

Los himenópteros asociados a una parcela agroforestal de *Borojoa patinoi*, *Cedrela odorata*, *Apeiba aspera* e *Inga spectabilis* en la granja de la Universidad del Chocó, municipio de Lloró, Chocó

The hymenopterans associated with an agroforestry plot of *Borojoa patinoi*, *Cedrela odorata*, *Apeiba aspera* and *Inga spectabilis* at the farm of the University of Chocó, municipality of Lloró, Chocó

JHON CÉSAR NEITA M.¹, HERNÁN CORTÉS V.², ALEJANDRO MADRIGAL C.³

Revista Colombiana de Entomología 30 (2): 233-239 (2004)

Resumen. La investigación se efectuó en la granja de la Universidad Tecnológica del Chocó, municipio de Lloró, a 90 msnm y 24°C. Se realizaron muestreos durante 12 meses, mediante recorridos periódicos en cada una de las especies vegetales; se capturaron en forma directa los insectos presentes en las estructuras de las plantas. Se comparó la diversidad de himenópteros en el componente agrícola y forestal; además, se realizó la caracterización trófica de himenópteros en la parcela. Se identificaron 40 especies, distribuidas en 8 familias, con 57,5% perteneciente a la familia Formicidae, seguida de Apidae con 17,5%, Ichneumonidae con 10% y Vespidae con 5%; el 10% restante compartido por Argidae, Braconidae, Mymaridae y Pompilidae. *Borojoa patinoi* registró la mayor diversidad y *Apeiba aspera* la menor. El 44,4% de las especies son comunes en los cuatro componentes vegetales. En el grupo de los fitófagos, los lamedores de néctar y los polinófagos fueron los más representativos con 17,5% cada uno. En los entomófagos predominaron los depredadores con 32,5%. La abundancia de los insectos estuvo relacionada con la fenología de las especies vegetales presentes en la parcela; es así como *B. patinoi*, *Cedrela odorata* e *Inga spectabilis* comparten los períodos de rebrote y floración entre abril y mayo cuando la abundancia de himenópteros, así como la de sus enemigos naturales, es la más alta. Las especies más abundantes fueron *Eulaema meriana*, *Lestrimelitta limao* (primeros registros para el Chocó) y *Sericomyrmex* sp. (primer registro del género para el Chocó). Igualmente, se identificó una especie de interés económico, *Atta cephalotes*, debido al daño que causa en frutos de *B. patinoi*.

Palabras clave: Diversidad. Entomófagos. Fitófagos. Componentes vegetales. Frecuencia.

Summary. This research was conducted on the farm of the "Universidad Tecnológica del Chocó", municipality of Lloró, 90 elev. and 24°C. Surveys were conducted over twelve months by periodically sampling each of the plant species selected; insects were directly captured from plant structures. The diversity of hymenopterans between forest and agricultural components was compared; in addition, the trophic groups for hymenopterans from each parcel were established. Forty species were identified, distributed in 8 families, with 57,5% of the species belonging to the family Formicidae; followed by Apidae with 17,5%, Ichneumonidae with 10% and Vespidae with 5%; the remaining 10% belonged to Argidae, Braconidae, Mymaridae and Pompilidae. *Borojoa patinoi* had the highest diversity of Hymenoptera and *Apeiba aspera* the lowest. About 44,4% of the insect species were common to all four plant components. Among the phytophagous insects, nectar and pollen feeders were the most representative with 17,5% each. Among the entomophagous insects, predators predominated with 32,5%. Abundance of the insects was associated with the phenology of the plant species in the parcel. *B. patinoi*, *Cedrela odorata* and *Inga spectabilis* shared the same periods of regrowth and flowering between April and May, when the abundance of Hymenoptera and their natural enemies was highest. The most abundant species were *Eulaema meriana*, *Lestrimelitta limao* (first reports for Chocó) and *Sericomyrmex* sp. (first report of the genus for Chocó). One economically important species, *Atta cephalotes*, was identified because of its damage to *B. patinoi* fruits.

Key words: Diversity. Entomophages. Phytophages. Vegetative components. Frequency.

Introducción

El hombre del trópico, en su búsqueda por aumentar la producción agropecuaria, ha modificado su entorno, originando con ello ciertos cambios tales como, disminución en la biodiversidad por la deforestación, eliminación de la fauna autóctona, extinción de

corrientes de agua, disminución de la productividad agrícola, erosión de los suelos y migraciones indeseadas. Estas actividades antrópicas afectan la dinámica de los bosques naturales tropicales; razón por la cual hoy en día, para mitigar todo el daño que se ha venido haciendo a los ecosistemas naturales, los científicos han desarrollado y

enriquecido un conjunto de prácticas y manejo de sistemas mixtos, donde de manera programada se mezclan especies leñosas de uso múltiple y se asocian en un mismo terreno de forma secuencial o simultánea, cultivos agrícolas y animales, conocido este tipo de prácticas como sistemas agroforestales (Montanini 1992).

1 Autor para correspondencia: I. A. F. Universidad Tecnológica del Chocó. Grupo de Zoología. Quibdó, Laboratorio de Zoología, área de Entomología, Teléfono: 6711478 Ciudadela Universitaria. Barrio Nicolás Medrano. E-mail: jneita@starmedia.com

2 I. A. Universidad Tecnológica del Chocó. Facultad de Ingeniería – Programa de Ingeniería Agroforestal. Quibdó.

3 I. A. Entomólogo. Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias. E-mail: amadriga@perseus.unalmed.edu.co

Los sistemas agroforestales surgen como una alternativa para las regiones tropicales de América Latina, que presentan limitaciones para el uso intensivo de la tierra con sistemas avanzados mecanizados, puesto que gran parte de la población está ubicada en zonas de ladera, las cuales presentan susceptibilidad a la erosión y degradación de los recursos si se emplean masivamente en sistemas de monocultivo o de ganadería. Situación similar ocurre en las tierras bajas tropicales, en donde domina una densa y exuberante capa boscosa, la cual es muy vulnerable y también presenta severas limitaciones para el establecimiento intensivo de sistemas tradicionales de producción agropecuaria. Los sistemas agroforestales tienen su origen en épocas muy remotas, pues antes de la llegada de los españoles a América, los indígenas desarrollaron este tipo de prácticas basadas en la tumba y quema del bosque y en el posterior establecimiento en una misma parcela de amplia variedad de cultivos anuales y árboles permanentes. Varias de estas asociaciones agroforestales prehispánicas han llegado hasta nuestros días siendo heredados por las comunidades indígenas actuales, que las conservan como su modo de producción (Vélez 1995).

