

Insectos asociados con flores de malezas del Jardín Botánico de Santiago de Cuba, con énfasis en Hymenoptera

José L. Fernández T.¹, G. Garcés G.², E. Portuondo F.², P. Valdés T.¹ e I. Expósito E.¹

- 1 Laboratorio de Control Biológico, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Apartado Postal # 21, Bayamo, CP 85100, CUBA. Fax: 53-23-92131; jlft@udg.granma.inf.cu
- 2 Museo de Historia Natural "Tomás Romay", Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), Santiago de Cuba, CUBA; corel: eduardo@bioeco.ciges.inf.cu

Recibido 21-II-2000. Corregido 07-XI-2000. Aceptado 25-II-2001.

Abstract: The insect visitors of flowers in nine weeds species were studied in the Botanical Garden of Santiago de Cuba, Eastern Cuba, during 1993 (March – June, spring season) and 1994 (January – March, end of winter and beginning of spring season). About 50 hours of collecting efforts were made at three times (0900-0930 hr in 1993; 0900-0930 hr, 1200-1230 hr and 1500-1530 hr in 1994). More than 140 species of at least 37 families were found; Hymenoptera dominated (with more than a half of specimens), followed by Diptera, Coleoptera and Lepidoptera. Among Hymenoptera, bees (Apoidea) were the largest group, especially *Apis mellifera* L.; followed by wasps (Vespidae, Pompilidae, Sphecidae) and ichneumon flies (Ichneumonidae); Microhymenopterans were not sampled. Hymenopterans of each weed were compared for diversity, similarity, dominant and subdominant species, visitation time, sampling efficiency, etc. Each plant species had a particular Hymenoptera complex, almost one third of which were natural enemies of agricultural pests, and most are believed to be potential pollinators. Closely related species showed similar patterns of daily activity, with a peak at 0900 – 0930 hr for all plant species. Second grade polynomial equations were the best fitted models to describe the relationships between number of species and number of specimens, and between total number of species and number of samples ($R^2 = 0.9734$ and $R^2 = 0.9573$, $p < 0.01$). The role of weeds in the biodiversity of the agroecosystems is analyzed; as well as the effectiveness of this collection method to study Hymenoptera.

Key words: Insect-plant relationships, weeds, flowers, Hymenoptera, ecology, sampling methods.

Tradicionalmente las malezas presentes en un cultivo se han considerado perjudiciales a éste, tanto por la competencia que ejercen por el espacio, la luz, el agua y los nutrientes, como por constituir hospederos de plagas, enfermedades y sus vectores (Altieri y Liebman 1988).

En el contexto de una agricultura sostenible, con un tratamiento más armónico y diversificado del agroecosistema, las malezas constituyen un elemento clave a considerar (Gliessman 1997). Dentro de este punto de vista su manejo se encamina a mejorar y/o resolver problemas de erosión, cobertura y fertilización del suelo (Fancelli y Favarin 1987), influir en la densidad y diversidad de especies

presentes (Altieri y Letourneau 1982, Altieri y Liebman 1988, Cowgill *et al.* 1993), y favorecer las poblaciones de organismos benéficos (parasitoides, depredadores, polinizadores), al proporcionarles refugios y fuentes alternativas de alimentos (Zandstra y Motooka 1978, Banaszac y Manole 1987).

El presente trabajo constituye un estudio preliminar sobre los insectos asociados a las flores de varias especies de malezas del Jardín Botánico de Santiago de Cuba, con especial énfasis en Hymenoptera, uno de los órdenes de insectos más beneficiosos para el hombre y de mayor utilización en el control biológico (DeBach y Rosen 1991, Hokkanen 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

El Jardín se seleccionó para el estudio por constituir un área sometida desde hace varios años a un manejo conservacionista, donde, en el contexto de una gran antropización ocasionada por la cercanía de la ciudad de Santiago de Cuba (aproximadamente 500 000 habitantes), encuentra refugio gran número de especies de la flora y fauna. El Jardín se encuentra situado al este de la ciudad, en las zonas aledañas al cauce del río San Juan. Su altitud oscila entre los 0 y 200 msnm, tiene 130 ha de extensión, su temperatura media anual es de 25 °C, la humedad relativa es de 75-80 % y el promedio de precipitaciones durante el año no supera los 800 mm (Fernández 1994).

Las recolectas se realizaron utilizando una red entomológica de tamaño estándar, siguiendo la metodología de Mutin (1983), adaptada a condiciones tropicales. Las flores de cada especie de planta fueron monitoreadas siempre por un mismo recolector, capturándose durante 30 min todos los insectos que las visitaron. Los especímenes se recolectaron de uno en uno (este método uniforme permitió obtener datos cuantitativos y cualitativos).

Dado que las plantas estudiadas crecieron agrupadas en parches naturales (de varios m² de extensión) dispersos entre el resto de la vegetación del Jardín, las recolectas se hicieron siempre en estos macizos florales, de forma que nunca se muestreó una sola planta en cada horario, sino el conjunto de plantas del parche (el cual fue siempre el mismo para todas las fechas de recolecta realizadas). La elección de estos puntos de recolecta se estableció en los puntos de mayor agrupamiento de las nueve especies botánicas.

Se tomaron ocho muestras de marzo a junio de 1993, con una frecuencia quincenal en el horario de 0900 a 0930 hr. Este horario se seleccionó porque estuvo enmarcado dentro del período del día en que se observó mayor actividad de insectos volando alrededor de los macizos de plantas florecidas (Fernández 1994) y porque coincidió con la antesis de las especies botánicas estudiadas.

Con el fin de valorar los patrones de comportamiento durante otros períodos del día con menor actividad de vuelo de los insectos, y basada en la experiencia de 1993, se seleccionaron otros dos horarios en los que se registró antesis de las especies botánicas involucradas. Con estos criterios se tomaron cinco muestras de enero a marzo de 1994, en tres horarios: 0900 a 0930 hr, 1200 a 1230 hr, y 1500 a 1530 hr.

Sólo se analizaron los insectos que por su tamaño pudieron observarse alimentándose en las flores (ya fuera de polen o néctar). No se incluyeron los individuos que se observaron en nectarios extraflorales. Aquellas especies que aparecieron en la red entomológica, pero que por su pequeño tamaño no pudieron haber sido vistas sobre las flores, sino que fueron recolectadas accidentalmente, no se tomaron en cuenta (como la mayoría de Chalcidoidea, Proctotruoidea, braconidos pequeños, etc.).

Para el análisis de la himenóptero fauna asociada a las flores de cada especie botánica se empleó el índice de riqueza de Margalef (1958): $d = S-1/\log N$; y los índices de similitud de Cruz: $PAB = 100 C/A$ y $PBA = 100 C/B$, de Chazanovski: $2C/(A+B)$ y de Roger-Tanamoto: $C/(C+2A+2B)$ (Clifford y Stephenson 1975); donde S: # de especies, N: # de individuos, A y B: comunidades diferentes, C: especies comunes a A y B, PAB: similitud de B respecto a A, y PBA viceversa. Se aplicó además un índice para determinar la eficacia del muestreo: # de especímenes/ # de especies (Huey 1978).

