

Diversidad de insectos en cuatro especies de plantas maderables nativas establecidas en monocultivos y cultivos mixtos en Sardinilla, Panamá

Alonso Santos Murgas¹, Héctor E. Barrios²; Iván G. Luna^{1,3}

¹Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Apartado postal 0824-00021 Panamá, República de Panamá.

^{2,3}Programa Centroamericano de Maestría en Entomología; Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Universidad de Panamá.

E-mail: ¹santosmurgasa@gmail.com; ²hbarrios@ancon.up.ac.pa

Resumen

SANTOS M A, BARRIOS HE, LUNA IG. 2009. Diversidad de insectos en cuatro especies de plantas maderables nativas establecidas en monocultivos y cultivos mixtos en Sardinilla, Panamá. ENTOMOTROPICA 24(1): 11-22.

La productividad de plantaciones o agroecosistemas forestales de plantas nativas maderables, en especial las de interés comercial pueden sufrir impacto negativo debido a las condiciones físicas del ambiente, al ataque de patógenos y a la herbivoría. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación era determinar la diversidad de insectos en cuatro especies de plantas nativas maderables: *Anacardium excelsum* (Bertero y Balb.) (Anacardiaceae), *Cedrela odorata* (L.) (Meliaceae), *Luebea seemannii* Triana y Planch (Tiliaceae) y *Tabebuia rosea* (Bertol) Bignoneaceae en monocultivos y cultivos mixtos en Sardinilla, Provincia de Colón, Panamá. Se colectaron un total de 2974 especímenes de insectos, ubicados en 12 órdenes, 97 familias, 108 especies y 123 morfoespecies. Los cultivos mixtos mostraron la mayor diversidad de insectos. El grupo de insectos con mayor diversidad fue el orden Coleoptera, con la familia Chrysomelidae. El género más abundante y diverso fue *Diabrotica*. La especie de planta que mostró la mayor diversidad de insectos fue *Luebea seemannii*. Se concluye que aunque la diversidad de plantas en un cultivo generalmente, es una estrategia adecuada para el control de insectos herbívoros, no debe asumirse como un postulado absoluto.

Palabras claves adicionales: *Anacardium excelsum*, *Cedrela odorata*, Chrysomelidae, Coleoptera, *Diabrotica*, *Luebea seemannii*, *Tabebuia rosea*.

Abstract

SANTOS M A, BARRIOS HE, LUNA IG. 2009. Diversity of insects in four species of native woody plants in monocultures and mixed cultures in Sardinilla, Panama. ENTOMOTROPICA 24(1): 11-22.

The productivity of forestry plantations and agroecosystems with native tree species, especially the ones with commercial value, can suffer a negative impact from the environmental conditions, attacks from pathogens and herbivory. On this basis, the objective of the present research is to determine the diversity of insects in four species of native trees: *Anacardium excelsum* (Bertero y Balb.) (Anacardiaceae), *Cedrela odorata* (L.) (Meliaceae), *Luebea seemannii* Triana y Planch (Tiliaceae) and *Tabebuia rosea* (Bertol) Bignoneaceae). The study was done in monoculture and mixed plots located in Sardinilla, Colon Province, Panama. A total of 2947 insect specimens were collected, in which 12 orders are represented, 97 families, 108 species and 123 morphospecies. The mixed plots showed a higher diversity of insects. The group of insects with the highest diversity was the order Coleoptera, of which the family Chrysomelidae and the most abundant genus was *Diabrotica*. The tree species that showed the highest insect diversity was *Luebea seemannii*. The principal conclusion is that even if tree diversity in plantations is generally used as an adequate strategy to mitigate the impact of insect herbivory, it should not be taken as the absolute postulate.

Additional key words: *Anacardium excelsum*, *Cedrela odorata*, Chrysomelidae, Coleoptera, *Diabrotica*, *Luebea seemannii*, *Tabebuia rosea*.

Introducción

La heterogeneidad de hábitats disponibles, en las regiones tropicales facilita una mayor radiación adaptativa de los organismos (Price 1991; Medianero et al. 2003). Lo que posiblemente trae como consecuencia una alta diversidad biológica. Dentro de un bosque tropical, la vegetación brinda diversos gradientes altitudinales que permiten la diversificación y estratificación de los organismos, factor que influye en los patrones de herbivoría de los insectos. Además, las interacciones bióticas como competencia, depredación, parasitismo, disponibilidad de alimento y capacidad de desplazamiento de los insectos herbívoros, influyen en la diversidad dentro de los diferentes estratos del bosque (Basset et al. 1992).

Estudios realizados en Costa Rica han encontrado que la abundancia y la diversidad de insectos disminuyen en las altas elevaciones (Janzen 1973). Se considera que las temperaturas bajas de la montaña inhiben la actividad de los insectos. Estudios en Panamá han demostrado que algunas especies de plantas que habitan en altas elevaciones tienden a tener hojas perennes que son generalmente pobres en nutrientes y altamente defendidas (Coley 1982, Coley y Barone 1996).

Estimar la diversidad de insectos de los diferentes estratos dentro del bosque o en sistemas agroforestales utilizando insectos herbívoros, presenta algunos inconvenientes, principalmente por la poca movilidad de los mismos (Medianero et al. 2003). Sin embargo, dentro de los herbívoros, existen algunos insectos con cierta especificidad en diferentes hábitos como los endofitófagos. Por ejemplo, los insectos formadores de agallas y los minadores de hojas demostraron ser excelentes para realizar estudios ecológicos de diversidad y especificidad, por su riqueza, abundancia y hábito sésil (Hering 1951).