En Colombia, estos sistemas productivos o agroforestales, son comunes en las selvas de la Amazonia, en áreas de bosque de la Orinoquia, en la región Pacífica, en algunas áreas boscosas interandinas y la Sierra Nevada de Santa Marta; actualmente, se vienen desarrollando en la costa Atlántica como alternativa para mitigar el impacto sobre los ecosistemas naturales de bosque seco tropical.

Entre los insectos, los himenópteros constituyen un grupo importante en la dinámica de estos agroecosistemas, pues con una historia evolutiva muy larga y la capacidad de adaptación a diferentes hábitats, se ubican como uno de los órdenes hiperdiversos en la clase hexápoda. En la actualidad se conocen entre 120.000 y 200.000 especies de himenópteros, pero recientes estimaciones apuntan a que su diversidad real es probablemente mucho mayor (del orden de 250.000 a 500.000 especies) rivalizando con la de coleópteros el puesto de grupo más diverso de insectos (Gastón 1991; La Salle y Gauld 1993; Gauld y Hanson 1995a; Gastón *et al.* 1996; Fernández 2000). Esta suposición se apoya en el hecho de que alguna de las superfamilias con mayor número de especies, integrada por los parasitoides de tamaño muy pequeño, están aún muy deficientemente estudiadas, especialmente en las zonas tropicales donde se cree que su diversidad potencial es muy alta (Fernández 2000).

Los himenópteros no sólo se destacan por su gran riqueza de especies, sino también por su extraordinaria diversidad de modos de vida que van desde la fitofagia a la depredación y el parasitismo o la inducción de agallas y desde el comportamien-

to solitario hasta el mutualismo o la formación de sociedades complejas. En cuanto al aspecto económico su importancia para el hombre supera la de cualquier otro grupo de insectos. Algunas facetas de interés en este sentido, son la polinización de plantas cultivadas, el control biológico por parte de los himenópteros parasitoides de plagas agrícolas y forestales y la producción de bienes comerciales como la miel y la cera (LaSalle y Gauld 1993), por lo cual, este grupo es fundamental en la dinámica de estos sistemas productivos del pacífico colombiano. Los objetivos del estudio consistieron en identificar la fauna de himenópteros asociada a la parcela agroforestal, conocer las relaciones entre ellos y el componente vegetal y establecer la variación mensual de los himenópteros en la parcela.

Materiales y Métodos

La granja de la Universidad Tecnológica del Chocó se encuentra ubicada en el municipio de Lloró-Chocó (5°30,52'57"N, 76°33.33'15"O); sobre los 90 msnm, con una humedad relativa del 86%, una precipitación anual de 10.851 mm y una temperatura de 24°C; se ubica en la zona de vida de bosque pluvial tropical "bp-T" (Espinal 1977); es considerada como la región más lluviosa de la porción central de la llanura del Pacífico (Hans 1988).

La parcela está compuesta por 4 especies vegetales con un total de 202 individuos, distribuidos de la siguiente manera: 77,77% de *Borojoa patinoi* Cuatrecasas, 6,90% de *Cedrela odorata* L., 6,13% de *Apeiba aspera* Aubl y 9,20% de *Inga spectabilis* Willd, con dos estratos bien diferenciados, uno inferior dominado por *B. patinoi* y uno superior ocupado por las 3 especies de estructura arbórea. Por tales características, esta asociación corresponde a un sistema simultáneo, de tecnología agrosilvícola y el tipo de arreglo presente es de árboles permanentes sobre cultivos permanentes, con una extensión de 7.946,35 m².

Una vez realizado el inventario de las especies vegetales en la asociación, se seleccionaron al azar 14 individuos y se marcaron. Estos árboles se muestrearon cada 15 días durante los meses de noviembre de 1988 a octubre de 1999. Las capturas de los himenópteros se llevaron a cabo en cada una de las estructuras, tanto vegetativas como reproductivas de las plantas, a través de recorridos y colección, mediante método manual con el fin de establecer la relación planta-insecto, predador-presa, parasitoide-hospedero. El muestreo se complementó con anotaciones sobre el comportamiento de algunos himenópteros.

Las especies de himenópteros se separaron de acuerdo con la especie vegetal, el individuo y el muestreo realizado, así como con los datos de captura, con el fin de estandarizar los datos para su análisis estadístico posterior. Los individuos adultos se conservaron en alcohol al 70% y los

estados inmaduros se colocaron en cajas de Petri sobre el sustrato en el cual fueron capturados, con el fin de obtener los adultos para su identificación. Éstos se transportaron al laboratorio de zoología de la Universidad Tecnológica del Chocó, donde se les realizó el seguimiento.

El montaje y rotulación del material se realizó de acuerdo con Borror *et al.* (1981) y el método usado en el Museo Entomológico "Francisco Luis Gallego" de la Universidad Nacional de Colombia- sede Medellín y el Museo de Historia Natural - Colección de Entomología de la Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Córdoba".

Para la identificación taxonómica de los himenópteros se utilizaron claves desarrolladas por los diferentes especialistas de cada grupo como Fernández (1991, 1993, 2002), Gauld y Hanson (1995a, 1995b, 1995c, 1995d), Goulet y Huber (1993), Hölldobler y Wilson (1990), Hanson y Gauld (1995), Mackay (1993a), Mackay y Mackay (1986, 1989), Masner y Dessart (1967), Palacio (1999), Richards (1977), Sharkey y Wahl (1992), Serna (1999). Así mismo, se contó con la colaboración de especialistas nacionales e internacionales como Francisco Javier Serna, Alan Henry Smith, Paul Hanson y Carolina Godoy.

Para el análisis estadístico se consideró la frecuencia de captura de los himenópteros y no el número absoluto de individuos colectados, debido a que este número varía según la especie (Hölldobler y Wilson 1990).

Con el fin de comparar la diversidad de himenópteros en cada una de las especies vegetales en la parcela y entre los individuos de una misma especie se utilizó el índice de diversidad de Shanon-Weaver (Ludwing y Reynolds 1988).

El tratamiento de la medida de diversidad se realizó mediante un análisis de varianza, donde la variable de respuesta está en los diferentes componentes vegetales presentes en la parcela objeto de estudio. Se utilizó una prueba de comparación múltiple Tukey ($\alpha=0,05$), para observar si hay diferencias significativas entre las especies de plantas asociadas (Steel y Torrie 1980).

Para conocer la similitud de los himenópteros asociados a los componentes, se utilizó el índice de Jaccard, el cual está basado en la presencia de especies, representando éste el valor porcentual de las ocurrencias simultáneas respecto al total de especies y su oscilación respecto a un límite superior (1) e inferior (0), a partir del cual se obtuvo una matriz y posteriormente un dendrograma de afinidad (Ramírez 1999).

