2.06 |
| 1-D | 0.41 | 0.22 | 0.2 | 0.23 | 0.24 | 0.67 | 0.23 | 0.19 | 0.18 | 0.19 |
| E | 0.53 | 0.75 | 0.8 | 0.78 | 0.74 | 0.43 | 0.65 | 0.76 | 0.67 | 0.67 |

| Morfoespecies | Invierno | | Primavera | | Verano | | Otoño | | Sitios | |
|---------------|----------|------|-----------|------|--------|------|-------|------|--------|------|
| | Cons | Pert | Cons | Pert | Cons | Pert | Cons | Pert | Cons | Pert |
| H' | 1.88 | 2.04 | 2.0 | 2.24 | 1.85 | 1.29 | 2.23 | 1.91 | 2.72 | 2.46 |
| 1-D | 0.24 | 0.15 | 0.2 | 0.11 | 0.20 | 0.34 | 0.16 | 0.18 | 0.12 | 0.13 |
| E | 0.65 | 0.82 | 0.8 | 0.87 | 0.77 | 0.66 | 0.71 | 0.77 | 0.7 | 0.72 |

perturbada (Figura 2 a y b). Con morfoespecies la diferencia fue menor; con mejor representación de la riqueza esperada en ambas condiciones, comparadas con el nivel taxonómico de familia (Figura 2 c y d).

Al aplicar el método de rarefacción a los datos obtenidos en 2009 en los dos niveles taxonómicos se aprecia que la diferencia estacional no es producto de las diferencias en los tamaños de muestra, sino de la estación del año en que se obtuvieron los datos y se puede apreciar con claridad que el sitio conservado es más rico que el perturbado (Figura 3a y b).

En cuanto a la diversidad alfa, con los datos de 2009, utilizando el nivel taxonómico de familia y el índice de Shannon con logaritmo base 10, la diversidad fue estadísticamente mayor ($p < 0.05$) en la condición de bosque conservado (2.29) con respecto al bosque perturbado (2.06). En cuanto a las morfoespecies, los valores de diversidad para las estaciones tienden a ser mayores que cuando se usó el nivel taxonómico de familia, disminuyendo la dominancia e incrementándose la equitatividad (Tabla 2).

Analizando la similitud mediante el índice de Bray-Curtis se observó que existe una diferencia de 52% entre las comunidades de artrópodos registradas en el sitio conservado y el perturbado cuando se analiza en el nivel taxonómico de familia y de 51% cuando se utilizan morfoespecies. Estacionalmente se puede identificar un recambio importante de familias y morfoespecies de la primavera-verano hacia el otoño-invierno; sin embargo es importante notar que los niveles de semejanza entre estaciones son bajos para ambos sitios (Figura 4 a, b, c y d).

Con los datos del muestreo intensivo se obtuvieron valores de diversidad alfa similares pero estadísticamente distintos, siendo mayor la diversidad medida con el índice