La diversidad de insectos juega un papel importante en los sistemas de cultivos forestales, agrícolas y demás sistemas total o parcialmente controlados por el hombre. En la mayoría de ello hay especies de insectos que pueden formar numerosos agregados y ocasionar serios problema en la producción de los

cultivos forestales. Se ha reconocido que problemas ocasionados por plagas de insectos y enfermedades en estos cultivos forestales y en agroecosistemas pueden ser el resultado en la diversidad existente de plantas en tales cultivos (Nicholls y Altieri 2002). Por lo tanto, se espera que el manejo de la diversidad de plantas pueda contribuir a disminuir los efectos negativos de los insectos plaga y herbívoros en estos cultivos (Altieri 1999; Vandermeer 2003). De esta manera, el objetivo del presente trabajo fue determinar cómo se correlaciona la diversidad de insectos, con el aumento de la diversidad de plantas nativas maderable, establecidas en monocultivos y cultivos mixtos en la comunidad de Sardinilla, Provincia de Colón, República de Panamá.

Materiales y Métodos

Las parcelas con los cultivos de las plantas se encuentran ubicadas en la comunidad de Sardinilla, corregimiento de Salamanca, Buena Vista, Provincia de Colón, República de Panamá. Esta área se ubica entre los 9° 19' 30" de latitud N y 79° 38' 00" de longitud O, con una altura máxima de 213 metros y mínima de 64 metros; con una temperatura promedio entre los "26° C" y "30° C".

Para efectuar los muestreos sobre la diversidad de insectos, se escogieron cuatro especies de plantas nativas maderables: *Cedrela odorata* Linneaus 1759, *Tabebuia rosea* (Bertol.) A. DC. 1845, *Luehea semannii* Triana & Planch 1862 y *Anacardium excelsum* (Bertero & Balb. ex Kunth) Skeels 1912; distribuidas en cuatro parcelas diferentes de monocultivos y cuatro de cultivos mixtos. Se seleccionaron 10 plantas por especie, con tres réplicas por especie de plantas en cada una de las parcelas, haciendo un total de 240 plantas, distribuidas de la siguiente manera: 120 plantas en monocultivo y 120 plantas en cultivos mixtos. Las plantas se ubicaban en parcelas de 45 X 45 m². Las parcelas con los cultivos mixtos tenían seis especies de plantas, de las cuales sólo cuatro de ellas fueron seleccionadas. Para tomar la muestra de los insectos herbívoros no se colectaron insectos de plantas creciendo en los bordes de las parcelas, con el propósito de no introducir efectos de borde al

momento de tomar cada muestra.

Cada una de las plantas de las distintas especies escogidas fue codificada con una placa metálica y con cinta de color. Ejemplo: (An 001 M P1; An 001 CM P2) An: nombre de la especie (*Anacardium excelsum*), 001: número que corresponde la planta; M: Monocultivo; CM: Cultivo Mixto; P1: parcela número uno). Esta codificación permitía ubicarlas con mayor facilidad al momento de realizar el muestreo y además especificaba su identificación individual, indispensable para realizar anotaciones biológicas del individuo. Cada muestra de una planta representa la colecta de todos los insectos presentes en un área foliar de 60 cm² y a 1,60 m de altura. Para extraer los insectos en cada muestra de la planta se utilizó la técnica de golpeo, que consiste en golpear el área foliar con una rama de un metro de largo aproximadamente, para provocar que los insectos cayeran al embudo. Se capturaron con una red en forma de embudo cuya parte superior era rectangular (60 cm²), a la cual se le colocó en la parte inferior una bolsa plástica (Ziploc 1 litro). La bolsa colectora se codificó con el código de las plantas, ejemplo: An 001 M P1 ó An 001 CM P1 y además se le colocó la fecha de colecta.

El muestreo se llevó a cabo desde octubre de 2006 hasta octubre de 2007, excluyendo los meses desde enero a junio del 2007 época en que se encontraba la estación seca e inicio de la estación lluviosa. En la estación seca estos árboles pierden parcial o totalmente sus hojas y las poblaciones de insectos disminuyen en forma evidente.

Las muestras en las bolsas fueron llevadas al laboratorio para ser separar en viales con alcohol al 70%; Posteriormente, los insectos, fueron montados en alfileres entomológicos, etiquetados e identificados. Los resultados con las identificaciones fueron agregados en una base de datos en Microsoft Excel previamente establecida.

Los resultados fueron analizados mediante un análisis estadístico de ANDEVA doble repetitivo para diversidad mediante el programa STATISTICA VERSIÓN 6. Este análisis de ANDEVA fue utilizado para responder a los objetivos de la presente investigación. También

se calcularon los índices de diversidad Shannon-Wiener e índice de Morisita-Horn para determinar los índices de diversidad de insectos en cada una de las especies de plantas en los diferentes cultivos y parcelas.

Resultados

Se colectó un total de 2974 especímenes de insectos entre las plantaciones de cultivos mixtos y monocultivos de las cuatro especies de plantas maderables nativas ubicados en 12 órdenes, 97 familias, 108 especies y 123 morfoespecies “Cuadro 1”.

Diversidad de insectos en cada una de las especies de plantas por cultivos:

En los cultivos de *Anacardium excelsum* la mayor diversidad de insectos herbívoros se presentó en los cultivos mixtos ($F_{1,28} = 12,838$; $P = 0.00127$). Además, al comparar esta diversidad de insectos en ambos cultivos y parcelas de *A. excelsum* a través de los meses muestreados, podemos observar que se presenta una variación muy parecida de la diversidad de insectos, en donde, las plantaciones mixtas como los monocultivos mostraron en diciembre la menor diversidad de insectos ($F_{6,28} = 5,79$; $P = 0.0005$) y ($F_{6,28} = 0.989$; $P = 0.4551$) (Figura 1).

En los cultivos de *Cedrela odorata* la diversidad de insecto resultó ser más significativa en las plantaciones mixtas ($F_{1,28} = 7,069$; $P = 0,012$). La variación de la diversidad de insectos en ambos cultivos y parcelas de *C. odorata* a través de los meses de muestreo fue muy parecida, donde diciembre fue menor ($F_{6,28} = 6,002$; $P = .00040$) y ($F_{6,28} = 0.988$; $P = 0,45164$) (Figura 2).