En cada mes se tomó la frecuencia de ocurrencia, es decir, la presencia de las especies de himenópteros por muestreo en cada una de las especies e individuos de las plantas asociadas, obteniendo un registro de

12 muestras correspondientes al 100% de la frecuencia. Para determinar si existían diferencias entre los meses se realizó una prueba de Chi Cuadrado.

Resultados

Análisis de la fauna de himenópteros en la parcela agroforestal

Se identificaron 40 especies, distribuidas en 8 familias, así: familia Formicidae representada por el 57,5%, seguida de Apidae con 17,5%, Ichneumonidae con 10%, Vespidae con 5% y el 10% restante compartido por las familias Argidae, Braconidae, Mymaridae y Pompilidae con una especie cada uno (Tabla 1).

En la familia Formicidae, se identificaron 23 especies, agrupadas en 6 subfamilias y 15 géneros. El 30,43% de los géneros pertenece a Myrmicinae, seguida de Ponerinae con 26,08% y el 43,49% restante compartido por Ectitoninae, Dolichoderinae, Formicinae y Pseudomyrmecinae (Fig. 1).

La subfamilia Myrmicinae presentó el número mayor de géneros con un total de 6, *Acromyrmex*, *Atta*, *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Solenopsis* y *Sericomyrmex*, siendo *Atta* el género con la mayor cantidad de especies (28,57%), mientras que los demás estuvieron representados por una sola especie. De la subfamilia Ponerinae, la segunda mejor representada en la parcela, se encontraron 4 géneros: *Ectatomma*, *Pachycondyla*, *Odontomachus* y *Paraponera*, siendo *Ectatomma* y *Pachycondyla* los de la mayor riqueza con 33,33% de especies cada uno.

En la familia Apidae se identificaron 7 especies de 2 subfamilias, ubicándose como la familia con el segundo porcentaje de representación en la parcela. El 57,14% de las especies pertenecen a la tribu Meliponini y el 42,86% a Euglossini; en los meliponinos el género *Trigona* presentó tres especies y *Lestrimelitta* una especie, mientras en los euglosinos, *Eulaema* dos especies y *Euglossa* una.

En la familia Ichneumonidae, la subfamilia Orthocentrinae con 50% de las especies fue la más representativa, mientras Cryptinae e Ichneumoninae fueron las menos abundantes y poco diversas.

La familia Vespidae estuvo representada sólo por la subfamilia Polistinae con 2 géneros, *Polybia* y *Polistes* con una especie cada uno; las demás familias Argidae, Braconidae, Mymaridae y Pompilidae con una especie cada una.

El género *Sericomyrmex* Mayr, y las especies *Eulaema meriana* Oliver y *Lestrimelitta limao* Smith son nuevos registros para el departamento del Chocó. Las especies *Camponotus* sp., *Dolichoderus* sp., *Euglossa* sp., *Eulaema cingulata* F. y *Eciton hamatum* F. son nuevos registros para la cuenca fluvial del Atrato (Fernández 1995).

Comparación de los himenópteros asociados a las especies vegetales en la parcela agroforestal

Borojoa patinoi presentó la mayor diversidad y riqueza de insectos en la parcela, se-

guida por *Inga spectabilis* y la menor la tuvo *Apeiba aspera*. Habiéndose calculado el índice de diversidad de Shannon-Weaver y una vez confirmado la distribución normal de la diversidad y la homogeneidad de las variables, se realizó una ANOVA de doble

Tabla 1. Himenópteros asociados a la parcela agroforestal

| Familia | Especies | Borojó | Guamo | Cedro | Peine Mono |
|---------------|---|--------|-------|-------|------------|
| BRACONIDAE | sp. 1 | | | | |
| APIDAE | <i>Euglossa</i> sp. | X | | | |
| | <i>Eulaema meriana</i> Olivier | X | | | |
| | <i>Eulaema cingulata</i> Fabricius | X | | | |
| | <i>Lestrimelitta limao</i> Smith | | | X | |
| | <i>Trigona</i> sp. | X | | | |
| ARGIDAE | <i>Trigona</i> sp. | X | | | |
| | <i>Trigona</i> sp. | X | | | |
| | sp. | X | | | |
| FORMICIDAE | <i>Atta cephalotes</i> L. | X | | | X |
| | <i>Atta colombica</i> Guérin | | X | X | X |
| | <i>Acromyrmex octospinosus</i> Reich | | X | | |
| | <i>Azteca</i> sp. | X | | | X |
| | <i>Camponotus</i> sp. | X | | | |
| | <i>Camponotus</i> sp. | X | X | | |
| | <i>Camponotus</i> sp. | X | | | |
| | <i>Cephalotes atratus</i> L. | | X | | |
| | <i>Dolichoderus</i> sp. | X | | | |
| | <i>Dolichoderus</i> sp. | X | | | |
| | <i>Dolichoderus bispinosus</i> Olivier | X | X | X | |
| | <i>Odontomachus</i> sp. | | X | X | X |
| | <i>Pachycondyla</i> sp. | | X | X | |
| | <i>Pachycondyla</i> sp. | | X | X | X |
| | <i>Pseudomyrmex</i> sp. | | | X | X |
| | <i>Paraponera clavata</i> Fabricius | X | | | |
| | <i>Sericomyrmex</i> sp. | X | | | |
| | <i>Eciton burchelli</i> Westwood | X | X | X | X |
| | <i>Eciton hamatum</i> Fabricius | X | X | X | |
| | <i>Ectatoma ruidum</i> Roger | | | X | |
| | <i>Ectatoma tuberculatum</i> Roger | | | X | X |
| | <i>Solenopsis</i> sp. | X | X | X | X |
| | <i>Crematogaster</i> sp. | | X | X | |
| ICHNEUMONIDAE | sp. | X | | | |
| | sp. | X | | | |
| | sp. | X | | | |
| | sp. | X | | | |
| MYMARIDAE | sp. | X | | | |
| POMPILIDAE | <i>Pepsis</i> sp. | | | X | |
| VESPIDAE | <i>Polybia rejecta</i> Fabricius | X | | | |
| | <i>Polistes carnifex carnifex</i> Fabricius | X | | | |