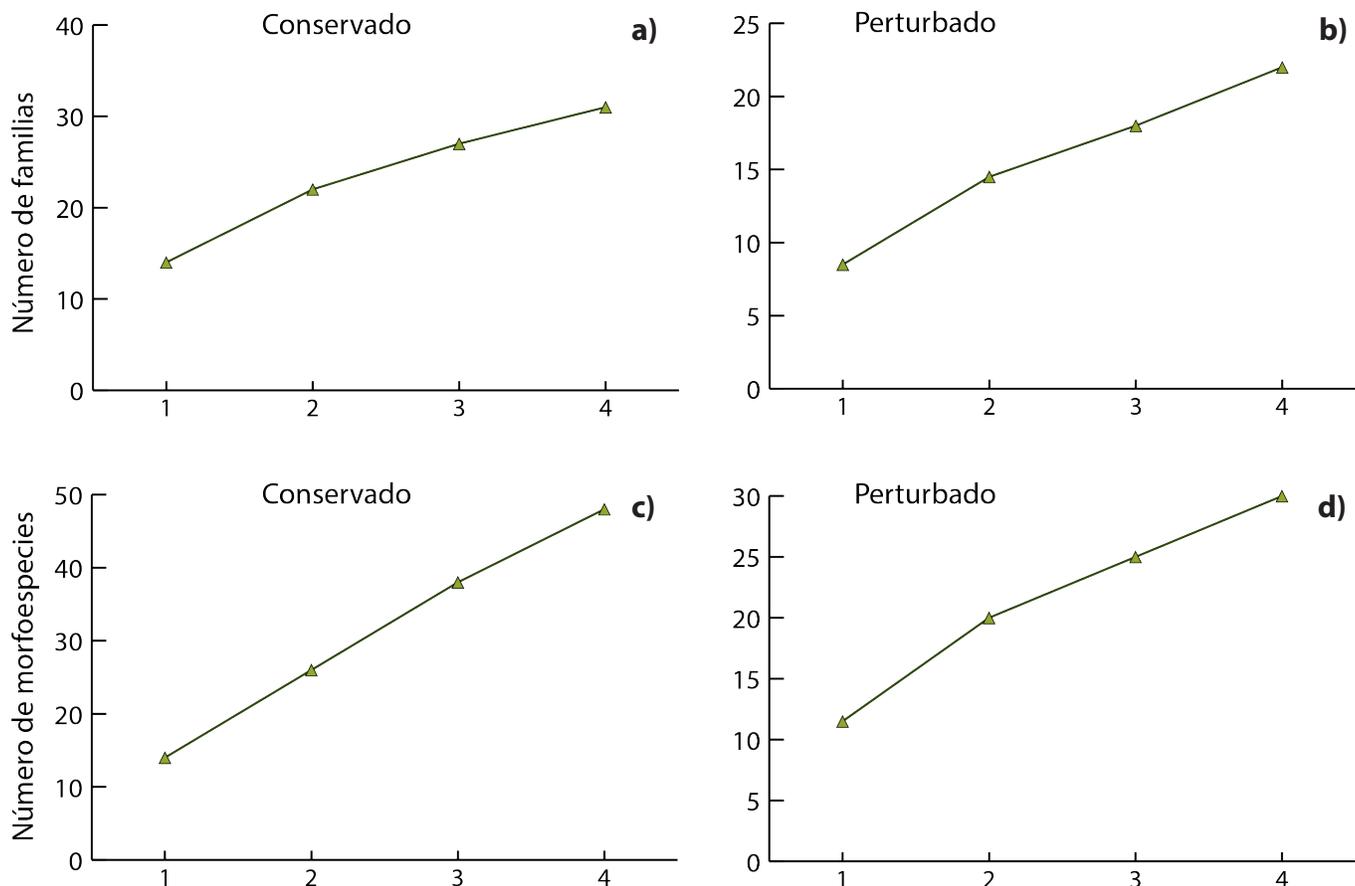


Figura 2. Curvas de acumulación para las condiciones de bosque conservado y perturbado. a, b) acumulación de familias por condición; c, d) acumulación de morfoespecies por condición.