Los totales de insectos recolectados por especie de planta, por horarios de recolectas, por muestreos y por años se procesaron mediante análisis de varianza dobles con muestras univariantes. Para cada especie de planta, el número de especies de Insecta encontrado se relacionó primero con el total de individuos recolectados, y segundo con el número de muestreos, para determinar el grado de asociación entre estas variables y la función de mejor ajuste a ellas. Se utilizó el paquete estadístico Statistica for Windows, en su versión 4.2 de 1993.

Por esta metodología se estudiaron cuatro especies de plantas: *Parthenium hysterophorus* L. (Asteraceae), *Chamaesyce berteriana* (Balbis)

Millsp. (Euphorbiaceae), *Alternanthera* sp. (Amarantaceae) y *Phyla nodiflora* (L.) Greene (Verbenaceae), malezas comunes en varios cultivos cubanos. El total de horas de recolecta para estas especies totalizó unas 30 en los dos años analizados.

En 1994 se obtuvieron datos cualitativos adicionales de otras cinco especies botánicas: *Melochia pyramidata* L. y *Melochia* sp. (Tiliaceae), *Argemone mexicana* L. (Papaveraceae), *Commelina* sp. (Commelinaceae) y una especie no identificada de la familia Asteraceae (Asteraceae sp.). El total de horas de recolecta para estas especies totalizó unas 20 en el año analizado.

Algunos géneros de Hymenoptera (*Chelonus* spp., *Enicospilus* spp., *Brachymeria* spp., *Conura* spp., *Euodynerus* spp., *Pachodynerus* spp., *Anoplius* spp., *Liris* spp., *Trypoxylon* spp., *Lasioglossum* spp., *Nomada* spp.), pese a estar representados por dos o más especies cada uno, se analizaron como un solo elemento (en cuanto a la totalidad de individuos) en las consideraciones que sobre la dominancia se hicieron en cada especie de planta.

Las especies botánicas fueron identificadas por Florentino Bermúdez (Jardín, BIOECO). Las especies de Diptera, Coleoptera y Lepidoptera fueron determinadas por Gabriel Garcés (Jardín, BIOECO), y las de Hymenoptera por José L. Fernández (Laboratorio de Control Biológico, Universidad de Granma) y Eduardo Portuondo (Jardín, BIOECO). Los especímenes de referencia se encuentran depositados en las colecciones entomológicas del Laboratorio de Control Biológico de la Universidad de Granma y el Departamento de Zoología de BIOECO (Santiago de Cuba).

RESULTADOS

Se recolectaron 1 415 insectos antofílicos, pertenecientes a cuatro órdenes, 37 familias y más de 140 especies. Hymenoptera, con 53.4 %, constituyó el orden mayoritario, seguido por Diptera (22.3 %), Coleoptera (14.1%) y Lepidoptera (10.3 %).

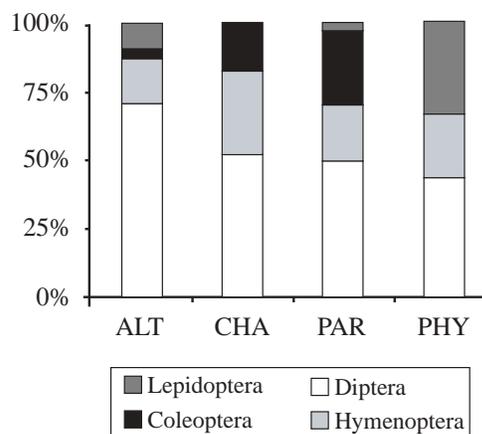


Fig. 1. Proporción de órdenes de insectos en cuatro especies de malezas (1993-1994). Jardín Botánico de Santiago de Cuba.

ALT- *Alternanthera*, CHA- *Chamaesyce*, PAR- *Parthenium*, PHY- *Phyla*.

Fig. 1 Proportion of insect orders collected in *Phyla* four weed species (1993-1994). Botanical Garden of Santiago de Cuba.

ALT- *Alternanthera*, CHA- *Chamaesyce*, PAR - *Parthenium*, PHY - *Phyla*.

Cada especie de planta estudiada tuvo un patrón diferente (Fig. 1); aunque en todos los casos Hymenoptera constituyó el principal orden, alcanzando en *Alternanthera* sp. el mayor valor (70.5 %), seguida de *C. berteriana* (51.7 %), *P. hysterothorus* (49.5 %) y *P. nodiflora* (43.1 %). Diptera fue el segundo orden en importancia para *Alternanthera* sp. (17.1 %) y *C. berteriana* (30.6 %), Coleoptera lo fue para *P. hysterothorus* (26.9 %) y Lepidoptera para *P. nodiflora* (33.5 %).

Del orden Diptera se recolectaron al menos 32 especies de 13 familias (Cuadro 1); aunque el número real es mucho mayor, ya que los ejemplares de las familias Tachinidae, Muscidae, Calliphoridae y Agromyzidae no se determinaron a un nivel taxonómico inferior. Las familias mayoritarias fueron Syrphidae, Tachinidae y Bombylidae, las que en conjunto representaron 89.4 % del total de especímenes de Diptera recolectados. Estos datos concuerdan con los de Masís y Lezama (1991), Kearns

CUADRO 1

Representantes de los órdenes Diptera, Coleoptera y Lepidoptera recolectados en el Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993-1994). Los números indican el total de especímenes recolectados por cada taxón

TABLE 1

Members of Diptera, Coleoptera and Lepidoptera orders collected in the Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993-1994). Numbers show total of specimens collected in each taxa