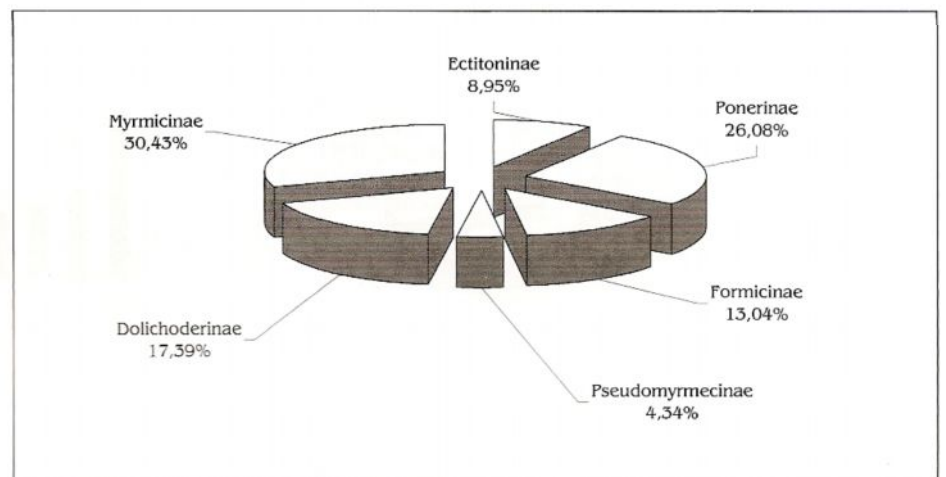


Figura 1. Composición de la familia Formicidae en la parcela agroforestal.

vía (Aldana y Chacón 1999), donde se encontró diferencia significativa en las especies vegetales de la parcela ($F = 0,05$, $p = 0,95$). El análisis de comparación múltiple (Prueba de Tukey), indicó que sólo las especies *Inga spectabilis* y *Cedrela odorata* no muestran entre sí diferencia significativa (Tabla 2).

En cuanto a la afinidad de los himenópteros asociados a las especies vegetales, se encontró que *C. odorata* e *I. spectabilis* comparten el 77% de los himenópteros, seguida por *A. aspera* y *B. patinoi* con 65,8%. La afinidad más baja se presentó entre las especies *A. aspera* y *C. odorata* con 33,33% e *I. spectabilis* y *A. aspera* con 34,3%; tan sólo el 44,46% de los himenópteros se encuentran asociados a los cuatro componentes vegetales asociados en la parcela (Fig. 2).

En relación con la composición trófica de la fauna de himenópteros, los entomófagos y fitófagos tuvieron igual representividad, ambos con 45%. En los entomófagos, los depredadores fue el grupo mejor representado, seguido por los parasitoides; mientras que en los fitófagos, los lamedores de néctar y palinófagos fueron los más abundantes, seguidos por los cortadores de hojas. Otros grupos de importancia en la parcela fueron los saprófagos, micófagos, necrófagos y parásitos (Fig. 3).

Variación de la fauna de himenópteros en los meses de muestreo en la parcela agroforestal

La frecuencia de himenópteros en la parcela agroforestal varió en cada una de las especies vegetales asociadas. Se presentaron algunas variaciones en la ocurrencia de los himenópteros, con diferencia significativa en la especie *C. odorata* $\chi^2 = 30,38$ ($DF = 11$; $\chi^2 0,99 > P(\chi^2 = 30,38) > \chi^2 = 0,90$; y la no existencia de tal diferencia en los otros componentes; es decir, *I. spectabilis* $\chi^2 = 15,07$ ($DF = 11$; $\chi^2 0,99 < P(\chi^2 = 15,07) < \chi^2 = 0,90$, *A. aspera* $\chi^2 = 4,17$ ($DF = 11$; $\chi^2 0,99 < P(\chi^2 = 4,17) < \chi^2 = 0,90$ y *B.*

Tabla 2. Diversidad de Shannon-Weaver para los himenópteros asociados al componente vegetal en la asociación agroforestal

| | Borojó | Guamo | Cedro | Peine mono |
|-----------------|--------|--------|--------|------------|
| H' (t-prueba T) | 3,05 | 2,18 | 2,12 | 1,92 |
| Borojó | | 0,867* | 0,926* | 1,12* |
| Guamo | | | -0,058 | 0,257* |
| Cedro | | | | 0,199* |

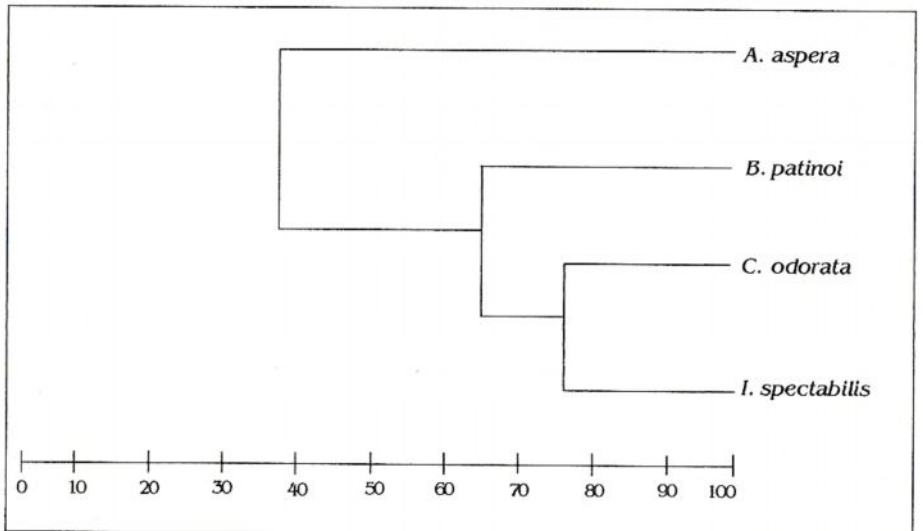


Figura 2. Dendrograma de afinidad de los himenópteros en las especies vegetales presentes en la asociación.

patinoi $\chi^2 = 21,64$ ($DF = 11$; $\chi^2 0,99 < P(\chi^2 = 21,64) < \chi^2 = 0,975$.

La mayor frecuencia de himenópteros corresponde a los meses de marzo a junio, época en la cual las especies vegetales muestran rebrotes de hojas, producción de frutos y flores, en especial *C. odorata*, *A. aspera* y *B. patinoi*, mientras que *I. spectabilis* aunque no presenta floración ni fructificación coincide con el rebrote foliar; siendo estos meses los de mayor precipitación. En este período la mayor

frecuencia de los himenópteros está representada por las especies de hormigas como *Atta colombica*, *Dolichoderus* complejo *bispinosus*, *Odontomachus* sp., *Pachycondyla* sp., *Pachycondyla* sp., *Paraponera clavata*, *Solenopsis* sp., *Sericomyrmex* sp., *Azteca* sp., de igual forma las abejas *Eulaema cingulata*, *Eulaema meriana*, *Euglossa* sp., *Trigona* sp., *Trigona* sp., *Trigona* sp. y las avispas *Polybia rejecta* y *Polistes carnifex carnifex* y parasitoides de las familias Ichneumonidae, Mymaridae y Braconidae (Fig. 4a).