En los cultivos de *Luebea seemannii* no arrojaron diferencias significativas entre los cultivos mixtos y monocultivos ($F_{1-28} = 0.0359$; $P = 0.851$). Sin embargo, si hubo diferencias significativa en la diversidad de insectos en las parcelas entre las fechas muestreadas, siendo diciembre y julio significativamente menor que octubre y noviembre del 2006 ($F_{6,28} = 3.690$; $P = 0.0079$). La diversidad de insectos a través de los meses muestreados, en todas las parcelas y además en ambos cultivos, la

Cuadro 1: Diversidad de insectos en las cuatro especies de plantas y los dos tipos de cultivos.

ORDEN Y FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO	Ae		Co		Ls		Tr		TOTAL
		CM	MC	CM	MC	CM	MC	CM	MC	
BLATTARIA										
Blaberidae	<i>Epilampra azteca</i>	5	0	1	1	1	1	0	1	10
	Morfo1	0	0	1	0	0	0	2	0	3
Blattidae	<i>Euphyllodromia aungustata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Blattellidae	<i>Dendroblatta</i> sp	0	0	0	0	0	0	1	0	1
COLEOPTERA										
Alleculidae	Morfo1	1	0	0	0	1	0	0	1	3
Anthicidae	<i>Acanthinus continuus</i>	19	8	12	16	27	11	6	10	109
	<i>Acanthinus spinicollis</i>	17	12	9	11	39	18	11	9	126
	<i>Anthicus</i> sp	0	0	2	3	0	0	0	0	5
	Morfo1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Attelabidae	<i>Omolabus corvinus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Biphyllidae	Morfo1	8	25	11	5	15	18	19	22	123
Bostrichidae	Morfo1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Brentidae	<i>Brentus</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Bruchidae	<i>Euparius</i> sp	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	3 morfo diferentes	14	3	2	1	12	14	3	1	50
Buprestidae	Morfo1	0	0	0	0	4	0	0	3	7
Byturidae	Morfo1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Cantharidae	Morfo1	0	0	0	0	0	1	2	0	3
Carabidae	3 morfos diferentes	8	0	2	3	5	5	0	1	24
	<i>Platynus</i> sp	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Pterostichus lama</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Cerambycidae	3 Morfo diferente	2	1	3	5	5	8	0	1	25
Chrysomelidae	<i>Acromis sparsa</i>	1	2	1	1	10	0	0	0	15
	<i>Allocolapsis</i> sp	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Capraita</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Chalepus</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Chelymorpha alternans</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Colapsis</i> sp1y sp2	0	0	4	0	4	4	0	0	12
	<i>Diabrotica haroldi</i>	2	0	3	0	0	0	0	4	9
	<i>Diabrotica ruficornia</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	<i>Diabrotica</i> sp1 y sp2	39	1	35	12	36	24	36	102	285
	<i>Eupelmia colopsis</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	3
	<i>Gynandrobrotica</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Imitidium thoracicum</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	3
	<i>Lexiphanes</i> sp	0	2	0	0	4	0	0	0	6
	<i>Megalostomis</i> sp	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Microctenochira</i> sp	0	0	0	0	0	0	1	3	4
	<i>Microrhopala</i> sp	1	0	0	1	0	0	0	0	2
	10 Morfo diferentes	24	23	19	5	30	44	15	12	172
	<i>Myochrous</i> sp	5	0	1	0	2	1	0	0	9
	<i>Neobrotica</i> sp	0	0	1	0	0	0	0	1	2
	<i>Nodonata</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Percolapsis</i> sp	0	0	0	0	1	2	0	0	3	
<i>Rhabdopterus</i> sp	6	0	3	0	10	6	0	0	25	
<i>Spatiella</i> sp	0	0	0	0	0	0	1	0	1	

ORDEN Y FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO	Ae		Co		Ls		Tr		TOTAL
		CM	MC	CM	MC	CM	MC	CM	MC	
	<i>Stola lebasii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Typophorus</i> sp	10	0	5	0	1	5	0	0	21
	<i>Uroplata elevata</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Cleridae	Morfo1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Coccinellidae	<i>Epilachna tredecimnotata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	4 Morfos diferentes	10	6	14	11	5	2	5	5	58
	<i>Oryssomus</i> sp	2	0	0	0	0	4	0	0	6
Cucujidae	Morfo1	1	0	1	0	0	0	1	0	3
Curculionidae	4 Morfos diferentes	22	9	11	12	15	20	4	4	97
Dermestidae	Morfo1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Elateridae	<i>Anoplisthiopsis</i> sp	35	3	30	4	54	56	7	12	201
	Morfo1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Endomichidae	Morfo1	0	0	0	0	2	1	0	0	3
Erotylidae	<i>Iphiclus</i> sp	3	0	2	0	1	5	0	0	11
	<i>Oligocorynus zebra</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Lampyridae	<i>Cratomorphus</i> sp	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	2 Morfos diferentes	3	0	1	11	0	0	0	0	15
	<i>Photinus</i> sp	4	5	1	0	1	0	0	0	11
Languridae	<i>Languria</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Morfo1	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Lycidae	Morfo1	1	0	0	0	0	1	1	0	3
Meloidae	Morfo1	2	0	2	0	1	2	0	0	7
Mycetophagidae	Morfo1	8	5	7	2	9	7	0	4	42
Phengodidae	Morfo1	2	0	0	0	1	0	0	0	3
Ptilodactylidae	Morfo1	14	2	4	10	31	7	3	5	76
Scarabaeidae	Morfo1	1	0	3	0	0	0	0	0	4
Staphylinidae	2 Morfos diferentes	13	8	8	0	4	15	3	6	57
Tenebrionidae	Morfo1	2	2	0	1	1	0	0	1	7
DIPTERA										
Conopidae	Morfo1	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Culicidae	Morfo1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Dolichopodidae	4 Morfos diferentes	3	0	0	1	1	3	2	2	12
Muscidae	Morfo1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Richardidae	Morfo1	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Sarcophagidae	Morfo1	0	3	0	0	0	0	0	0	3
HEMIPTERA										
Alydidae	Morfo1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Anthocoridae	Morfo1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Coreidae	Morfo1	1	0	0	0	0	0	0	3	4
Corymelaenidae	Morfo1	2	1	0	0	5	10	0	0	18
Largidae	Morfo1	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Lygaeidae	Morfo1	7	3	1	3	3	2	0	1	20
	<i>Pachygrontha longiceps</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Miridae	Morfo1	1	0	0	0	0	2	0	0	3
Pentatomidae	<i>Antitechus tripterus</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	3
	<i>Chlorocoris aberrans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Edessa</i> sp	5	0	4	1	1	1	1	0	13
	Morfo1	2	4	1	1	0	2	4	1	15
Ploiariidae	Morfo1	0	0	0	0	1	0	0	0	1