Orden Diptera	Orden Coleoptera
Familia Dolichopodidae: 1	Familia Coccinellidae: 137
Familia Bombyliidae: 29	<i>Cycloneda sanguinea</i> Csy.: 70
<i>Villa</i> sp.: 27	<i>Coleomegylla</i> sp.1: 63
<i>Geron</i> sp.: 2	<i>Coleomegylla</i> sp.2: 2
Familia Syrphidae: 130	Sin determinar: 2
<i>Pseudodoros clavatus</i> (Fab): 20	Familia Curculionidae: 17
<i>Pseudodoros</i> sp.: 1	Familia Chrysomelidae: 37
<i>Ocyptamus dimidiatus</i> (Fab): 7	<i>Cerotoma ruficornis</i> : 5
<i>Allograpta</i> sp. 1: 6	<i>Diabrotica balteata</i>
<i>Allograpta</i> sp. 2: 1	(LeConte): 6
<i>Toxomerus floralis</i> (Fab): 42	<i>Diabrotica</i> sp.: 3
<i>T. watsony</i> (Curran): 15	<i>Criptocephalus</i> sp.: 8
<i>T. pictus</i> (Macquart): 4	Familia Bruchidae: 4
<i>T. maculatus</i> (Bigot): 2	
<i>T. politus</i> (Say): 1	
<i>Toxomerus</i> sp. 1: 10	Orden Lepidoptera
<i>Toxomerus</i> sp. 2: 1	
<i>Ornidia obesa</i> (Fab): 2	Familia Satyridae: 9
<i>Copestylum</i> sp.: 1	<i>Calisto</i> sp.: 9
<i>Palpada vinetorum</i> (Fab): 13	Familia Nymphalidae: 72
<i>Palpada</i> sp.: 1	<i>Anartia jatrophae guantanamo</i>
Familia Otitidae: 2	Munroe: 46
Familia Tephritidae: 1	<i>Phyciodes frisia frisia</i> (Poey): 26
Familia Sepsidae: 1	Familia Heliconiidae: 1
Familia Lauxanidae: 1	<i>Dryas iulia cillene</i> (Cramer): 1
Familia Milichidae: 1	Familia Lycaenidae: 8
Familia Agromyzidae: 7	<i>Leptotes cassius theonus</i>
Familia Muscidae: 9	(Lucas): 6
<i>Musca domestica</i> L.: 2	<i>Hemiargus hanno filenus</i>
Sin determinar: 7	(Poey): 2
Familia Calliphoridae: 1	Familia Pieridae: 39
Familia Carcophagidae: 1	<i>Ascia monuste evonima</i>
Familia Tachinidae: 123	(Boisduval): 19
	<i>Eurema</i> sp.: 20
	<i>Eurema</i> sp.: 20
	Familia Hesperidae: 9
	<i>Urbanus</i> sp.: 1
	<i>Pyrgus oileus oileus</i> (L): 8
	Microlepidoptera: Ejemplares sin determinar: 9.

(1992) y Struck (1994); los que señalan a sírfidos, muscoideos (sección Calyptratae, básicamente Tachinidae, Muscidae, Calliphoridae, Anthomyiidae y Sarcophagidae) y bombílidos como los grupos de Diptera predominantes.

El género *Toxomerus*, con al menos ocho especies y 24.5 % del total de Diptera, fue el grupo más sobresaliente, en especial *T. floralis* que constituyó un tercio de todo Syrphidae. El género *Villa* constituyó el 93.1 % de la familia Bombyliidae y 8.7 % de Diptera. Los sírfidos *Pseudodoros clavatus* y *Palpada vinetorum* fueron otras especies importantes. Se ha señalado que los sírfidos forrajeaban las flores de las plantas no cultivadas, y que el número de sus huevos se correlaciona positivamente con la densidad de malezas y de áfidos (Cowgill *et al.* 1993).

Del orden Coleoptera se recolectaron al menos 11 especies de cuatro familias (Cuadro 1), aunque sin determinar los especímenes de Curculionidae a un nivel inferior, lo que elevaría el total de especies del orden. La principal familia fue Coccinellidae y dentro de ésta *Cycloneda sanguinea* y *Coleomegylla* sp. 1 fueron las principales especies (constituyeron poco más de dos tercios del total de Coleoptera y 97.1 % de Coccinellidae). Este hecho determinó que fuera la segunda mayor familia de todas las recolectadas durante este estudio.

Lepidoptera estuvo representada por al menos 11 especies de seis familias (Cuadro 1). Las familias principales fueron Nymphalidae (con las especies *Anartia jatrophae* y *Phyciodes frisia*) y Pieridae (*Ascia monuste* y *Eurema* sp.), las cuales constituyeron 81.6 % del total del orden.

En cuanto al orden Hymenoptera, cada especie de planta sostuvo una fauna diferente. *Parthenium* (14.493), *Alternanthera* (14.491) y *Chamaesyce* (11.46) presentaron los índices de riqueza más elevados, mientras que *Phyla* (5.28) registró un valor menor.

En general los valores de similitud no son muy elevados (Cuadro 2) lo cual sugiere que cada especie de planta sustenta una himenoptero-fauna propia y característica (41.7 % de las especies de Hymenoptera en *P. hysterothorus* se recolectaron sólo allí, 38.4 % en el caso de *C. berteriana*, 33.3 % en *Phyla* y 31.4 % en

CUADRO 2

Indices de similitud de la himenopterofauna de los complejos antofílicos en cuatro especies de malezas del Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993-1994)

Similarity indexes of Hymenoptera collected in flowers of four weeds species, Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993-1994)

	<i>Parthenium</i>	<i>Phyla</i>	<i>Chamaesyce</i>	<i>Alternanthera</i>
(1)- Índice de Chezanovski.				
<i>Phyla</i>	—	26.3	25.5	16.7
<i>Chamaesyce</i>	26.3	—	42.6	41.9
<i>Alternanthera</i>	25.5	42.6	—	39.4
<i>Parthenium</i>	16.7	41.9	39.4	—
(2)- Índice de Roger-Tanamoto.				
<i>Phyla</i>	—	6.2	6.0	4.0
<i>Chamaesyce</i>	6.2	—	9.6	9.5
<i>Alternanthera</i>	6.0	9.6	—	9.0
<i>Parthenium</i>	4.0	9.5	9.0	—
(3)- Índice de Cruz.				
<i>Phyla</i>	—	19.2	17.1	11.1
<i>Chamaesyce</i>	41.7	—	37.1	36.1
<i>Alternanthera</i>	50.0	50.0	—	38.8
<i>Parthenium</i>	33.3	50.0	40.0	—

Alternanthera sp.). Sólo una especie (*Apis mellifera*) se encontró en todas las especies botánicas estudiadas.

La mayor similitud la presentó *C. berteriana*, con *Alternanthera* sp. y *P. hysterophorus* (Cuadro 2). La menor similitud la presentó *P. nodiflora* con *P. hysterophorus* y *Alternanthera* sp.

En cuanto a la abundancia, los elementos dominantes y subdominantes también fueron característicos para cada especie:

1) *Phyla nodiflora* (muestreada seis veces, de marzo a junio de 1993): La especie dominante fue *A. mellifera*, que se recolectó en todos los muestreos (Fig. 2); su número fue mayor que el conjunto de los restantes himenópteros. *Lasioglossum* spp. y *Exomalopsis* sp. fueron subdominantes. En conjunto estos tres elementos exhibieron un alto grado de dominancia sobre la himenopterofauna restante.