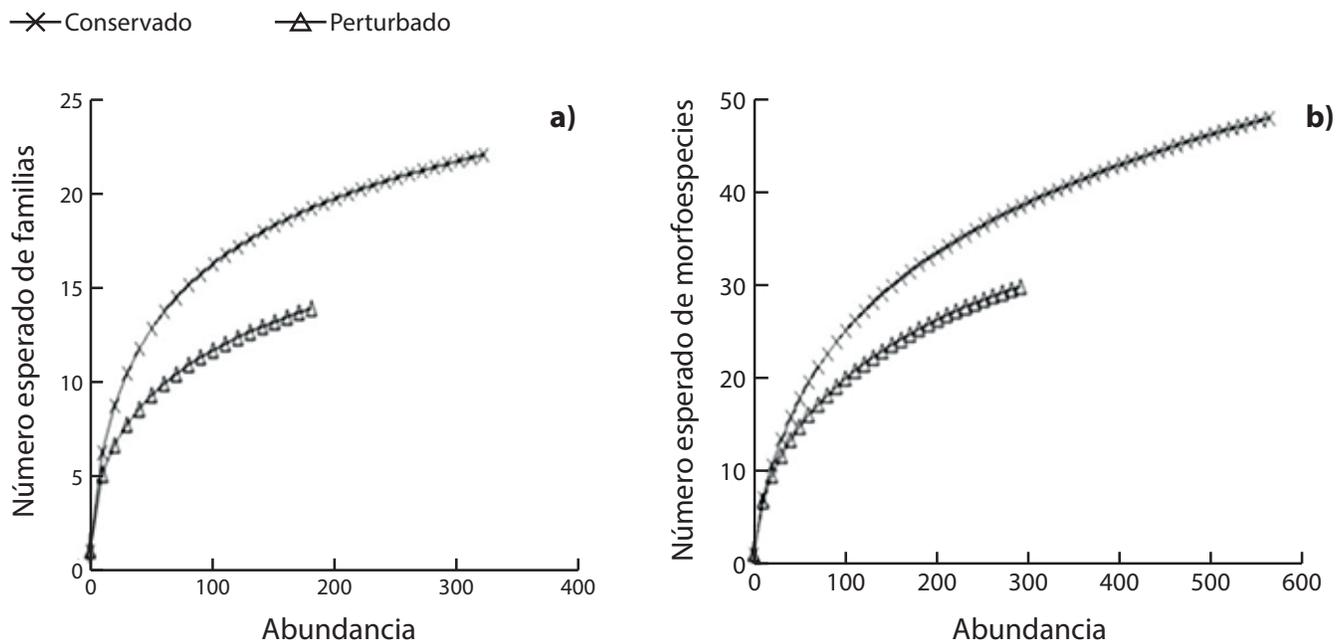


Figura 3. Gráficas de Rarefacción registradas para las diferentes estaciones en el bosque conservado y perturbado. a) Nivel taxonómico de familia; b) nivel taxonómico de morfoespecies.