ORDEN Y FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO	Ae		Co		Ls		Tr		TOTAL
		CM	MC	CM	MC	CM	MC	CM	MC	
Podopidae	Morfo1	0	0	0	0	0	5	0	0	5
Pyrrhocoridae	Morfo1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Reduviidae	<i>Heza similis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Morfo1	16	13	16	5	18	19	2	12	101
Scutelleridae	Morfo1	1	0	0	0	3	2	0	0	6
Tingidae	Morfo1	19	26	3	3	10	10	3	1	75
HOMOPTERA										
Achilidae	<i>Kaloptera</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	2 Morfos diferentes	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Aphididae	Morfo1	0	0	14	4	0	2	1	0	21
Cercopidae	<i>Aeneolamia lepidior</i>	4	0	0	0	1	1	0	0	6
	<i>Aeneolamia</i> sp	1	2	1	0	0	0	0	0	4
	Morfo1	6	0	1	7	0	0	0	1	15
	<i>Prosapia miles</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Prosapia</i> sp	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Sphenorhina nicaraguana</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Morfo1	6	0	1	7	0	0	0	1	15
Cicadellidae	<i>Curtara apicala</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Curtara bifidella</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Diedrocephala</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Diedrocephala variegata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Gypona woldai</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Hortensia</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Jikradia melanola</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Macugonalia testudinaria</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	3 Morfos diferentes	23	8	4	6	10	6	3	5	65
	<i>Oncometopia clarior</i>	0	0	5	14	1	1	1	0	22
	<i>Oncometopia</i> sp	1	0	0	0	2	1	0	0	4
	<i>Polana</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Tretogonia conspersa</i>	0	1	2	2	0	2	2	1	10
	<i>Tylozygus geometricus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Cicadidae	Morfo1	8	0	0	0	0	0	2	0	10
	<i>Proarna</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Cixiidae	<i>Bothriocera</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Flatidae	Morfo1	0	0	2	0	1	0	0	0	3
Issidae	Morfo1	3	0	0	0	0	5	0	0	8
Membracidae	<i>Antianthe expansa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Antianthe</i> sp	0	0	1	3	0	0	0	0	4
	Ceresini sp	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Ceresa</i> sp	2	3	6	1	0	1	3	0	16
	<i>Cyphonia clavata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Cyphonia trifida</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Morfo1	1	6	1	0	0	3	0	0	11
	<i>Spissistilus</i> sp	0	4	0	0	0	0	0	0	4
	<i>Stictopelta acutula</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	Morfo1	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Nogodinidae	Morfo1	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Psyllidae	Morfo1	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Tropiduchidae	Morfo1	8	10	14	8	27	11	3	12	93
HYMENOPTERA										
Bethylidae	<i>Goniozus</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	0	1

ORDEN Y FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO	Ae		Co		Ls		Tr		TOTAL	
		CM	MC	CM	MC	CM	MC	CM	MC		
Braconidae	2 Morfos diferentes	5	0	1	3	2	0	0	0	11	
Chalcididae	Morfo1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	
Dryinidae	<i>Dryinus</i> sp	3	0	0	0	0	0	0	0	3	
Formicidae	<i>Acromyrmex</i> sp	0	3	0	0	0	0	0	0	3	
	<i>Azteca</i> sp	3	0	0	0	0	0	0	0	3	
	<i>Camponotus</i> sp	13	9	39	37	23	8	4	11	144	
	<i>Cephalotes</i> sp	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	<i>Crematogaster</i> sp	4	4	9	4	5	6	1	3	36	
	<i>Dolichoderus</i> sp	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	<i>Ectatomma ruidum</i>	1	2	6	0	10	9	1	1	30	
	<i>Ectatomma</i> sp	0	0	1	2	0	1	2	0	6	
	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	2	8	6	2	5	2	0	1	26	
	Morfo1	1	1	0	0	0	4	1	0	7	
	<i>Pachicondila</i> sp	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	<i>Paratrechinus</i> sp	0	1	3	4	0	1	0	0	9	
	<i>Pheidole</i> sp1y sp2	0	8	0	0	0	8	0	0	16	
	<i>Pseudomyrmex bicolor</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	2	
	<i>Pseudomyrmex</i> sp	17	18	15	18	13	16	2	7	106	
	Ichneumonidae	Morfo1	1	0	0	0	1	2	0	0	4
	Proctotrupidae	Morfo1	0	0	4	0	0	0	1	0	5
Scelionidae	Morfo1	0	0	2	1	3	0	0	0	6	
Sphecidae	<i>Microstigmus</i> sp	0	0	0	0	2	0	0	0	2	
Vespidae	<i>Polybia occidentalis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
LEPIDOPTERA											
Artiidae	Morfo1	0	3	0	0	0	0	0	0	3	
Geometridae	2 Morfos diferentes	0	1	6	0	1	0	0	0	8	
Hesperiidae	Morfo1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
Limacodidae	<i>Acharia horrida</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Lycaenidae	Morfo1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Noctuidae	2 Morfos diferentes	1	1	3	2	0	4	0	0	11	
Nymphalidae	6 Morfos diferentes	20	3	18	2	7	2	4	8	64	
Psychidae	2 Morfos diferentes	0	1	0	1	2	0	0	0	4	
Pyralidae	2 Morfos diferentes	0	1	5	1	1	0	0	1	9	
MANTODEA											
Acanthopidae	<i>Acanthops erosula</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	2	
	<i>Acanthops</i> sp	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	Morfo1	2	1	1	0	0	2	0	3	9	
	<i>Oligonicella</i> sp	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Mantidae	<i>Stagmomantis</i> sp	0	0	0	0	3	0	0	0	3	
Thespidae	<i>Thespis</i> sp	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
NEUROPTERA											
Chrysopidae	Morfo1	3	0	0	0	1	0	1	0	5	
Hemerobidae	Morfo1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	
ORTHOPTERA											
Acrididae	<i>Abracris</i> sp1 y sp2	0	0	2	1	0	0	0	0	3	
Gryllidae	Morfo1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Tetrigidae	Morfo1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Tettigonidae	Morfo1	7	1	20	6	7	11	3	1	56	
PSOCOPTERA											

