REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA

Vol 33 (1) Enero - Junio 2007

Tabla de contenido / Table of contents

Artículo de Revisión / *Review Paper*

Phylogenetic studies and modern classification of the Pyraloidea (Lepidoptera)
M. Alma Solis 1

Sección Agrícola / *Agriculture*

Tablas de vida de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) sobre tres introducciones de café
Juan Vicente Romero y *Hernando Alfonso Cortina G.* 10

Densidad letal de *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre plantas de yuca (*Manihot esculenta*)
Carlos Alberto Ortega-Ojeda, *Elsa Liliana Melo-Molina*, *Andreas Gaigl* 17

Efecto de nematodos sobre larvas de *Phyllophaga menetriesi* y *Anomala inconstans* (Coleoptera: Melolonthidae)
Elsa Liliana Melo-Molina, Carlos Alberto Ortega-Ojeda, *Andreas Gaigl* 21

Vertical distribution, population density, and natural egg parasitism of cotton leafworm on cotton crop under IPM
Marcos Gino Fernandes, *Mário Adriano S. Moreira*, *Paulo Eduardo Degrande*, *Antônio Carlos Cubas*, *Anderson Miguel Silva* 27

Biología y hábitos de *Mahanarva andigena* (Hemiptera: Cercopidae) en condiciones de casa de malla
Jairo Rodríguez Ch. y *Daniel C. Peck* 31

Nuevos registros en el género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) para Colombia
Javier O. Matínez-Alava 36

Sección Médica / *Medical*

Nota científica / *Scientific note*

Dos nuevos registros de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) para el Departamento de Risaralda, Colombia
Eduar Elías Bejarano, *Diana Sierra*, *Iván Darío Vélez* 43

Sección Morfología, Comportamiento, Ecología, Evolución y Sistemática
Morphology, Behavior, Ecology, Evolution and Systematics

Cambios en edafofauna asociada a descomposición de hojarasca en un bosque nublado
Amanda Varela, *Camilo Cortés*, *Catalina Cotes* 45

Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia
Lorena Ramírez Restrepo, *Patricia Chacón de Ulloa, Luís Miguel Constantino* 54

Ciclo de vida y potencial reproductivo de la hormiga depredadora *Solenopsis* cf. *picea* (Hymenoptera: Formicidae)
Janine Herrera Rangel e *Inge Armbrecht* 64

Del carnaval al estereoscopio: *Zeromastax* (Orthoptera: Eumastacidae), un nuevo género de saltamontes payaso
Mitzy F. Porras 70

Capacidad de depredación y comportamiento de *Alpaida veniliae* (Araneae: Araneidae) en el cultivo de arroz
Enrique Saavedra de C., *Eduardo Flórez D.*, *Claudio Fernández H.* 74

Observaciones sobre los coleópteros saproxilófilos (Insecta: Coleoptera) en Sotuta, Yucatán, México
Jesús V. Míss D. y *Cuauhtémoc Deloya* 77

Nota científica / *Scientific note*

Diversidad de termitas (Isoptera) en pastizales del nordeste de la provincia de Corrientes, Argentina
Enrique Rafael Laffont y *Eduardo Adolfo Porcel* 82

Reseñas de Libros / *Book Review* 86

SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA

Apartado Aéreo 11366 • Bogotá, D. C., Tarifa postal reducida para libros y revistas No. 239 de Adpostal vence Dic 31 2007

Volumen 33 • Número 1 • Enero–Junio 2007

Revista Colombiana de Entomología

ISSN-0120-0488

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA

Volumen 33 • Número 1 • Enero-Junio 2007 *Tarifa Postal Reducida No. 239 vence Dic. 31 / 2007*

Publicación oficial de la Sociedad Colombiana de Entomología

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 1-9 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9306

Artículo de Revisión

Phylogenetic studies and modern classification of the Pyraloidea (Lepidoptera)

Estudios filogenéticos y clasificación actual de los Pyraloidea (Lepidoptera)

M. ALMA SOLIS[1]

Abstract. Pyraloidea, the third largest superfamily of the Lepidoptera, is comprised of two families - Pyralidae and Crambidae. The history of families previously placed in the Pyraloidea is discussed. The group now includes about 16,000 species worldwide. Morphologically, the superfamily is defined by a basally scaled proboscis and the presence of abdominal tympanal organs. The larvae of many species are economically important pests of crops (e. g.: sugarcane, corn, rice), and stored products such as seeds and grains. Currently 22 subfamilies comprise the Pyraloidea; only the 19 subfamilies that occur in the Western Hemisphere are discussed. There is a paucity of recent research using cladistic methods and phylogenetic analyses across all taxa.