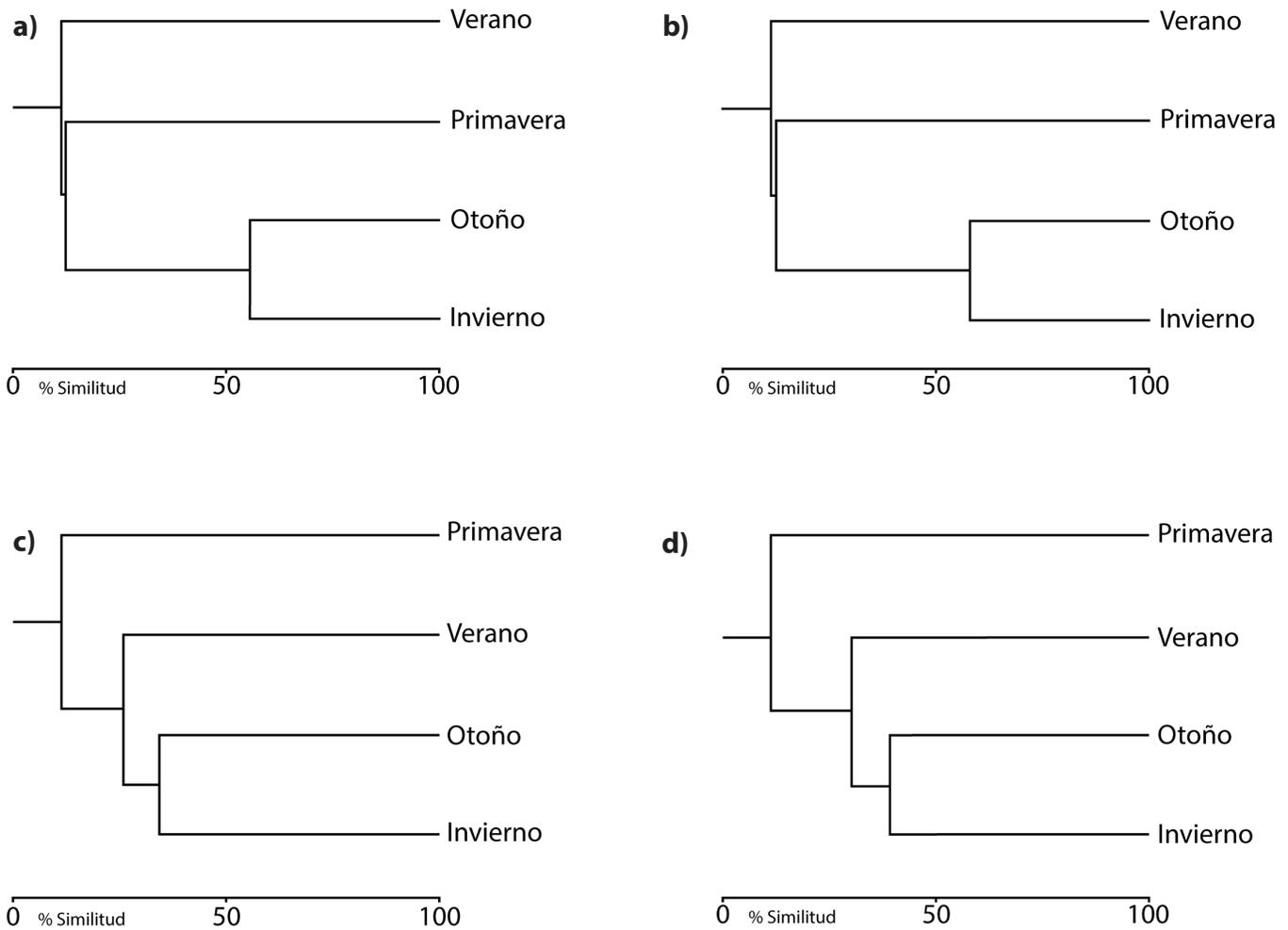


Figura 4. Similitud de Bray-Curtis para la composición de las comunidades de artrópodos. a) familias en el bosque conservado en las diferentes estaciones del año; b) morfoespecies en el bosque conservado en las diferentes estaciones del año; c) familias en el bosque perturbado en las diferentes estaciones del año; d) morfoespecies en el bosque perturbado en las diferentes estaciones del año.

de Shannon en la condición de bosque conservado (2.64) que en el bosque perturbado (2.44) cuando se usa el nivel taxonómico de familia. Las morfo especies se comportan de la misma forma que las familias en cuanto a la diversidad y equidad. La rarefacción con los datos obtenidos en el muestreo intensivo permiten apreciar que existe mayor riqueza en el bosque perturbado comparado con el conservado; sin embargo el esfuerzo de muestreo fue insuficiente para ambos niveles taxonómicos (**Figura 5 a y b**).

Discusión

En México, son comunes los trabajos de inventarios en localidades específicas tanto para bosques tropicales como templados con diferentes objetivos como el simple conocimiento de la biodiversidad, búsqueda de especies indicadoras de estados de conservación, especies susceptibles de ser usadas en acciones de restauración, etc. Sin embargo hasta hoy día aun existe poco conocimiento de las especies de artrópodos que habitan en un área o ecosistema (Palacios-Vargas 1981, Ponce-Saavedra 2009, Díaz y Pulido

1993), debido obviamente a la gran diversidad que significa el trabajo con todos los grupos que se incluyen en este nivel taxonómico; sin embargo, si se reduce el espectro ambiental a un determinado tipo de vegetación y condiciones específicas como las del presente estudio, así como un área relativamente pequeña como la que aquí fue utilizada, es posible pensar en obtener información que puede ser útil en estudios posteriores de restauración ecológica.

El patrón observado sobre que la mayor riqueza de familias y morfoespecies para ambas condiciones en estudio, se explica por la relación directa que la mayoría de los artrópodos tienen con la época de lluvias, la cual desencadena los eventos reproductivos en la mayoría de las especies incrementando sus abundancias y la aparición de las formas adultas, las cuales, en el otoño, final de la temporada lluviosa, aún están presentes y se les suman los reclutas en fases ninfales y/o larvales haciendo más probable su caída en las trampas.

Hay varios grupos de insectos y algunos arácnidos que han demostrado su valía como grupos indicadores de per-