2) *Chamaesyce berteriana* (muestreada cuatro veces, de enero a marzo de 1994): Se consideraron tres elementos dominantes

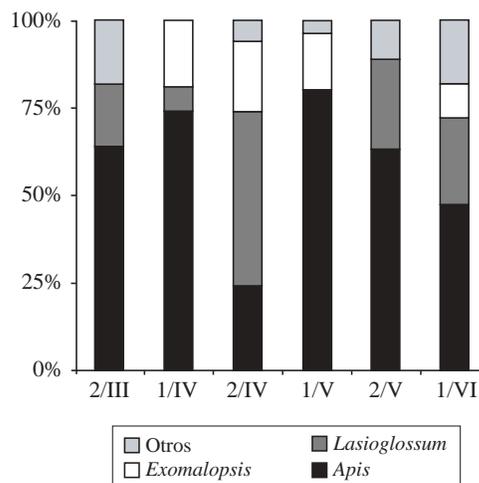


Fig. 2. Abundancia de Hymenoptera en *Phyla nodiflora* (%). Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993). Números romanos: meses, arábigos: quincenas.

Fig. 2. Hymenoptera abundance in *Phyla nodiflora* (%). Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993). Roman numbers: months, arabic: half of each month.

(codominantes) por su número: *Priocnemioi- des flammipennis*, *Zanysson armatus* y *Liris* spp. (Fig. 3), quienes además estuvieron presentes en todas las recolectas. *Lasioglossum* spp., *Exomalopsis* sp., y *Polistes poeyi* se presentaron en menor número y fueron subdominantes. Estos seis elementos fueron los más significativos, pero la dominancia de unos sobre otros varió con el tiempo. La himenoptero- fauna restante se presentó en proporciones considerables (en enero superan en conjunto incluso a las seis especies más abundantes), por lo que en general el grado de dominancia es bajo y variable temporalmente.

3) *Alternanthera* sp. (muestreada seis veces en 1993, de abril a junio; y tres veces en 1994, de febrero a marzo): En los dos años analizados *A. mellifera* fue la especie dominante (Fig. 4). Entre los elementos subdominantes *Pachodynerus* spp. fue el principal y más constante, y en menor cuantía *Euodynerus* spp., *Exomalopsis* sp., *Megachile* sp., *Nomada* sp. y *P. poeyi*. Los restantes Hymenoptera representaron una cantidad considerable, que en algunos muestreos superaron en número al conjunto de los siete elementos mayoritarios. Estos datos sugieren que la dominancia no es muy elevada, aunque sí constante en el tiempo.

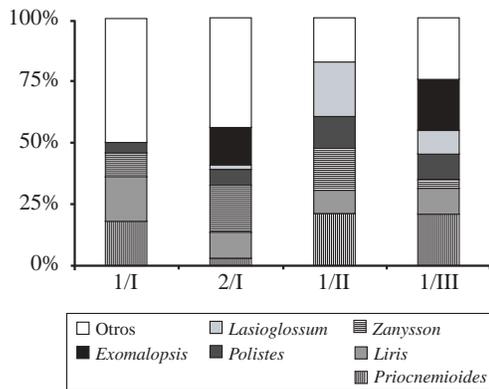


Fig. 3. Abundancia de Hymenoptera en *Chamaesyce berteriana* (%) Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1994). Números romanos: meses, arábigos: quincenas.

Fig. 3. Hymenoptera abundance in *Chamaesyce berteriana* (%). Botanical Garden of Santiago de Cuba (1994). Roman numbers: months, arabic: half of each month.

4) *Parthenium hysterophorus* (muestreada siete veces en 1993, de marzo a junio; y cinco veces en 1994, de enero a marzo): En los dos años *A. mellifera* fue claramente la especie dominante, recolectada en todos los muestreos (Fig. 5). El principal subdominante fue *Compsocryptus fasciipennis* y en menor cuantía *Lasioglossum* spp. y *Chelonus* spp. En los dos años analizados los elementos mayoritarios tuvieron un elevado grado de dominancia sobre el resto de Hymenoptera y su composición no varió con el tiempo.

En general hubo un predominio de las abejas como elementos dominantes, y especialmente de *A. mellifera*, que fue la especie más abundante en tres de las cuatro especies de plantas analizadas. Estos datos coinciden con los de Masís y Lezama (1991), Kearns (1992), Kearns e Inouye (1994) y Struck (1994). La única excepción fue *C. berteriana*, que no tuvo ningún taxón de Apoidea como dominante, sino especies de Vespoidea y Sphecoidea, además de mostrar una variación temporal en la composición de sus elementos dominantes. Se ha señalado que Vespoidea y Sphecoidea pueden ser importantes polinizadores en flores pequeñas en forma de copa (Struck 1994).

Al aplicar el índice de eficiencia del muestreo para el orden Hymenoptera, es *C. berteriana* quien mejor relación presenta con una proporción de una especie cada 5.85 especímenes recolectados. La peor relación la muestra *P. nodiflora*, con 10.08 especímenes por especie, mientras que *Alternanthera* (6.34) y *Parthenium* (7.22) registraron valores intermedios.

Estos resultados se relacionan con la composición de la himenoptero- fauna del Jardín. En esta localidad Vespoidea y Sphecoidea están representadas por un mayor número de géneros y especies que Apoidea (Fernández 1994, Portuondo *et al.* 1994), lo que ofrece mayor probabilidad de que plantas atractivas para estas superfamilias tengan una biodiversidad de himenópteros más elevada que las demás. Este factor podría explicar también la ausencia de dominancia de las abejas en las flores de *C. berteriana*.

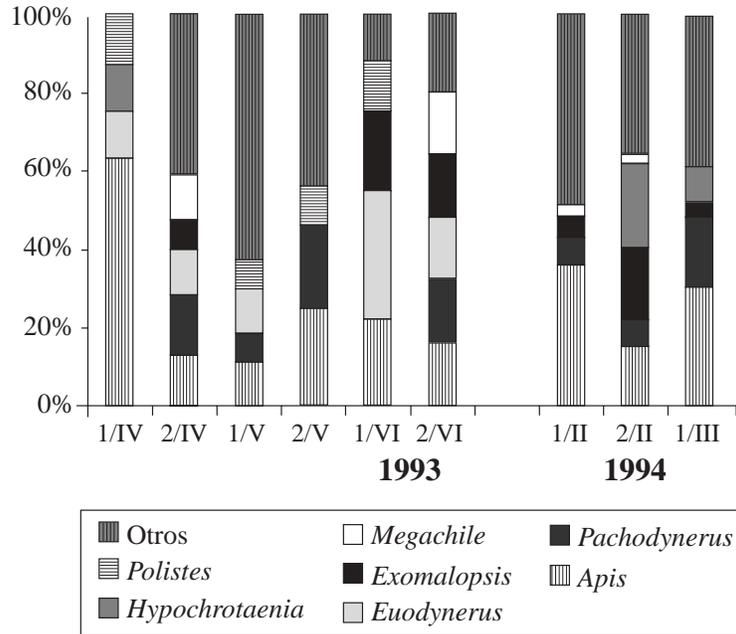


Fig. 4. Abundancia de Hymenoptera en *Alternanthera* sp. (%). Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993-1994). Números romanos: meses, arábigos: quincenas.