ORDEN Y FAMILIAS	NOMBRE CIENTÍFICO	Ae		Co		Ls		Tr		TOTAL
		CM	MC	CM	MC	CM	MC	CM	MC	
Psocidae	Morfo1	0	0	2	0	0	0	0	2	4
THYSANOPTERA										
Phlaeothripidae	Morfo1	3	0	3	5	5	6	2	0	24
Tripidae	Morfo1	3	0	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL		505	276	434	274	540	478	177	290	2974

Leyenda: 12 órdenes; 97 familias; 231 especies (123 morfoespecies). Abreviaturas: Ae: *Anacardium excelsum*, Co: *Cerdela odorata*, Ls: *Luebea seemannii*, Tr: *Tabebuia rosea*, CM: CultivoMixto, MC: Motocultivo.

diversidad de insectos fue muy parecidas ($F_{6, 28} = 1.221$; $P = 0.325$) (Figura 3).

Aunque la diversidad de insectos herbívoros fue mayor en los cultivos mixtos de *Tabebuia rosae* no hubo diferencias significativas estadísticamente ($F_{1-28} = 0.958$; $P = 0.335$).

Además, no hubo diferencias significativas de la diversidad de insectos en las parcelas entre los meses muestreados, aunque fue más baja en diciembre del 2006 y julio, agosto del 2007 ($F_{6, 28} = 1.898$; $P = 0.1163$). También, la diversidad de insectos a través de los meses muestreados en ambos cultivos de *T. rosae* no mostró variación de la diversidad de insectos ($F_{6, 28} = 0.8339$; $P = 0.554$) (Figura 4).

Índice de diversidad de Shannon Wiener:

La diversidad de insectos en las plantaciones de las cuatro especies de plantas, establecidas en monocultivos y cultivos mixtos nos indican que tanto en los análisis de varianza como en los índices de Shannon Wiener que los cultivos mixtos mostraron ligeramente mayor diversidad de insectos ($F_{1, 37} = 3.59$; $P = 0.06582$) (Figura 5).

En cuanto a la diversidad de insectos por especie de planta, el índice de Shannon Wiener fue significativamente menor en los cultivos de *Anacardium excelsum* y mayor en *Luebea seemannii* ($F_{3, 37} = 14.70$; $P = 0.0000$). Además, comparando el índice de diversidad de los monocultivo y cultivos mixtos de las cuatro especies de plantas, éste fue significativamente menor en los cultivos mixtos y monocultivos de *Anacardium excelsum* y mayor en los monocultivos y cultivos mixto de *Tabebuia rosae*. La diversidad en *Cedrela odorata* y *Luebea seemannii*

es parecida en ambos tipos de cultivos ($F_{3, 37} = 9.484$; $P = 0.00009$) (Figura 6).

Índice de similitud de Morisita-Horn:

El análisis de cluster (Morisita-Horn) indica que los cultivo mixtos más similares cuantitativamente son los de *Luebea senmannii* y *Anacardium excelsum*; al igual que los cultivos mixtos y los monocultivos de *Tabebuia rosae* (Figura 7).

Discusión

En Panamá son varios los estudios que han tratado de explicar la diversidad de insectos herbívoros en diferentes ámbitos con especies de plantas en el bosque tropical. Entre ellos podemos mencionar Basset 1991; Price, 1991; Basset et al. 1992; Coley 1982; Coley y Barone 1996; Barone & Coley 2002. Sin embargo, muy poca información se tiene sobre la diversidad de insectos en sistemas de cultivos forestales, agrícolas o cualquiera de estos sistemas casi o totalmente controlados por el hombre. En la mayoría de los sistemas forestales las especies de insectos también forman grupos numerosos y algunos de ellos logran constituir problemas serios en la producción de los cultivos forestales, trayendo como consecuencias grandes pérdidas económicas.

En esta investigación se trata de explicar algunas aproximaciones de cómo la diversidad de insectos herbívoros se relaciona con las especies de plantas nativas maderable, plantadas en monocultivos y cultivos mixtos. También, en una publicación más adelante se tratará de correlacionar la diversidad de los insectos con los patrones de herbivoría o defoliación en las cuatro especies de plantas

Figura 1. Diversidad de insectos en las parcelas y cultivos de *A. excelsum*.