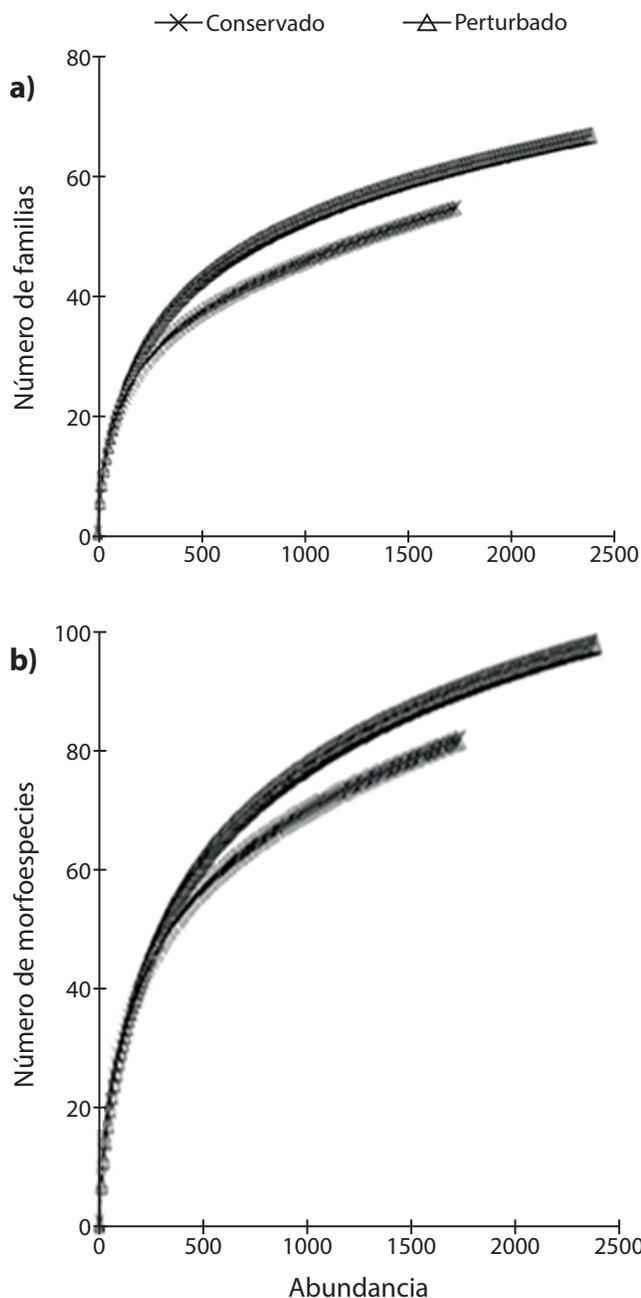


Figura 5. Modelo de Rarefacción para las dos condiciones registradas de un mismo bosque para enero-marzo 2011. a) estimación de las familias; **b)** estimación de las morfoespecies.

turbación o estados particulares de conservación y que entre sus resultados han demostrado que la perturbación puede provocar en sus comunidades cambios drásticos que se manifiestan en mayor diversidad o incrementos importantes en las abundancias de ciertas especies debido a una mayor disponibilidad de espacio abierto y disminución de posibles depredadores; o bien decrementos importantes en ambos aspectos debido a la disminución de recursos anteriormente disponibles como alimento, refugio, sitios de oviposición, sitios para el desarrollo de sus crías, etc. (Harris y Burns 2000, Andresen 2003, Caballero *et al.* 2009, Navarrete-

Heredia 2007, Andrade 1998; Amezcuita *et al.* 1999, Deichsel 2006 y Leidner *et al.* 2010, Gibbs y Stanton 2001). Un ejemplo claro se puede mencionar en el caso de bosques en los que por un evento natural hay caída importante de árboles la cual puede dar como resultado un incremento importante en comunidades de microartrópodos como los colémbolos en relación directa con una explosión de las poblaciones de bacterias y hongos en la zona (Palacios-Vargas 1981, Sánchez *et al.* 1983, Palacios-Vargas 1992, Herrera 1998; Smith y Smith, 2007; Fredes *et al.* 2009). En lo que se refiere a los colémbolos y ácaros es claro que son más abundantes y diversos en el bosque conservado ya que actividades perturbadoras como la ganadería y la deforestación, ocasionan compactación y erosión del suelo modificando el microhábitat de muchas de estas especies (Palacios-Vargas 1981, Palacios-Vargas y Castillo 1992).

La respuesta para este comportamiento de las comunidades es sencilla y todo depende de la existencia del microhábitat, disponibilidad de recurso, la presencia o ausencia de enemigos naturales, depredación, saprofitismo etc., además de la frecuencia e intensidad de la perturbación, la cual aumenta o disminuye los atributos de las comunidades (Smith y Smith 2007).

La riqueza taxonómica registrada en todo el trabajo para Hymenoptera con 16 familias y 19 morfoespecies, es un reflejo de la propia diversidad de este grupo, tercero entre los insectos, solamente superado por los escarabajos y las polillas y mariposas (Triplehorn y Johnson 2005). Además son comunes en la vegetación del sotobosque, suelo y algunos de ellos parasitan a otros insectos poniendo sus huevecillos sobre larvas de Lepidóptera y Coleóptera, por lo que su captura es más efectiva empleando trampas de caída por efecto de arrastre por agua y/o viento.