Fig. 4. Hymenoptera abundance in *Alternanthera* sp. (%). Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993-1994). Roman numbers: months, arabic: half of each month.

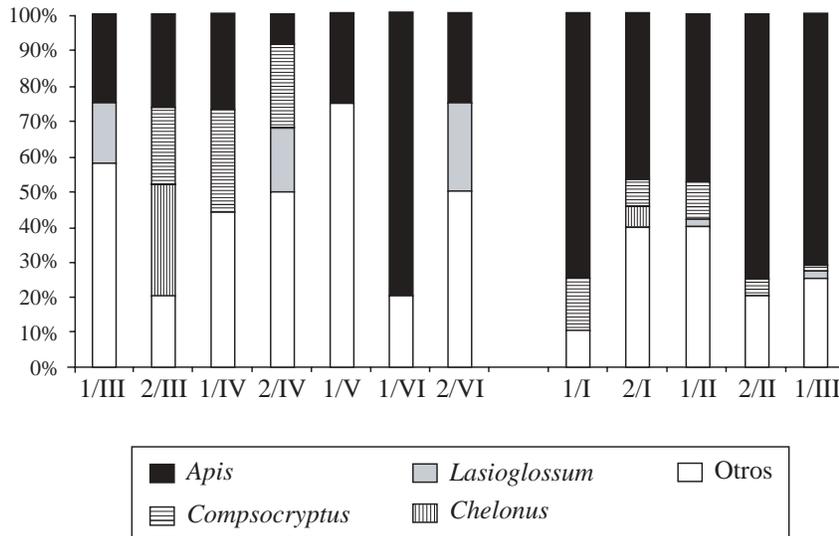


Fig. 5. Abundancia de Hymenoptera en *Parthenium hysterophorus* (%). Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993-1994). Números romanos: meses, arábigos: quincenas.

Fig. 5. Hymenoptera abundance in *Parthenium hysterophorus* (%). Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993-1994). Roman numbers show the months of the year, and arabic ones show either the first and second half of each month.

En el Cuadro 3 se presenta el número (promedio) de insectos capturados en las flores de cada especie botánica por año y por hora de recolecta. Estos valores difieren estadísticamente entre las distintas especies de plantas estudiadas ($p < 0.0001$). Al analizar cada especie botánica por separado, *Parthenium* presentó diferencias entre los dos años muestreados ($p < 0.001$) y entre los horarios de recolecta empleados ($p < 0.05$), aunque no entre los muestreos realizados en un mismo año ($p = 0.288$). *Alternanthera* sp. y *Chamaesyce* tuvieron un comportamiento opuesto: presentaron diferencias significativas entre los muestreos realizados en un mismo año ($p < 0.004$ y $p < 0.01$, respectivamente) aunque no entre los horarios de recolecta ($p = 0.136$ y $p = 0.109$).

Las diferencias entre cada especie de planta están dadas no sólo porque cada una de ellas tiene características particulares en cuanto a fenología, presencia o no de nectarios florales y extraflorales, forma de la flor, etc. (Espina y Ordtx 1983, Struck 1994, Wcislo y Cane 1996), sino también por la habilidad del recolector (cada especie fue monitoreada por un recolector diferente).

Las diferencias en la entomofauna antofílica de una misma especie botánica de un año a

otro se han revisado en trabajos anteriores (Herrera 1988, Obeso 1991, Kearns e Inouye 1994), y sus causas están bien establecidas como consecuencia de los ciclos poblacionales de los insectos, la variación en el tamaño de sus poblaciones, los factores climáticos y otros.

En el Cuadro 4 se muestra un listado de las especies de Hymenoptera recolectados en nueve especies de malezas del Jardín. La mayoría de las asociaciones himenóptero/planta no son exclusivas (64.8 % de los insectos estuvo asociado a más de una especie botánica), evidenciando un solapamiento entre ellos. Estos datos coinciden con los de Struck (1994) y Wcislo y Cane (1996).

DISCUSIÓN

Struck (1994) observó un patrón similar en la proporción de órdenes y el número de familias de insectos presentes en las flores de la región árida del NW del Cabo, Sudáfrica, al igual que Masís y Lezama (1991) para la frecuencia de insectos polinizadores de la *Macadamia integrifolia* en Costa Rica. Hymenoptera, fundamentalmente Apoidea, es el grupo de polinizadores más abundante y de mayor

CUADRO 3

*Total de insectos recolectados (por años y por horas de recolecta)
en flores de cuatro especies de malezas del Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993-1994)*

*Total of insects collected (by each year and by collecting hour)
in flowers of four weed species, of the Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993-1994)*

	<i>Phyla</i>	<i>Chamaesyce</i>	<i>Alternanthera</i>	<i>Parthenium</i>
1993				
(0900 hr)	46.8	-----	18.0	19.9
1994				
(0900 hr)	-----	24.8	21.0	32.6
1994				
(1200 hr)	-----	27.8	22.7	25.0
1994				
(1500 hr)	-----	21.0	25.3	19.6
1994				
(TOTAL)	-----	73.5	69.0	77.2

CUADRO 4

*Himenópteros recolectados en el Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993-1994)**Hymenoptera collected in the Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993-1994)*

Especie botánica: Número de muestreo:	Par 12	Alt 9	Phy 6	Cha 4	Ast 3	Mep 1	Com 1	Meo 1	Arg 1
BRACONIDAE:									
<i>Zacremnops cressoni</i> (Cameron)	X								
<i>Apanteles</i> sp.	X								
<i>Chelonus</i> spp.(3)	X			X					
<i>Rogas</i> sp.		X					X		
ICHNEUMONIDAE:									
<i>Pimpla</i> sp. 1			X						
<i>Pimpla</i> sp. 2		X							
<i>Theronia</i> sp.		X							
<i>Compsocryptus fasciipennis</i> (Brullé)	X								
<i>Polycyrtus semialbus</i> (Cresson)	X	X							
<i>Casinaria</i> sp.		X							
<i>Eiphosoma</i> sp.	X	X		X		X			
<i>Enicospilus</i> spp.	X					X			
<i>Thyreodon</i> sp.		X		X					
<i>Ophionellus</i> sp.				X					
Ichneumoninae (*)	X	X			X				
Ephialtinae (*)	X								
Ophioninae (*)	X	X							
CHALCIDIDAE:									
<i>Phasgonophora</i> sp.			X						
<i>Brachymeria</i> sp 1.	X		X	X					
<i>Brachymeria</i> sp 2.				X					
<i>Conura</i> spp.(7)	X	X		X	X	X			
CHRYSIDIDAE:									
<i>Chrysis superba</i> Cresson	X					X			
MUTILLIDAE:									
Sphaerophthalminae (*)				X					
<i>Timulla senex</i> (Guérin-Ménéville)				X	X				
SCOLIIDAE:									
<i>Campsomeris atrata</i> (Fabricius)								X	
<i>C. trifasciata</i> (Fabricius)	X								
VESPIDAE:									
<i>Polistes major</i> Palissot de Beauvois	X			X					
<i>P. cubensis</i> Lepeletier	X								
<i>P. poeyi</i> Lepeletier	X		X						X
<i>P. incertus</i> Cresson	X				X				X
<i>Mischocyttarus cubensis</i> (Saussure)	X								
<i>Zeta confusus</i> (Bequaert & Salt)	X	X							
<i>Eumenes cubensis</i> Cresson									
<i>Euodynerus apicalis</i> (Cresson)		X							
<i>Euodynerus</i> sp.	X	X							