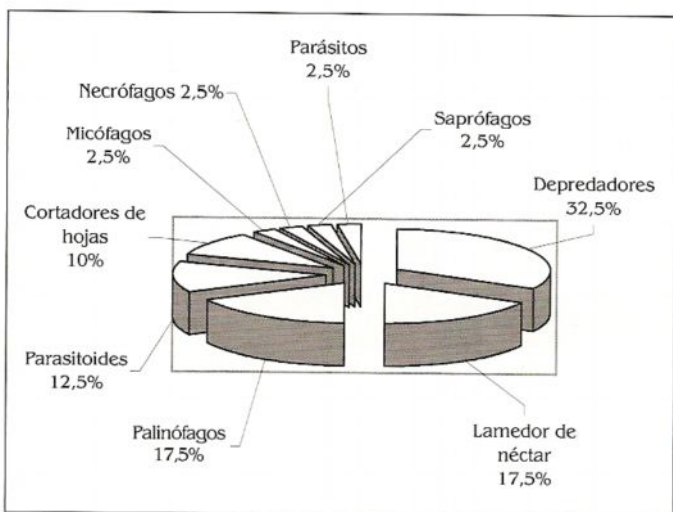


Figura 3. Diversidad trófica de los himenópteros asociados a la parcela agroforestal.

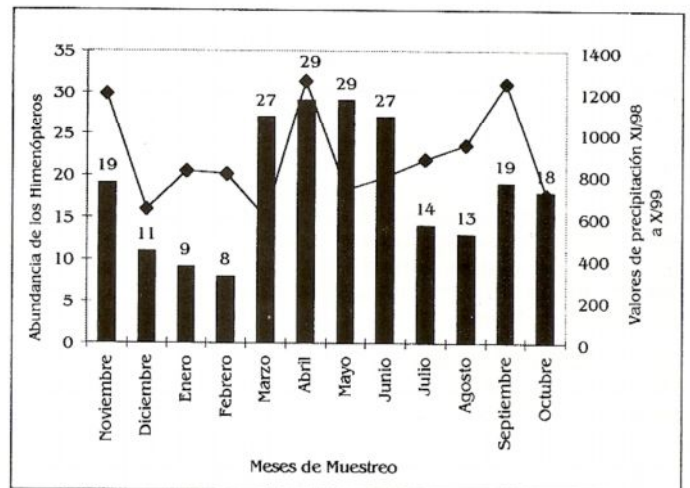


Figura 4a. Frecuencia de los himenópteros en la parcela agroforestal de *Borojoa patinoi* C., *Cedrela odorata* L., *Apeiba aspera* A. e *Inga spectabilis* W.

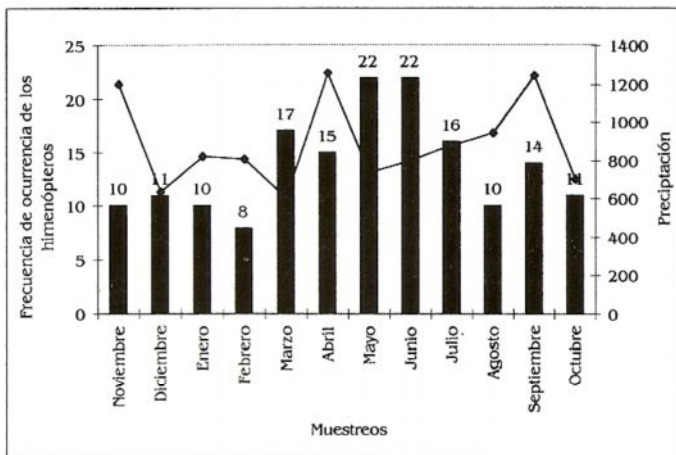


Figura 4b. Frecuencia de los himenópteros en *Borojoa patinoi*.

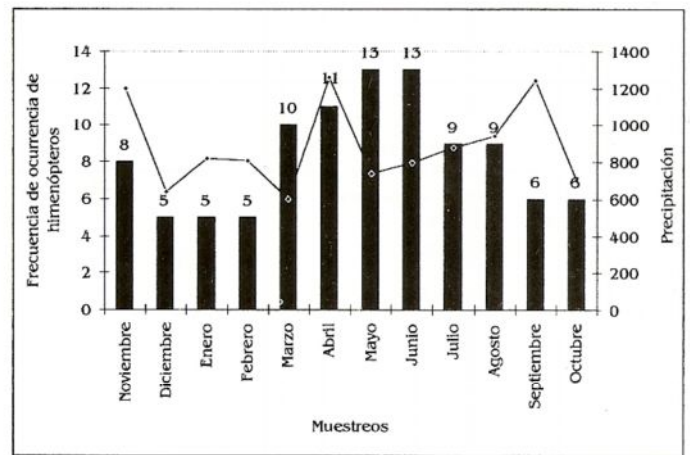


Figura 4c. Frecuencia de los himenópteros en *Inga spectabilis*.

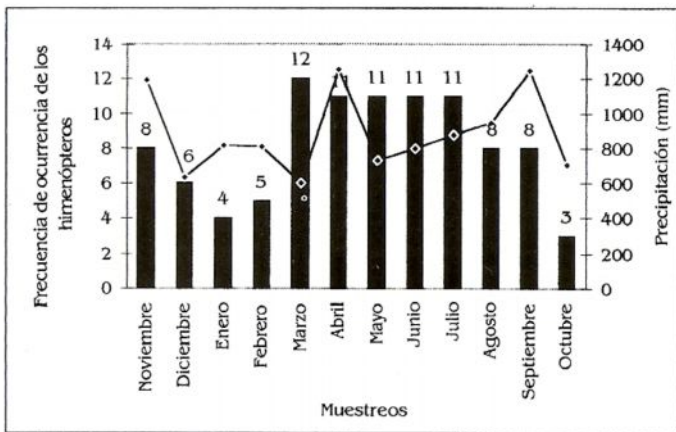


Figura 4d. Frecuencia de himenópteros en *Cedrela odorata*.