La comparación de resultados utilizando el nivel taxonómico de familia y el de morfoespecie, en el trabajo con duración de un año se obtuvieron resultados semejantes, a pesar de que hubo insuficiencia en el esfuerzo de captura, lo que sugiere que para fines de monitoreo rápido, el nivel taxonómico de familia puede ser suficiente para reconocer el estado de las comunidades de artrópodos en un bosque de pino sujeto a restauración. El uso de sólo familias con fines de monitoreo con macroinvertebrados es una práctica común en sistemas acuáticos, e incluso se han desarrollado algunos índices de integridad biótica con base en monitoreos con este nivel de identificación (Torres-García y Pérez-Munguía 2013).

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye que la perturbación afecta de manera general las comunidades de artrópodos considerando importante realizar planes de manejo y conservación de áreas naturales por lo que representa para la supervivencia de los artrópodos, además de que es recomendable seguir contribuyendo a la realización de trabajos que permitan tener una mejor comprensión del papel que estos organismos juegan en la relación o interacción con otros seres vivos, los cuales sirven al funcionamiento de los ecosistemas, así como al mantenimiento de las redes tróficas.

Agradecimientos

El primer autor agradece a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por la formación como Biólogo al cursar la carrera en la Facultad de Biología.

Agradecemos a Samuel Pineda y Margarita Vargas su disponibilidad en la identificación de larvas de insectos y ácaros.

Referencias

- Andrade MG** (1998) Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 22(84): 407-421.
- Andresen E** (2003) Effect of forest fragmentation on dug beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87-97.
- Ambrecht I, Ulloa-Chacón P** (1999) Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco Colombianos y sus matrices. *BIOTROPICA* 31(4): 646-653.
- Amézquita SJ, Forsyth A, Lopera A, Camacho A** (1999) Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquia Colombia. *Acta Zool. Mex.* 76: 113-126.
- Báez J** (2011) Hemiptera: Heteroptera de "Las Flores" municipio de Morelia, Michoacán México. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de biología, Universidad michoacana de san Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, 140 p.
- Borror D, Triplehorn C, Johnson N** (1989) *An introduction to the study of insects*. Thomson Learning, Inc. United States of America, 875 p.
- Caballero U, León JL, Moron A** (2009) Response of rove beetles (Staphylinidae) to various habitat types and change in Southern Mexico. *Insect Conserv* 13: 67-75.
- Díaz M, Pulido FJP** (1993) Relaciones entre la abundancia de artrópodos y la densidad del herrerillo común *Parus caeruleus* en dehesas durante el periodo pre reproductor. *Ardeola* 40: 33-38.
- Deichsel R** (2006) Species change in an urban setting—ground and rove beetles (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae) in Berlin. *Urban Ecosystems* 9(3): 161-178.
- Fredes NA, Martínez PA, Bernava Laborde V, Osterrieth ML** (2009) Microartropodos como indicadores de disturbio antrópico en entisoles del área recreativa de Miramar, Argentina. *Ciencia del suelo* 27: 89-101.
- Gasca HJ, Higuera D** (2008) Artrópodos asociados al dosel de un robleal de *Quercus humboldttil* bonpl. (Fagaceae) de la reserva bosque macanal (Bojaca, Colombia). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* 43: 175-185.
- Gibbs PJ, Stanton EJ** (2001) Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites, and flies. *Ecological Applications* 11(1): 79-85.
- Harris RJ, Burns BR** (2000) Beetles assemblages of kahikatea forest fragments in a pasture-dominated landscape. *New Zealand journal of ecology* 24: 1 57-67.
- Herrera F** (1998) Dinámica espacial y temporal de la fauna del suelo en un mosaico de Vegetación de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Tesis de Maestría*. Caracas, Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. 120 p.
- Hernández B, Maes JM, Harvey CA, Vilchez S, Medina A, Sánchez D** (2003) Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 10: 39-40.
- Helper J** (1963) *The grasshopper cockroaches and their allies* Wm, C. Brown company publishers. 359 p.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]** (2011) *Espacio y datos de México*. Referenciado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/espacioydatos/default.aspx?l=160340133>
- Kendi FD, Margules CR** (1998) Effect of habitat fragmentation on carabid beetles: experimental evidence. *Journal of Animal Ecology* 67: 460-471
- Kitahara M, Kunihiro S** (2001) A comparison of the diversity and structure of butterfly communities in semi-natural and human-modified grassland habitats at the foot of Mt. Fuji, central Japan. *Biodiversity and Conservation* 331-351.
- Leidner AK, Haddad NM, Lovejoy TE** (2010) Does Tropical Forest Fragmentation Increase Long-Term Variability of Butterfly Communities? *PLoS ONE* 5(3): e9534 [doi: 10.1371/journal.pone.0009534](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009534)
- Magurran AE** (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell Pub., Malden, Ma. 256 p.
- Murillo MR, Palacios JG, Labougle JM, Hentschel EM, Llorente JE, Luna K, Rojas P, Zamudio S** (1981) Variación estacional de la entomofauna asociada a *Tillandsia* spp. en una zona de transición biótica. *Southwestern Entomologist* 8: 2092-3002.
- Morales M** (1980) Contribucion al conocimiento de los opiliones de la republica Mexicana (Arachnida: Phalangida). *Tesis de licenciatura*. UNAM. 82 p.
- Navarrete-Heredia JL** (2007) *Silphidae (coleoptera) de México: diversidad y distribución*. En Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, México, D.F.
- Palacio-Vargas JG** (1981) Collembola asociados a *Tillandsia* (Bromeliaceae) en el derrame lávico de Chichinautzin, Morelos, México. *Southwestern Entomologist* 6(2): 87-98.
- Palacio-Vargas JG, Castillo ML** (1992) Sucesión ecológica de microartropodos dentro de troncos en descomposición. *Boletín Soc. Mex. Entomol.* 11: 23-30.
- Paleólogos MF, Flores CC, Sarandón SJ** (2007) Abundancia y diversidad de la Entomofauna asociada a los ambientes con vegetación espontánea y cultivos en tres fincas del área hortícola de la plata, Buenos aires, Argentina. *Rev. Bras. Agroecología* 3(1): 28-40
- Torres-Gracia U, Pérez-Munguía R** (2013) Diversidad de coleópteros acuáticos de causas permanentes e intermitentes de la cuenca de Xichú Guanajuato. *Entomología Mexicana* 12: 717-727.
- Ponce-Saavedra J, Escalante Jiménez AL** (2005) Inventario de Insectos y arácnidos. En DC Huacuz-Eliás, J Ponce-Saavedra