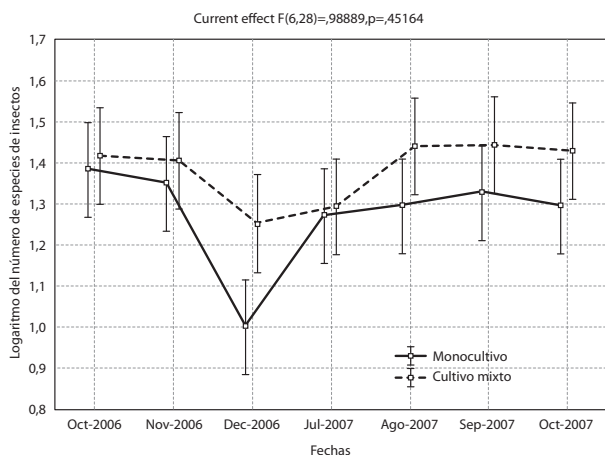


Figura 2. Diversidad de insectos en todas las parcelas y cultivos de *C. odorata*.

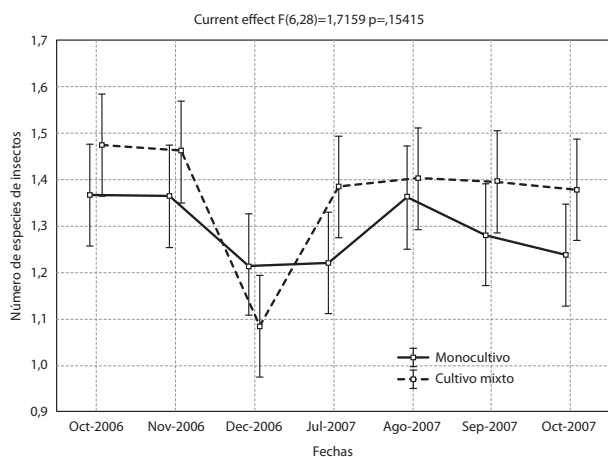
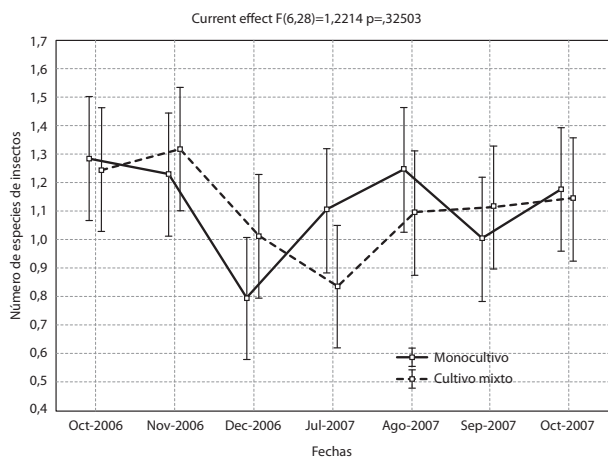


Figura 3. Diversidad de insectos en las parcelas y cultivos de *L. seemanii*.



escogidas para esta investigación.

La diversidad de insectos en los cultivos de *A. excelsum*, en comparación con los demás cultivos fue la más baja (Figura 1). Esto puede estar explicado por la estructura de los cultivos de *A. excelsum*, ya que no se encontraban totalmente desarrollados, con órganos reproductivos evidente (flores y frutos) en comparación con las demás especies de plantas utilizadas en el muestreo.

Analizando cómo varía el patrón de diversidad de insectos en *A. excelsum* entre los siete meses muestreados en ambos cultivos podemos ver que la diversidad de insectos disminuye drásticamente en el mes de diciembre. Esto se puede deber principalmente a que *A. excelsum* pierde sus hojas al inicio de la temporada seca; lo que ocasiona una evidente disminución de insectos (Figura 1).

La mayor diversidad de insectos en los cultivos de *A. excelsum* estuvo mayormente representada por el orden Coleoptera, las siguientes tres familias presentaron grandes consumidores de área foliar contribuyendo en gran medida a la herbivoría: Chrysomelidae: géneros *Diabrotica* spp. (dos morfo especies) y *Rhabdopterus* sp.; Anthicidae: *Acanthinus continuus* y *A. spinicollis*; y Byphillidae: género no identificado, que se presentó en estos cultivos de *A. excelsum*.

Los árboles de *A. excelsum* o comúnmente llamados “espavé” ó “javello” son importantes en la composición de los bosques tropicales y principalmente en los bosques de galería que bordean los pequeños ríos y quebradas (Soto y Pietrangeli, 1997). Esta especie es uno de los árboles de mayor altura en el área de Sardinilla, alcanzando de 20 a 40m y de 1 a 2m DAP (diámetro a la altura del pecho). Su contribución al aporte total de hojas se considera significativa, tomando en consideración el tamaño de sus hojas (largo: 15-35cm; ancho: 5-15cm).

Si observamos como varía la diversidad de insectos en las plantaciones de *C. odorata* podrías decir que presenta un patrón muy similar al de los cultivos de *A. excelsum*; principalmente porque ambas especie son caducifolia que pierde sus hojas en la época seca, específicamente a finales de diciembre. Por

consiguiente, ésta baja drásticamente la diversidad de insectos en su follaje. Además, este parámetro en *C. odorata* en ambos cultivos mixtos y monocultivos no mostró diferencias significativa durante los meses de muestreos (Figura 2). Esto puede ser explicado por la poca distancia (100 m aproximadamente) que separaba ambas parcelas de los cultivos mixtos y monocultivos de *C. odorata*.

La diversidad de insectos entre los cultivos de *L. semannii* no arrojaron diferencias estadísticas; sin embargo fue la especie con mayor número de especies colectadas. Estos se puede deber a la proximidad que se encontraba estas parcelas de los cultivos mixtos y monocultivos de *L. semannii*.