Key words. Pyralidae. Crambidae. Morphology. Cladistic analyses. Searchable on-line catalogs.

Resumen. Pyraloidea, la tercera superfamilia más grande de Lepidoptera, está compuesta por dos familias Pyralidae y Crambidae. Se discute la historia de las familias previamente ubicadas en Pyraloidea. Actualmente el grupo incluye cerca de 16.000 especies en el mundo. Morfológicamente, la superfamilia se define por una proboscis con escamas basales y por la presencia de órganos timpánicos abdominales. Las larvas de muchas especies son plagas de cultivos económicamente importantes (p. ej.: caña de azúcar, maíz, arroz) y de productos almacenados tales como granos y semillas. Actualmente los Pyraloidea comprenden 22 subfamilias, solo se discuten las 19 subfamilias que se encuentran en el hemisferio occidental. Hay pocas investigaciones recientes que usen métodos cladísticos y análisis filogenéticos en todos los taxones.

Palabras clave. Pyralidae. Crambidae. Morfología. Análisis cladístico. Consulta de catálogos en línea.

Pyraloidea, the third largest superfamily of the Lepidoptera following Noctuoidea and Geometroidea, are comprised of two families - Pyralidae and Crambidae. The group includes about 16,000 species worldwide, with greatest richness in the tropics (Fig. 1). Morphologically, the superfamily is defined by a basally scaled proboscis and the presence of abdominal tympanal organs. The larvae of many species are economically important pests of crops (e. g.: sugarcane, corn, rice), and stored products such as seeds and grains (Solis 1997).

The familial composition of the Pyraloidea (Table 1) has changed markedly over the past 30 years, with a general decrease in the number of families. Pterophoridae, Alucitidae, Thyrididae, Hyblaeidae, Oxychirotidae and Tineodidae formerly included in the Pyraloidea, are now in their own superfamilies with unresolved affinities (Fletcher and Nye 1984; Minet 1986; Nielsen 1989; Common 1990). Dudgeoneidae is now assigned to Cossidae, and Lathrotelidae, proposed by Clarke (1971) for a monotypic genus from the Pacific islands, is now considered to belong to the Acentropinae in the Crambidae (Minet 1991).

Pyraloidea moths are ditrysian moths characterized by the following morphological features: paired tympanal chambers on sternite 2, each with a tympanum and a conjunctiva (Fig. 2), a maxillary palpus that is usually present, a basally scaled proboscis, veins R_3 and R_4 of the forewing stalked or fused, and $Sc+R_1$ and Rs of the hindwing anastomosed distad of the discal cell.

Table 1. Higher-level Pyraloidea taxa.

Pyraloidea, 1980	Other superfamilies	Pyraloidea Today
Pyralidae		Pyralidae + Crambidae
Pterophoridae	Pterophoroidea	
Thyrididae	Thyridoidea	
Hyblaeidae	Hyblaeoidea	
Alucitidae	Alucitoidea	
Tineodidae	Alucitoidea	
Dudgeoneidae	Cossoidea	
Lathrotelidae		*Lathroteles*, crambid genus

Although published catalogs on subfamilies are listed below, there are two searchable on-line catalogs of the Pyraloidea. The LepIndex, at The Natural History Museum, London, United Kingdom, is based on their card catalog (Beccaloni *et al*. 2003). The other, GLOBIZ, at the State Museum of Zoology, Dresden, Germany, is compiled and updated by current researchers in the Pyraloidea (Nuss 2006).

Pyraloidea currently is divided into two families based primarily on two distinct tympanal organ types of the adult abdomen, but characters of the larvae also confirm this division. The Pyralidae have a tympanal case that is almost closed, the conjunctiva and tympanum are in the same plane, and the praecinctorium is absent. The Crambidae have a tympanal case that is open with a wide anteromedial aperture, the conjunctiva and tympanum are in a different plane and meet at a distinct angle, and the praecinctorium is present (Minet 1981; Maes 1995). Börner (1925) was the first to recognize the difference between the two groups in the Pyraloidea, and Munroe (1972, 1973, 1976) proposed the informal groups, Pyraliformes and Crambiformes based on the major differences between the two types of tympanal organs. Minet (1983) subsequently elevated Munroe's groups to the Pyralidae and Crambidae based on an extensive study of tympanal organs in Lepidoptera.