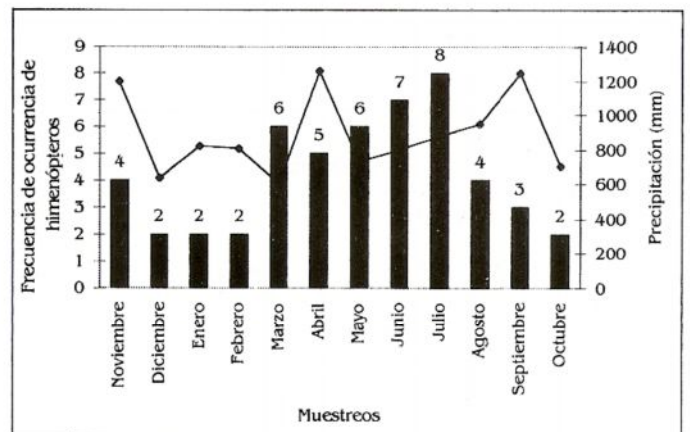


Figura 4e. Frecuencia de himenópteros en *Apeiba aspera*.

En *B. patinoi*, las especies más frecuentes fueron *Dolichoderus* complejo *bispinosus*, *Paraponera clavata*, comunes en todos los meses de muestreo; existen especies exclusivas de éste como *Eulaema cingulata*, *Eulaema meriana*, *Euglossa* sp.1, *Trigona* sp., *Trigona* sp., *Trigona* sp., y *Atta cephalotes*, *Camponotus* sp., *Dolichoderus* sp., *Dolichoderus* sp., *Sericomyrmex* sp. y otros como *Polybia rejeta* y *Polistes carnifex carnifex* y una especie de icneumonidos y braconidos, respectivamente (Fig. 4b).

En *I. spectabilis*, las especies más frecuentes fueron *Cephalotes atratus*, *Dolichoderus* complejo *bispinosus*, colectándose en todos los muestreos, poseyendo a su vez especies muy exclusivas como *Cephalotes atratus* y *Pepsis* sp. (Fig. 4c).

En *C. odorata*, las especies más frecuentes fueron *Ectatomma tuberculatum*, *Paraponera clavata*, *Dolichoderus* complejo *bispinosus*, las cuales se estuvieron durante todo el periodo de estudio (Fig. 4d).

En *A. aspera*, de las 8 especies de himenópteros asociadas, la mayor frecuencia la presentó *Azteca* sp., la cual fue común durante todo el muestreo (Fig. 4e).

De las especies de himenópteros asociados a la parcela agroforestal, la especie más dañina fue *Atta cephalotes*, por cortar el epicarpio y el mesocarpio de *B. patinoi*.

Discusión

De los himenópteros asociados a la parcela agroforestal, las hormigas (Formicidae) fueron las más abundantes y con mayor número de especies. Se ha estimado que en los trópicos estos organismos representan la mitad o una tercera parte de la biomasa de insectos (Way y Khoo 1992). Debido a esta abundancia, estabilidad en el espacio y en el tiempo, sumado a sus hábitos alimentarios, generalmente omnívoros, las hormigas tienen una importante influencia en muchos hábitats (Hölldobler y Wilson 1990); es por ello la importancia en la dinámica de los agroecosistemas tropicales del pacífico Colombiano.

Se colectaron 6 de las 8 subfamilias de hormigas registradas para el trópico, esto se debe a la presencia de una gran diversidad de nichos, originados por la estratificación en los policultivos de estructura arbórea presente en esta asociación, sien-

do similar en muchos aspectos ecológicos a los ecosistemas naturales.

Otra familia de importancia en la parcela fue Apidae, la cual estuvo representada por 7 especies, siendo algunas de ellas muy exclusivas de algunos componentes vegetales en la parcela.

La abundancia de Ichneumonidae en la parcela obedeció principalmente a la abundante presencia de hospederos para sus estados inmaduros, los cuales se encontraban asociados a partes reproductivas y vegetativas de los componentes vegetales de la parcela.

B. patinoi, a pesar de ser el único componente agrícola en la parcela, presentó la mayor diversidad y riqueza de himenópteros, debido a la presencia de estas especies en los estratos medio e inferior de la parcela, los cuales presentan variaciones microclimáticas que favorecen una mayor presencia de nichos y por ende la mayor abundancia de insectos.

Otro aspecto fundamental fue la presencia en el tiempo y el espacio de los órganos tanto reproductivos como vegetativos de

esta planta, lo que contribuye a mejorar las actividades antes mencionadas, así la exclusividad de algunos himenópteros como: *Euglossa* sp., *Eulaema cingulata* y *Eulaema mariana*, los cuales se encuentran asociados a la flor macho y hembra de *Borojoa patinoi*, como también las especies pertenecientes al género *Trigona* asociadas a receptáculos y cáliz de la flor macho de esta misma planta.

Por otro lado, la baja diversidad de *A. aspera* obedece a la poca apetencia de los fitófagos por esta especie, salvo *Atta colombica* que consume sus hojas durante el rebrote, no encontrándose otro tipo de relación fitofágica con otros himenópteros, pero, sin embargo, sirve como hospedero de otros insectos que son depredados y parasitados por algunas especies de la himenóptero-fauna, aunque poco abundante y diversa.

La estratificación vertical de la parcela permitió identificar la presencia de 3 estratos, los que a su vez, dejaron que los himenópteros se distribuyeran en ellos, dada la variabilidad de microclimas, aproximación física y mayor cantidad de nichos. Por estas razones, la similitud en la parcela es baja, siendo más alta en las especies de porte arbóreo que comparten el estrato superior de la parcela como *C. odorata* e *I. spectabilis*, que no presentan diferencia significativa en cuanto a su diversidad. De otro lado, la menor afinidad de *A. aspera* con otros componentes vegetales asociados se debe posiblemente a que ella se encontró ubicada en la parte noreste de la parcela actuando como cortina rompeviento, sitio en el que tuvo una mayor aproximación física con el componente agrícola *B. patinoi*, situación que puede explicar su afinidad alta con esta especie y su afinidad baja por la poca dispersión de manera fortuita en el área con relación a las otras especies forestales, a pesar de ser ella de porte arbóreo.

En la diversidad trófica de los himenópteros en la parcela, los entomófagos fueron los más representativos sobresaliendo los depredadores conformados especialmente por hormigas pertenecientes a los géneros *Pseudomyrmex*, *Pachycondyla*, *Odontomachus*, *Ectatomma*, *Eciton* y *Paraponera* y las avispas *Polybia*, *Polistes* y *Pepsis*; en el caso de los primeros, es decir, las hormigas su depredación se dio sobre larvas de Pyralidae (Lepidoptera) y Curculionidae (Coleoptera), que se encontraban barrenado el fuste del *I. spectabilis*. Otra presa la constituyó *Nasititermes* sp. (Isoptera: Termitidae), la cual construye su nido en la corteza de *A. aspera*; el segundo caso corresponde a las avispas, pues su actividad entomofágica se dio sobre larvas de Pyralidae, comedoras de hojas de *B. patinoi* y estados inmaduros de Cicadellidae (Heteroptera) en fuste de *A. aspera* y arañas en bifurcaciones del componente arbóreo.