En cuanto a la fluctuaciones de la diversidad de insectos herbívoros en los siete meses de muestreo, tampoco hubo diferencias significativas entre lo meses. Sin embargo, se muestra que en los meses de diciembre del 2006 y julio del 2007 la diversidad de insectos fue significativamente menor que en octubre y noviembre del 2007 (Figura 3). Consideramos que estos resultados se dieron porque en octubre y noviembre inicia la floración de esta especie de planta en los bosques secundarios y de baja elevaciones de nuestro país; lo que incrementa la atracción de polinizadores y depredadores, al igual que de herbívoros de esta especie de planta. Así la causa más probable de la disminución de la diversidad de insectos en diciembre del 2006 se debe principalmente a la pérdida de hojas que sufre esta especie al inicio de la época seca.

La diversidad de insectos en los dos cultivos de *T. rosae* no mostraron diferencias significativas (Figura 4). Sin embargo, la diversidad de insectos fue mayor en los cultivos mixtos. De igual forma, esto se debió a la influencia de las otras cinco especies de plantas que acompañan a *T. rosae* en el cultivo mixto. La variación del número de especies de insectos herbívoros en la plantación de *T. rosae* durante los meses de colecta no arrojó diferencias significativas entre la fechas. Aunque la (Figura 4) muestra que en el mes de diciembre 2006 y julio de 2007 fue bajo el número de especies capturada. Estos resultados de diciembre pueden explicarse debido a la pérdida

Figura 4. Diversidad de insectos en las parcelas y cultivos de *T. rosae*.

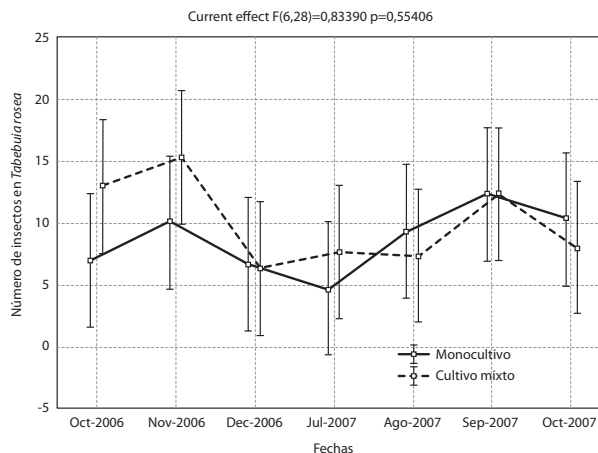


Figura 5. Índice Shannon Wiener (análisis de varianza) diversidad de insectos en los dos tipos de cultivos (cultivo mixto y Monocultivo).

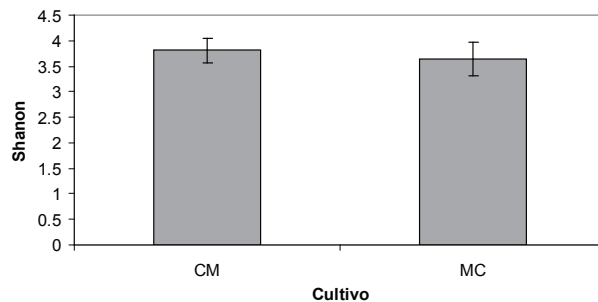


Figura 6. Diversidad de insectos en las cuatro especies de plantas y los dos tipos de cultivo.

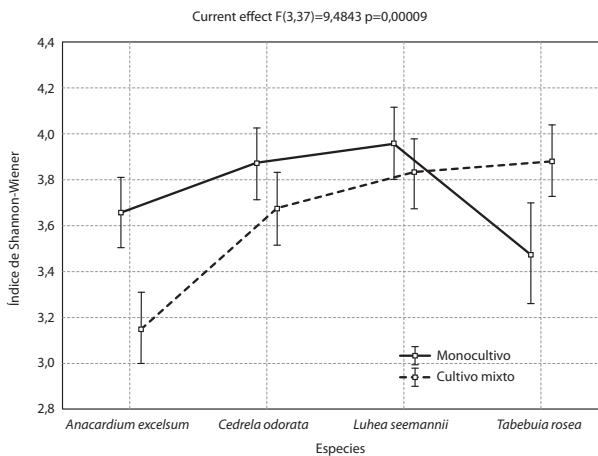
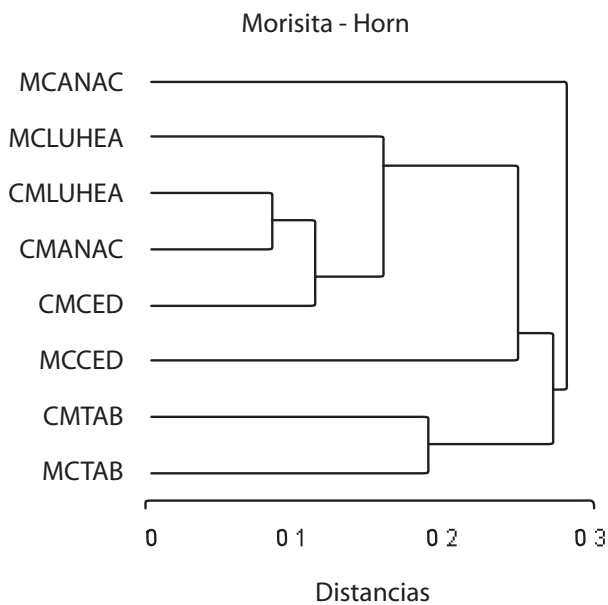


Figura 7. Este cluster nos indica que los cultivo mixtos de *Luebea seemannii* y *Anacardium excelsum* son los más similares cuantitativamente; al igual que los cultivos mixtos y los monocultivos de *Tabebuia rosae*. Simbología: MC: Monocultivo, CM: Cultivo Mixto; ANAC: *Anacardium*, LUEH: *Luebea*, CED: *Cedrela*, TAB: *Tabebuia*. Ejemplo combinación: MCANAC: Monocultivo *Anacardium*.



de las hojas al inicio de la temporada seca. La disminución de la diversidad de insecto de julio 2007 se atribuye a que para ese mes no había salido totalmente el follaje en estas plantaciones.