Although some contemporary lepidopterists do not recognize the two families as distinct because they "cannot be separated by external diagnostic characters" (Landry 1995), characters of the tympanal organs and larvae are certainly external. From a cladistic perspective, most of the structures of the crambid type of tympanal organ represent synapomorphies. The most

1 Systematic Entomology Laboratory, USDA. Smithsonian Institution, P.O. Box 37012. National Museum Natural History, E-517, MRC 168. Washington, D.C. 20013-7012. *alma.solis@ars.usda.gov*

Figure 1. Crambidae: Acentropinae: **A.** *Parapoynx obscuralis* (Grote, 1881). **B.** *Petrophila bifascialis* (Robinson, 1869). **C.** *Synclita obliteralis* (Walker, 1859). Crambidae: Crambinae: **D.** *Crambus praefectellus* (Zincken, 1821). **E.** *Fissicrambus mutabilis* (Clemens, 1860). **F.** *Microcrambus elegans* (Clemens, 1860). **G.** *Urola nivalis* (Drury, 1773). Crambidae: Evergestinae: **H.** *Evergestis rimosalis* (Guenée, 1854). Crambidae: Glaphyriinae: **I.** *Chalcoela pegasalis* (Walker, [1866]). **J.** *Eustixia pupula* (Hübner, 1823). **K.** *Glaphyria glaphyralis* (Guenée, 1854). Crambidae: Pyraustinae: **L.** *Achyra rantalis* (Guenée, 1854). **M.** *Hahncappsia marculenta* (Grote & Robinson, 1867). **N.** *Ostrinia nubilalis* (Hübner, 1796). **O.** *Saucrobotys futilalis futilalis* (Lederer, 1863). Crambidae: Schoenobiinae: **P.** *Donacaula aquilella* (Clemens, 1860). Crambidae: Scopariinae: **Q.** *Eudonia heterosalis* (McDunnough, 1961). **R.** *Scoparia biplagialis* Walker, 1866. Crambidae: Spilomelinae: **S.** *Apogeshna stenialis* (Gunée, 1854). **T.** *Choristostigma roseopennalis* (Hulst, 1886). **U.** *Conchylodes ovulalis* (Guenée, 1854). **V.** *Desmia funeralis* (Hübner, 1796). **W.** *Hymenia perspectalis* (Hübner, 1796). **X.** *Nomophila nearctica* Munroe, 1973. **Y.** *Pantographa limata* (Grote & Robinson, 1867). **Z.** *Pleuroptya silicalis* (Guenée, 1854). **AA.** *Udea rubigalis* (Guenée, 1854). Pyralidae: Chrysauginae: **BB.** *Tosale oviplagalis* (Walker, 1866). Pyralidae: Epipaschiinae: **CC.** *Epipaschia superatalis* Clemens, 1860. Pyralidae: Galleriinae: **DD.** *Omphalocera cariosa* Lederer, 1863. Pyralidae: Phycitinae: **EE.** *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879. **FF.** *Laetilia coccidivora* (Comstock, 1879). **GG.** *Peoria roseotinctella* (Ragonot, 1887). Pyralidae: Pyralinae: **HH.** *Aglossa caprealis* (Hübner [1809]). **II.** *Herculia olinalis* (Guenée, 1854).

Table 2. Classification of Crambidae subfamilies (synonyms in italics).

Minet (1981[1982])	Munroe and Solis (1999)	Solis and Maes (2002)
Cathariinae*	Cathariinae*	Cathariinae*
Crambinae	Crambinae	Crambinae
Cybalomiinae	Cybalomiinae	Cybalomiinae
Evergestinae	Evergestinae	Evergestinae
Glaphyriinae	Glaphyriinae	Glaphyriinae
Dichogaminae	*Alatuncusiinae*	*Alatuncusiinae*
	Dichogaminae	Dichogaminae
Linostinae	Linostinae	Linostinae
Midilinae	Midilinae	Midilinae
Musotiminae	Musotiminae	Musotiminae
Noordinae*	Noordinae*	Noordinae*
Nymphulinae	Nymphulinae	Acentropinae**
		Nymphulinae
Odontiinae	Odontiinae	Odontiinae
Pyraustinae	Pyraustinae	Pyraustinae
Spilomelinae	*Spilomelinae*	Spilomelinae
Schoenobiinae	Schoenobiinae	Schoenobiinae
Scopariinae	Scopariinae	Scopariinae
Heliothelinae	*Heliothelinae*	*Heliothelinae*
	Wurthiinae*	Wurthiinae*

*does not occur in the Western Hemisphere.
**International Commission for Zoological Nomenclature sustained Acentropinae as the senior valid name (Solis 1999b).