Continuación Cuadro 4

Especie botánica: Número de muestreo:	Par 12	Alt 9	Phy 6	Cha 4	Ast 3	Mep 1	Com 1	Meo 1	Arg 1
<i>P. nasidens</i> (Latreille)	X	X							
<i>Pachodynerus cubensis</i> (Saussure)	X	X			X				
<i>Parancistrocerus dejectus</i> (Cresson)				X	X				
<i>P. bacu</i> (Saussure)						X		X	
POMPIDIDAE:									
<i>Pepsis rubra</i> (Drury)	X								
<i>P. saphirus</i> Palissot de Beauvois		X							
<i>Priocnemioides flammipennis</i> (Smith)	X	X		X	X				
<i>Priocnemis macer</i> (Cresson)		X	X						
<i>Auplopus bellus</i> (Cresson)				X					
<i>Psorthaspis</i> sp.			X						
<i>Poecilopompilus mundus</i> (Cresson)				X					
<i>Tachypompilus</i> sp.			X						
<i>Anoplius americanus ambiguus</i> (Dalhobom)				X					
<i>Anoplius</i> sp.		X							
Minagiini (*)		X							
SPHECIDAE:									
<i>Astata unicolor</i> Say			X	X	X				
<i>Tachytes tricinctus</i> (Fabricius)		X							
<i>Liris</i> spp. (4)	X	X		X	X				
<i>Trypoxylon</i> spp. (2)	X							X	
<i>Hoplisoides ater</i> (Gmelin)	X								
<i>Pluto</i> sp.		X							
<i>Isodontia bruneri</i> (Fernald)	X								
<i>Zanysson armatus</i> (Cresson)									
<i>Cerceris triangulata</i> Cresson	X	X			X				
<i>C. cubensis</i> Cresson				X					
<i>Ectemnius craesus</i> (Lepeletier & Brullé)	X	X		X					
HALICTIDAE									
<i>Lasioglossum parvum</i> (Cresson)	X								
<i>Lasioglossum</i> sp.	X	X	X						
<i>Augochlora</i> sp.				X					
<i>Nomia robinsoni</i> Cresson							X	X	
MEGACHILIDAE:									
<i>Megachile</i> sp.	X	X	X		X				
<i>Chalidocoma</i> sp.				X					
<i>Coelioxys</i> sp.		X	X						
APIDAE:									
<i>Exomalopsis</i> sp.		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nomada</i> spp. (2)	X	X		X	X		X		
<i>Florilegus</i> sp.		X							
<i>Ceratina</i> sp.									X
<i>Xylocopa cubaecola</i> Lucas								X	
<i>Apis mellifera</i> L.	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Las siglas denotan las siguientes especies de plantas:

Acronyms show the following plant species:

Par: *Parthenium hysterophorus*; Alt: *Alternanthera* sp.; Phy: *Phyla nodiflora*; Cha: *Chamaesyce berteriana*; Ast: especie indeterminada de la familia Asteraceae (undetermined species of Asteraceae); Mep: *Melochia pyramidata*; Com: *Commelina* sp.; Meo: *Melochia* sp.; Arg: *Argemone mexicana*.

importancia en hábitats de bajas altitudes (Kearns 1992, Kearns e Inouye 1994).

En cuanto a los dípteros, este orden visita y poliniza flores de numerosas especies de plantas (Faegri y van der Pijl 1979, Parker *et al.* 1987, Kearns e Inouye 1994). Los lepidópteros son visitantes raros, aunque especies aisladas pueden encontrarse en pequeño número (Struck 1994).

Para el orden Coleoptera se ha señalado que el polen puede constituir una fuente de alimentación en Coccinellidae cuando no encuentran áfidos. Struck (1994) considera que los coccinélidos visitan las flores para cazar sus presas, Chrysomelidae se alimenta de nectar sin polinizar y Curculionidae es un polinizador facultativo, alimentándose de polen o néctar.

La diferencia de acuerdo al horario de muestreo, reviste gran importancia práctica, ya que permite optimizar el tiempo de recolecta. Cada especie de planta tuvo un comportamiento diferente (Fig. 6). *Parthenium* fue más visitada en el horario 0900-0930 hr, *Chamaesyce* durante las 1200-1230 hr, y *Alternanthera* entre 1500 y 1530 hr (*Phyla* sólo se muestreó en un horario durante 1993 por lo que no se analizó).

Estas variaciones se explican por la competencia interespecífica (Masís y Lezama 1991), diferencias en la fenología de las plantas estudiadas y comportamiento de las variables climáticas (Espina y Ordetx 1983, Masís y Lezama 1991, Struck 1994, Wcislo y Cane 1996).

Si en lugar del número de individuos se analiza el número de especies (en Hymenoptera exclusivamente), se obtendrá el horario (o combinación de horarios) más efectivo para recolectar la mayor biodiversidad. Para todas las especies botánicas el mejor horario es 0900-0930 hr, y el segundo 1200-1230 hr, lo que concuerda con las consideraciones de Masís y Lezama (1991), y puede deberse a una gran disponibilidad de alimentos al inicio de la antesis en las flores de las especies estudiadas. Con la combinación de ambos horarios se recolectan en *Parthenium* 31 de las 36 especies de Hymenoptera encontradas en dicha planta (86.1 %), en *Alternanthera* 32 de las 35 (91.4 %), y en *Chamaesyce* 24 de las 26 (92.3 %).

En la Fig. 7 se muestra el comportamiento de seis especies de Hymenoptera, seleccionadas por su abundancia y por representar cinco familias diferentes. Los elementos más afines filogenéticamente presentaron un patrón similar. Las abejas *Apis*, *Exomalopsis* (Apidae) y *Lasioglossum* (Halictidae) registraron mayor

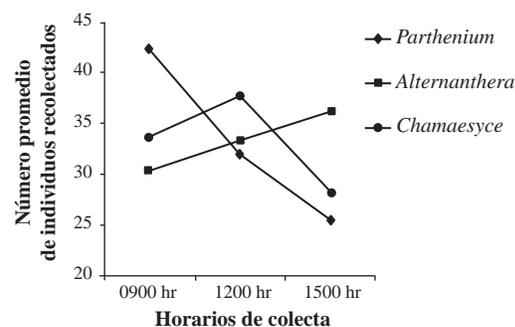


Fig. 6. Variación del número de ejemplares de insectos recolectados en complejos antofílicos relacionados con las horas del día. Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993-1994).