En los parasitoides se encontraron especies de braconídeos, icneumonídeos y

mimáridos parasitando las larvas de Noctuidae encontradas en galerías de *Nasititermes* sp., así como de algunos Pyralidae barrenadores de frutos de *A. aspera*.

En el caso de los fitófagos, el grupo de los lamedores de néctar y palinófagos fueron los más representativos siendo abundantes para el primer caso, hormigas del género *Camponotus*, *Dolichoderus*, *Solenopsis* debido a la constante presencia en diferentes estados de desarrollo del fruto de *B. patinoi*, el cual concentra gran cantidad de néctar en su parte inferior (el receptáculo), por espacio de 7 meses aproximadamente; el segundo grupo estuvo conformado por los géneros *Eulaema*, *Euglossa* y *Trigona* los cuales se observaron alimentándose en flores masculinas y femeninas de *B. patinoi*.

Las especies cortadoras de hojas tuvieron su mayor representación en el género *Atta* con dos especies, mientras que *Acromyrmex* y *Sericomyrmex* tuvieron una especie cada una. Se encontraron preferencias por las estructuras vegetativas y reproductivas de *C. odorata*, *A. aspera* e *I. spectabilis*, así *Atta colombica* y *A. cephalotes* forrajearon los frutos de *B. patinoi* y hojas en diferentes estados de desarrollo en algunas plantas aisladas, las cuales coincidieron con poco sombrero por parte del componente arbóreo. En el caso de *Sericomyrmex* su forrajeo fue exclusivo en pétalos y cáliz de *B. patinoi*.

Otro grupo importante lo constituyen los Arguidos, *Azteca* sp. y *Dolichoderus* complejo *bispinosus*, debido a sus hábitos saprófagos, micófagos y necrófagos, respectivamente. Ellos contribuyen en la dinámica de estos agroecosistemas, principalmente en el ciclaje de nutrientes a través de la descomposición de animales y partes vegetativas y reproductivas de las especies vegetales. Este proceso se puede ver favorecido por las condiciones de alta humedad, precipitación y temperatura reinantes en la parcela agroforestal, característica biofísica importante de los sistemas agroforestales (Montanini 1992).

La diferencia significativa que presentó *C. odorata*, en cuanto a la frecuencia de especies de himenópteros, se debe principalmente a que esta especie, por su carácter caducifolio, permanece seis de los doce meses del año sin follaje, presentando en esta etapa fenológica muy poca presencia de los insectos y aumentando de una manera considerable en los meses donde existen los periodos de rebrote, floración, fructificación y dispersión de semillas. Estas actividades fisiológicas de las plantas se dieron desde abril a septiembre, coincidiendo con las mayores precipitaciones registradas durante el muestreo.

Para las otras especies vegetales, aunque sus etapas fenológicas se presentaron desde finales de marzo hasta octubre, los cambios en dichas actividades no fueron tan

notorios como en el caso de *C. odorata*, ya que las estructuras vegetativas y reproductivas de estas especies permanecieron en el tiempo y los cambios fueron muy paulatinos, razón por la cual no existieron diferencias entre los meses de muestreo, en cuanto a la frecuencia de himenópteros, ya que había disponibilidad de alimento durante el año.

La ocurrencia de insectos fitófagos en la parcela mostró una fuerte relación con aquellos de hábitos entomófagos, sobre todo con los depredadores. De esta manera, la especie *Nasititermes* sp. era depredada por las especies de hormiga *Ectatomma ruidum*, *Pachycondyla* sp., *Pachycondyla* sp. y *Odontomachus* sp.; mientras que las larvas de Pyralidae, barrenadores del fuste de *I. spectabilis*, eran depredadas por la avispa *Polistes carnifex carnifex*, y las hormigas *Pachycondyla* sp. y *Odontomachus* sp., siendo esta época la de mayor precipitación.

De otro lado, la frecuencia de ocurrencia de las especies depredadoras *Eciton burchelli* y *Eciton hamatum* estuvo relacionada con la presencia de estados inmaduros en colonias de otras hormigas como *Atta cephalotes*, *Camponotus* sp., *Solenopsis* sp. y *Odontomachus* sp.

Por otra parte, entre los meses de abril y mayo, la especie *I. spectabilis* presentaba rebrotes de hojas, las cuales eran forrajeadas por *Atta colombica* y *A. cephalotes*. Durante este evento la especie *Paraponera clavata* se observó sacrificando las obreras que forrajearon este árbol, asumiendo esto como un comportamiento defensivo y no como una depredación propiamente dicha, ya que no eran consumidas por éstas.

Otros himenópteros como las abejas, cuya frecuencia fue mayor en los meses de abril a julio, obedece a que en esta época la especie *B. patinoi* presenta tanto flores masculinas como femeninas, a las cuales se encuentran asociadas estas especies por encontrar mayor cantidad de néctar y polen en las estructuras reproductivas.

Conclusiones

- La riqueza y diversidad de los himenópteros asociados a la parcela da soporte a una de las características más importantes de los sistemas agroforestales, como es la alta diversidad orgánica que albergan. Debido a esto presentan gran similitud con los ecosistemas naturales, por ello hoy en día se intensifica su aplicabilidad en el trópico húmedo como una alternativa para mitigar el impacto ecológico ocasionado por los monocultivos en estas zonas.

- El conocimiento de la diversidad trófica de los himenópteros como estudio básico en sistemas agroforestales es fundamental para el manejo adecuado de aquellos grupos de insectos fitófagos potencialmente importantes desde el punto de vista económico.

• La afinidad de los himenópteros entre las especies vegetales de la parcela agroforestal, está dada por estratificación de los policultivos de estructura arbórea y la distribución horizontal del componente agrícola en la misma.

• La presencia de los himenópteros en la parcela agroforestal está relacionada con los periodos fenológicos propios de cada especie vegetal, y no con la precipitación. Por tal razón, y debido a su carácter caducifolio, la especie *C. odorata* fue la única que presentó una diferencia estadísticamente significativa en la frecuencia de himenópteros durante el muestreo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Francisco Javier Serna por la colaboración en la identificación de las hormigas, Allan Henry Smith en la identificación de las abejas, Paul Hanson en la identificación de Vespidae y Pompilidae, Carolina Godoy en la identificación de Ciudadellidae, Jhon A. Quiroz en la identificación de algunos grupos de insectos. A Oscar E. Ortega por la asesoría en la parte ecológica. A los profesores Rodrigo Escobar Durán y Alicia Ríos H. de la Universidad Tecnológica del Chocó por su apoyo durante el desarrollo de la investigación. A Julia del C. Palacios, Nasser Cuesta, Rosalba Bonilla y María Lucila Rentería R. por su colaboración en el campo. Al grupo de Zoología-Universidad Tecnológica del Chocó MEFLG Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín por el apoyo logístico en el desarrollo de la investigación.