(eds), *Biodiversidad en la región norte de la costa del estado de Michoacán. México 2005*. Proyecto de Conservación de la Biodiversidad en comunidades y ejidos de los estados de Oaxaca, Guerrero y Michoacán (COINBIO). pp 61-120.

- Ponce-Saavedra J** (2009) Flora y fauna presente en diversos hábitats. En DC Huacuz-Elías (ed), *Hábitats de Chorros del Varal criterios del modelo español*. Morelia, Michoacán, México. pp130-213.
- Quijano-Ravell AF** (2008) Diversidad Aracnofaunística en dos tipos de vegetación de la Sierra de los Agustinos, municipio de Acámbaro, Guanajuato. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 75 p.
- Raupp MJ, Shrewsbury PM, Herms DA** (2010) Ecology of Herbivorous Arthropods in Urban Landscapes *Annu. Rev. Entomol* 55: 19-38.
- Roth DS, Perfecto I, Rathcke B** (1994) The Effects of Management Systems on Ground-Foraging Ant Diversity in Costa Rica.

Ecological Applications 4: 423-436

- Sánchez-Mendoza AV, Rios-Sais A, Palacios-Vargas JG, Álvarez-Sánchez J, Gómez-Valencia R, Gómez-Vargas M** (1983) *Microartropodos del dosel de Astrocarium mexicanum, y estimaciones preliminares de la descomposición de hojarasca de 4 especies arbóreas, en una selva tropical*. Facultad de Ciencias, UNAM. 140 p.
- Slater J, Baranowski R** (1978) *How to know the true bugs (Hemiptera-Heteroptera)*. Wm. C. Brown Company Publishers. 310 p.
- Smith RL, Smith T** (2007) *Ecología*. Sexta edición. Pearson Education. España, 642 p.
- Triplehorn CA, Johnson NF** (2005) *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. 7th ed. Thomson Brooks/Cole, Belmont CA, 864 p.
- Ubick D, Paquin P, Cushing PE, Roth V** (2005) *Spiders of North America: an identification manual*. American Arachnological Society. 377 p.