Fig. 6. Variation in the number of insects collected in anthophilic complexes related to hours of the day. Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993-1994).

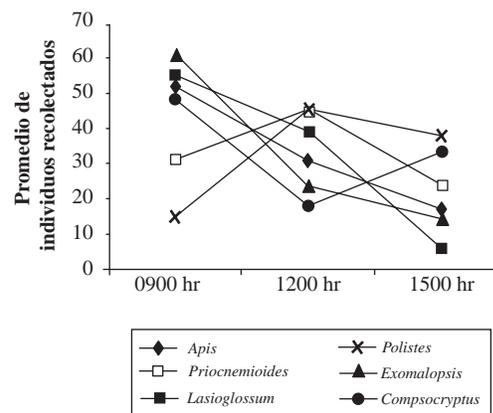


Fig. 7. Variación del número de ejemplares de insectos recolectados en flores en relación con las horas del día, en seis especies de Hymenoptera seleccionadas. Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1994).

Fig. 7. Variation in the number of insects collected in flowers related to hours of the day, in six selected Hymenoptera species. Botanical Garden of Santiago de Cuba (1994).

actividad por la mañana, las avispas *Polistes* (Vespidae) y *Priocnemioides* (Pompilidae) al mediodía y *Compsocryptus* (Ichneumonidae) por la tarde.

Al analizar el total de especies de Hymenoptera asociados a las flores se desprenden varias conclusiones interesantes. En primer lugar: el elevado número de especies benéficas al hombre (30.7 % son controles biológicos de plagas agrícolas y el 100 % son polinizadores potenciales de cultivos de interés). Téngase en cuenta además que los porcentajes de biorreguladores que se relacionan con estas plantas (Chalcidoidea fundamentalmente) son mucho mayores, pero no se analizan aquí por no estar comprendidos en la metodología de recolecta empleada en este trabajo, dado su pequeño tamaño. Esto sin dudas elevaría el número de especies útiles al hombre que se asocian a las flores de estas malezas.

En segundo lugar: son altos los valores de biodiversidad que pueden encontrarse en las flores de las malezas. En una sola especie (*Parthenium*) se recolectó el 19 % de la himenoptero fauna de la localidad (a pesar de que se excluyeron las especies de tamaño pequeño). Y estos valores aún no pueden considerarse como definitivos: al analizar el número de especies con relación al número de especímenes recolectados, la función de mejor ajuste fue una polinomial de segundo grado (Fig. 8), obteniéndose un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9734$ ($p < 0.01$). Si se analizan el total de especies rerecolectadas con relación al número de muestreos realizados (una medida de valoración del esfuerzo de muestreo), la función de mejor ajuste es también una polinomial de segundo grado, obteniéndose un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9573$ ($p < 0.01$). Un mayor número de recolectas (en especial para las especies de plantas menos muestreadas) probablemente resultaría en la adición de más especies de Hymenoptera para cada planta, resultado similar al señalado por Kearns (1992) para Diptera en zonas montañosas, alpinas y árticas.

En tercer lugar: es notable la ausencia de las hormigas en la lista, a pesar de constituir un elemento dominante en casi todos los ecosiste-

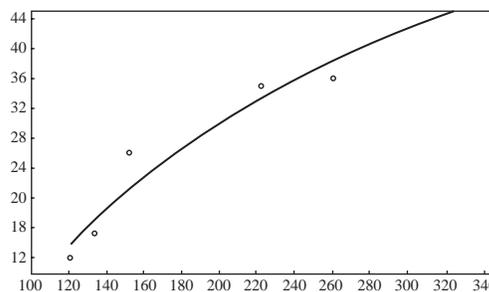


Fig. 8. Relación entre el número de especímenes recolectados (eje Y) y el número de especies presentes (eje X) en cinco especies de malezas. Jardín Botánico de Santiago de Cuba (1993-1994). Valores del análisis de regresión polinomial: $R^2 = 0.9734$; $p < 0.01$; $F = 36.61$.

Fig. 8. Relationship between number of collected specimens (Y axis) and number of species (X axis) in five weed species. Botanical Garden of Santiago de Cuba (1993-1994). Regression analysis values: $R^2 = 0.9734$; $p < 0.01$; $F = 36.61$.

mas (Hölldobler y Wilson 1990). Aunque las hormigas visitan los nectarios florales de gran cantidad de especies botánicas (Haber *et al.*, 1981), no juegan un papel relevante en la ecología de la polinización (Faegri y van der Pijl 1979, Struck 1994). Se considera que la actividad supresora de polen de las hormigas puede ser la limitante principal en la evolución de esta relación, aunque no están del todo esclarecidas las razones de su rol menor en la polinización (Hölldobler y Wilson 1990).

En cuarto lugar: se demuestra la utilidad de este método de recolecta al estudiar la himenoptero fauna de una localidad o ecosistema. Acorde con los datos de Fernández (1994) y Portuondo *et al.* (1994), en el Jardín están presentes unos 145 géneros y casi 200 especies de Hymenoptera, lo que de hecho constituye a la localidad como la de mayor biodiversidad de himenópteros reportada en todo el país. La captura con red en las flores abarcó 45 % de las especies y 38 % de los géneros presentes en la localidad, constituyó el método de recolecta que más especies registró de todos los que se emplearon y fue el más efectivo para Vespoidea (100 % de las especies presentes recolectadas), Apoidea (100 %), Scolioida (80 %), Sp-

hecoidea (71.4 %) e Ichneumonoidea (43.5 %) (Fernández 1994). El tamaño del insecto determina fundamentalmente que sean estos grupos los mejor representados.

El estudio de los insectos asociados a las flores (complejos antofílicos) en malezas es un tema insuficientemente estudiado en la actualidad, pero ofrece grandes posibilidades al manejo integrado de plagas y se inserta en las tendencias modernas de conservación de la biodiversidad de los ecosistemas y de una agricultura más diversificada y sostenible.

Las interacciones artrópodos-malezas-cultivo son evolutivamente dinámicas y, aunque la mayoría de la literatura sobre estas relaciones considera las malezas como elementos perjudiciales, la evidencia es débil e indirecta. Las malezas pueden tener muchos y variables efectos sobre el cultivo y sobre la comunidad de artrópodos: reducen las poblaciones de la mayoría de los herbívoros especializados (Andow 1983, 1986, Risch *et al.* 1983), aumentan las poblaciones de muchos herbívoros polívoros, favorecen los enemigos naturales (Zandstra y Motooka 1978, Altieri y Letourneau 1982), pueden reducir los costos de control de las plagas y tienen un efecto variable sobre el rendimiento del cultivo. De hecho las malezas deben considerarse un componente importante de un sistema de manejo integrado de plagas, aunque nuestra comprensión actual de los factores que afectan sus relaciones es aún rudimentaria y empírica (Altieri y Liebman 1988).