Literatura citada

- ALDANA, R. C.; CHACÓN, P. 1999. Megadiversidad de Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la cuenca media del río Calima. *Revista Colombiana de Entomología* 25: 37-47.
- BORROR, D.; DE LONG, D; TRIPLEHORN, C. 1981. A introduction to the study of insects. USA: Philadelphia, CBS College Publishing, 827 p.
- ESPINAL, S. 1977. Zonas de vida y formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, Vol. XIII No. 11. Bogotá. 337 p.
- FERNÁNDEZ, F. 1991. Las hormigas cazadoras del género *Ectatomma* (Formicidae: Ponerinae) en Colombia. *Caldasia* 16: 551-564.
- FERNÁNDEZ, F. 1993. Hormigas de Colombia III: Los géneros *Acanthoponera* Mayr, *Heteroponera* Mayr y *Paraponera* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae: Ectatomini). *Caldasia* 17: 249-258.
- FERNÁNDEZ, F. 1995. La diversidad de los himenópteros en Colombia. p. 373-424. En J. O. Rangel (ed.) Colombia Diversidad Biótica I. Universidad Nacional de Colombia & INDERENA, Santafé de Bogotá D. C.
- FERNÁNDEZ, F. 2000. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado de Conocimiento y Perspectivas. p. 233-243. En: PriBES. Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática. Vol. 1. Martín-Piera, F.; Morrone J. J.; Melic A. (eds.). CYTED Para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Ibero América.
- FERNÁNDEZ, F. 2002. Revisión de las Hormigas *Camponotus* subgénero *Dendromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) Papeles Avulsos de Zoología 42 (4): 47-101.
- GASTON, K. J. 1991. The magnitude of Global Insect Richness. *Conservation Biology* 5 (3): 283-296.
- GASTON, K. J.; GAULD, I. D; HANSON, P. 1996. The size and composition of the hymenopteran fauna of Costa Rica. *Journal of Biogeography* 23: 105-113.
- GAULD, I; HANSON, P. E. 1995a. The order Hymenoptera. p. 4-6. En: Hanson, P.E. y Gauld, I., (eds.). The Hymenoptera of Costa Rica. The Natural History Museum, London.
- GAULD, I; HANSON, P. E. 1995b. The evolution, classification and identification of the Hymenoptera. p. 138-156. En: Hanson, P.E. y Gauld, I., (eds.). The Hymenoptera of Costa Rica. The Natural History Museum, London.
- GAULD, I; HANSON, P. E. 1995c. Important biological features in the evolution of the order. p. 28-32. En Hanson, P. E y Gauld, I. (eds.) The Hymenoptera of Costa Rica. The Natural History Museum. London.
- GAULD, I; HANSON, P. E. 1995d. Introduction to the chrysidoid families. p. 464-465. En: Hanson, P. E. y Gauld, I., (eds.). The Hymenoptera of Costa Rica. The Natural History Museum, London.
- GOULET, H; HUBER, J.T. 1993. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Centre for Land and Biological Resources Research Ottawa, Ontario. 668 p.
- HANS, C. A. 1988. Evaluación Preliminar del Crecimiento de 20 Especies Maderables en la Región de Lloró-Carretera Panamericana, Chocó, Colombia. Serie Técnica No. 29. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. Bogotá. 31 p.
- HANSON, P. E.; GAULD, I. D (eds.). 1995. The Hymenoptera of Costa Rica. Oxford University Press. 893 p.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. 1990. The ants. Harvard University, Cambridge. 732 p.
- LASALLE, J.; GAULD, I. D. (eds.). 1993. Hymenoptera and Biodiversity. C.A.B. International, UK. 348 p.
- LUDWING, J. A.; REYNOLDS, J. F. 1988. Statistical Ecology. John Wiley and Sons. New York. 337 p.
- MACKAY, W. F. 1993. A review of the new world ants of the genus *Dolichoderus* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 22 (1): 1-143.
- MACKAY, W.; MACKAY, E. 1989. Clave de los géneros de hormigas de México (Hymenoptera: Formicidae). Memoria I. II Simposio de Insectos Sociales. Oaxtepec. Morlos. 142 p.
- MACKAY, W.; MACKAY, E. 1986. Las Hormigas de Colombia: Arrieras del género *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Colombiana de Entomología* 12 (1): 23-30.
- MASNER, L.; DESSART, P. 1967. La réclassification des catégories taxonomiques supérieures des Ceraphronoidea (Hymenoptera). *Bulletin Institute Recurs Science Natural Belgia*. 43: 1-43.
- MONTANINI, F. 1992. Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en el Trópico. 2da. Edic. Organización para Estudios Tropicales. San José. Costa Rica. 622 p.
- PALACIO, E. 1999. Hormigas Legionarias (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae) de Colombia. p. 117-189. En: Insectos de Colombia Estudios Volumen II: Andrade, G. Amat, G. & Fernández, F. (eds.). Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales y Centro Editorial Javeriano. Bogotá. 434 p.
- RAMÍREZ, A. 1999. Ecología aplicada "Diseño y Análisis Estadístico. Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 325 p.
- RICHARDS, O. W. 1977. Hymenoptera.; Introduction and key to families (2nd Edition). Handbook for the Identification of British Insects. 6 (1): 1-100.
- SHARKEY, M. J.; WAHL, D. B. 1992. Cladistics of the Ichneumonoidea (Hymenoptera). *Journal Hymenoptera Research* 1: 15-24.
- SERNA, F. 1999. Diversidad de hormigas del área de influencia del proyecto hidroeléctrico Porce II. Tesis de Maestría en Entomología. Posgrado de Entomología Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 248 p.
- STEEL, R.; TORRIE, J. 1980. Principles and procedures of statistics a Biometrial Approach. McGraw-Hill Inc. México. 622 p.
- VÉLEZ, G. A. 1995. Sistemas agroforestales I. Universidad Sur Colombiana. Bogotá. 139 p.
- WAY, M. J.; KHOO, K. C. 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology* 37: 479-503.

Recibido: May. 15/2002

Aceptado: Feb. 23/2004