Al comparar el número de especies de insectos a través de los meses de colecta, en los dos cultivos de *T. rosae* se observa que no hubo variación de la diversidad de insectos en el transcurso de los siete meses de muestreo. Esto resultados puede explicarse debido a la similitud en las condiciones ambientales y factores físicos que se encuentran en ambas plantaciones de *T. rosae*. Además, pudiera ser que otro factor que influyó a la similitud en la diversidad de insectos en ambos cultivos fue la aproximación de no más de 100 metros entre los dos cultivos.

Realizando un análisis cuantitativo a través del índice de Morisita-Horn de la diversidad taxonómica de insectos herbívoros colectados entre las parcelas I, II, III y los dos tipos de cultivos con las especies de plantas (Figura 7) nos damos cuenta que las parcelas II y III y los cultivos mixtos de *Luebea seemannii* y *Anacardium excelsum* son

las más semejante. Esto puede ser explicado por la proximidad de ambas parcelas y ambos cultivos de estas dos especies de plantas; la cual estaban separadas por aproximadamente unos 200 m.

En resumen, analizando los resultados de una forma muy general en cuanto a cómo se comporta la diversidad de insectos herbívoros entre los cultivos (mixtos y monocultivos) con las cuatro especies de plantas; los resultados indican que tanto en los análisis de varianza como en el índice de Shannon Wiener los cultivos mixtos mostraron ligeramente mayor diversidad de insectos (Figura 5-6); aunque en algunas especies de plantas no mostraron diferencias significativas. Pensamos que la diversidad de insectos en los diferentes cultivos depende principalmente de las condiciones morfológicas y fisiológicas propias de cada una de las especies de plantas, como por ejemplo, tamaño del área foliar, mecanismos de defensa (metabolitos secundarios) entre otros factores.

Conclusiones

En este estudio se demostró que la diversidad de insectos está correlacionada con la diversidad de planta en un sistema de cultivos agroforestal como el estudiado en Sardinilla, Provincia de Colón, Panamá. A mayor diversidad de plantas mayor es la cantidad de especies de insectos que puede alojar los sistemas de cultivos agroforestales.

Es notable que el grupo de insectos que presentó la mayor diversidad fueron los masticadores como por ejemplo los escarabajos de la familia Chrysomelidae y principalmente los del género *Diabrotica* spp. A este grupos de insectos se le debe prestar atención y conocer las medidas de control a la hora de establecer un sistema de cultivo agroforestal, como los que están establecidos en Sardinilla, Provincia de Colón, Panamá.

Agradecimientos

Dra. Silvia Dorm ; Dr. Kasten Mody; MSc. Mirco Platt, del Institute of Plant Sciences and Applied Entomology ETH Schmelzrbestrasse 9/LFO CH-8092 Zurich Switzerland; Dra Catherine Potvin

de la Universidad de McGill y Héctor E. Barrios, Universidad de Panamá, por proveer parte de los fondos para la realización de esta investigación. Mi agradecimiento a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y a la Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC) por proveer parte de los fondos económicos a través de la beca del Programa de Ciencias Básicas (CC. BB) estímulos a las actividades de Ciencia y Tecnología. Estos fondos económicos nos ayudaron a culminar esta investigación en Sardinilla, Provincia de Colón. Al Dr. Diomedes Quintero A., Director del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá, por su colaboración y sugerencias para mejorar el contenido de este trabajo. Al Licenciado Alex Espinosa, por toda la ayuda en la adquisición de literatura referente a las especies de plantas utilizadas en el presente trabajo. Quiero también agradecer de manera muy especial al Licenciado Oscar G. López Ch., por su valiosa ayuda en las colectas en campo, fotografías, trabajos de laboratorio y en el procesamiento de las muestras.

Referencias

- ALTIERI MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agr Eco Env* 74:19-31.
- BARONE J, COLEY PD. 2002. Herbivorismo y las defensas de las plantas. Pp. 465-492. *En: Guariguata M. R. y G. H. Kattan, editores. Ecología y Conservación en Bosques Neotropicales. Ediciones. LUR, Costa Rica.*
- BASSET Y. 1991. The spatial distribution of herbivory, mines and galls within an Australian rainforest tree. *Biotropica* 23: 271-281.
- BASSET Y, ABERLENC HP, DELVARE G. 1992. Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon. *Ecol Entomol* 17: 310-318.
- COLEY PD. 1982. Rates of herbivory on different tropical trees. Pp. 123-132 *En* E. G. Leigh, A. S. Rand, y D. M. Windsor, (Eds.). *The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term change.* Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- COLEY PD, BARONE J. 1996. Herbivore and plant defensas en tropical forests. *Ann Rev Ecol Syst* 27: 305-335.
- HERING EM. 1951. *Biology of the leaf miners.* Dr. W. Junk, Gravenhague, Berlin. 420 Pp.
- JANZEN DH. 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. *Ecology* 54:687-708.
- MEDIANERO E, VALDERRAMA A, BARRIOS H. 2003. Diversidad de insectos minadores de hojas y formadores de agallas en el dosel y sotobosque del bosque tropical. *Acta Zool Mex* 89: 153-168.
- NICHOLLS C, ALTIERI MA. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Man Int Plag Agr* 65:50-64.
- PRICE P. 1991. Patterns in communities along latitudinal gradients. Pp. 51-69. *En: Price, W. P., T. M. Lewinshohn, G. Fernandes y W. Benson (Eds.). Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions.* Wiley, New York.
- VANDERMEER JH. 2003. *Tropical agroecosystems.* CRC Press, Florida. 268 p.