RESUMEN

Se estudiaron los insectos visitantes en flores de nueve especies de malezas del Jardín Botánico de Santiago de Cuba, Cuba Oriental, durante 1993 (marzo a junio, en primavera) y 1994 (enero a marzo, final del invierno y comienzo de la primavera). Se contabilizaron unas 50 horas de recolecta en tres horarios diferentes (0900-0930 hr en 1993; 0900-0930 hr, 1200-1230 hr y 1500-1530 hr en 1994). Se identificaron más de 140 especies y por lo menos 37 familias; Hymenoptera fue el orden mejor representado (con más de la mitad de los individuos rerecolectados), seguido de Diptera, Coleoptera y Lepidoptera. Dentro de Hymenoptera las abejas (Apoidea) fueron mayoritarias, especialmente *Apis mellifera* L.; seguidas de

avispa (Vespidae, Pompilidae, Sphecidae) e icneumónidos (Ichneumonidae); los microhimenópteros no se recolectaron. Se comparó la himenopterofauna en cuanto a diversidad, similitud, especies dominantes y subdominantes, preferencia de horarios, eficiencia de los muestreos, etc. Cada especie de planta sustentó una fauna característica. Casi un tercio de los himenópteros visitantes fueron controles biológicos de plagas agrícolas, y la mayoría pueden considerarse polinizadores. Especies afines filogenéticamente presentaron patrones de actividad diaria semejante. El horario 0900–0930 hr fue el de mayor biodiversidad en cuanto a número de especies visitantes. Al analizar el número de especies con relación al número de especímenes rerecolectados, así como el total de especies y número de muestreos realizados, las funciones de mejor ajuste fueron polinomiales de segundo grado ($r^2 = 0.9734$ y $r^2 = 0.9573$ respectivamente, $p < 0.01$ en los dos casos). Se discute el papel de las malezas en la biodiversidad de los agroecosistemas y la utilidad de este método de muestreo para estudiar Hymenoptera.

REFERENCIAS

- Altieri, M.A. & M. Liebman. 1988. Weed management in agroecosystems: Ecological Approaches. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Altieri, M.A. & D.K. Letourneau. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Proc.* 1: 405.
- Andow, D.A. 1986. Plant diversification and insect population control in agroecosystem, chapter 5. *In* D. Pimentel (ed.). Some aspects of integrated pest management. Dept. of Entomology, Cornell University, Nueva York.
- Banaszak, J. & T. Manole. 1987. Diversity and density of pollinating insects (Apoidea) in the agricultural landscape of Rumania. *Polkie Pismo Entomologiczne* 57: 747-766.
- Clifford, H.T. & W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic, Nueva York. 230 p.
- Cowgill, S.E., S.D. Wratten & N.W. Sotherton. 1993. The effect of weeds on the numbers of hoverfly (Diptera: Syrphidae) adults and the distribution and composition of their eggs in winter wheat. *Ann. Appl. Biol.* 123: 499-515.
- DeBach, P. & D. Rosen. 1991. Biological control by natural enemies. Cambridge Univ., Cambridge.
- Espina, D. & G. Ordetx. 1983. Flora apícola tropical. *Tecnológica de Costa Rica, Costa Rica.* 25 p.
- Fancelli, A.L. & J.L. Favarin. 1987. El sistema de plantío directo, p. 11-17. *In* Plantío direto. ESALQ/USP, Piracicaba, Brasil.

- Fernández T. & J.L. 1994. Estudio de la composición faunística y algunos aspectos ecológicos del orden Hymenoptera en el Jardín Botánico de Santiago de Cuba. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. 67 p.
- Gliessman, S.R. 1997. Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor, Chelsea.
- Herrera, C.M. 1988. Variations in mutualisms: The spatio-temporal mosaic of a pollinator assemblage. Biol. J. Linnean Soc. 35: 95-125.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. The Ants. Harvard University, Cambridge, Massachusetts. 733 p.
- Hokkanen, H.M. 1994. Pest management, biological control, p. 155-167. In C.J. Arntzen & E.M. Ritter (eds.). Encyclopedia of agricultural sciences, Vol. 3.
- Huey, R.B. 1978. Latitudinal pattern of between-altitude faunal similarity: Mountains might be "higher" in the tropics. Amer. Natur. 112: 225-254.
- Faegri, K. & L. van der Pijl. 1979. The principles of pollination ecology. Pergamon, Oxford. 244 p.
- Haber, W. A., G.W. Frankie, H.G. Barber, I. Baker & S. Koptur. 1981. Ants like flower nectar. Biotropica 13: 211-214
- Kearns, C.A. 1992. Anthophilous fly distribution across an elevation gradient. Am. Midl. Natur. 127: 172-182.
- Kearns, C.A. & D.W. Inouye. 1994. Fly pollination of *Linum lewisii* (Linaceae). Amer. J. Bot. 81: 1091-1095.
- Landridge, D.F. & P.T. Jenkins. 1970. The role of honeybees in pollination of apples. Austr. J. Exp. Agricult. Anim. Husbandry 10: 366-368.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gen. Syst. 3: 36-71.
- Masís, C.E. & H.J. Lezama. 1991. Estudio preliminar sobre insectos polinizadores de macadamia en Costa Rica. Turrialba 41: 520-523.
- Mutin, V.A. 1983. Listado de las especies y ecología de las moscas (Diptera, Syrphidae) de plantas con flores del bajo Amur. Revista de estudios sistemáticos y faunístico-ecológicos de insectos del Lejano Oriente, 86-99. (en Ruso).
- Obeso, J.R. 1991. Variaciones interanuales de la densidad y efectividad de los visitantes florales de *Asphodelus albus* Miller (Liliaceae). Stud. Oecol. 8: 233 -239.
- Parker, F.D., S.W.T. Batra & V.J. Tepedino. 1987. New pollinators for our crops. Agric. Zool. Rev. 2: 279- 303.
- Portuondo F.E., J.L. Fernández T. & G. Garcés G. 1994. Composición del orden Hymenoptera presente en el Jardín Botánico de Santiago de Cuba. Biodiv. Cuba Oriental 1: 19-24.
- Risch, S.J., D.A. Andow & M.A. Altieri. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions and new research directions. Environ. Entomol. 12: 624-632.
- Struck, M. 1994. Flowers and their insect visitors in the arid rainfall region of southern Africa: Observations on permanent plots. Insect visitation behaviour. J. Arid Environ. 28: 51-74.
- Wcislo, W.T. & J.H. Cane. 1996. Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. Ann. Rev. Entomol. 41: 257-286.
- Zandstra, B.H. & P.S. Motooka. 1978. Beneficial effects of weeds in pest management. A review. PANS (Pest Artic. News Summ.) 24: 333.