convincing synapomorphy for Pyralidae is the sclerotized ring around the base of seta SD1 on segment A8 of the larva (Fig. 3). In a few genera in both Crambidae and Pyralidae, tympanal organs are absent or reduced (e. g.: *Lathroteles* (Minet 1991); *Michaelshaffera* (Solis 1998)), and a few pyralid species lack the sclerotized ring on A8, although a shiny white translucent ring is present if it is not sclerotized (*Etiella zinckenella* (Solis 1999a); laboratory reared *Galleria mellonella*, personal observation). A molecular study testing the utility of the *period*

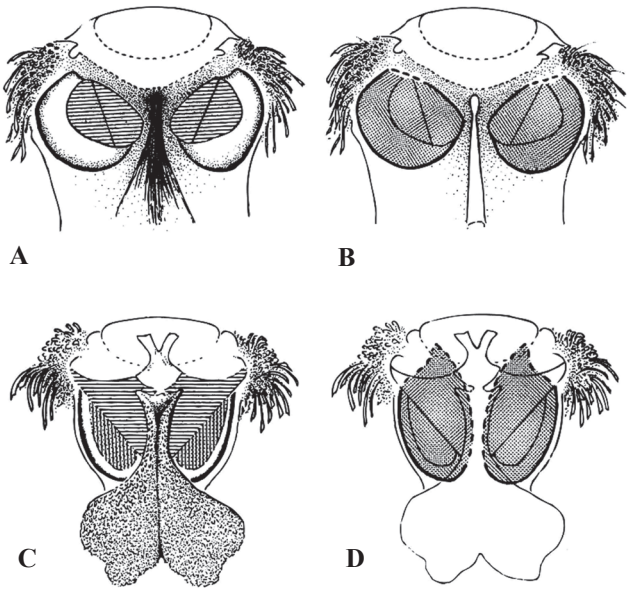


Figure 2. **A.** Pyralidae, praecinctorium absent, tympanum and conjunctiva in the same plane (line horizontal only). **B.** Pyralidae, praecinctorium absent, tympanal case closed medially and with a small, anterior aperture (bold dotted lines). **C.** Crambidae, praecinctorium present, tympanum and conjunctiva meeting at a distinct angle (lines horizontal and vertical). **D.** Crambidae, praecinctorium present, tympanal case open anteromedially (bold dotted lines). From Munroe and Solis (1999).

Table 3. Classification of Pyralidae subfamilies (synonyms in italics).

Minet (1981[1982])	Solis and Mitter (1992)	Munroe and Solis (1999)
Galleriinae	Galleriinae	Galleriinae
Macrothecinae	*Macrothecinae*	*Cacotherapinae*
Chrysauginae	Chrysauginae	Chrysauginae
Pyralinae	Pyralinae	Pyralinae
Hypotiinae	*Hypotiinae*	*Hypotiinae*
Endotrichinae	*Endotrichinae*	*Endotrichinae*
Epipaschiinae	Epipaschiinae	Epipaschiinae
Phycitinae	Phycitinae	Phycitinae
Anerastiinae		*Anerastiinae*
Peoriinae	*Peoriinae*	*Peoriinae*

gene on three species of Pyraloidea showed two crambid species as sister group to one pyralid species (Regier *et al.* 1998)

The larvae of Pyraloidea exhibit diverse behavioral characteristics. Some are concealed feeders that fold, roll, web, or tie leaves together to form a shelter. Others are borers of monocots and can be found in the stems, roots, shoots, buds, fruits, or galls. A few mine leaves, make cases, or live in the nests of ants, bees, and wasps (selected references in Munroe and Solis 1999; Solis 1997). Some groups of pyraloids have adapted to aquatic environments (Lange 1956; Munroe 1972; Solis in press) where they mostly are plant feeders, but some have been observed as predators on other insects. The larvae of pyraloid species are scavengers, feeding on stored products or the fecal matter of sloths (Waage and Montgomery 1976) and bats (Solis and Mitter 1992). Pyraloids feed on a wide diversity of plants (Solis 1999a; Robinson *et al*. 2002), including monocots, dicots, and algae (Solis in press); one subfamily specializes on ferns (Solis *et al.* 2004b, 2005 *et al*.; Yen *et al.* 2004). Pyraloid larvae can be distinguished from other Lepidoptera by the following combination of characters: two prespiracular setae on the prothorax, crochets in a complete circle or penellipse (with the exception of aquatic immatures where they are usually in two rows), and three subventral setae on abdominal segments 3 to 6. Noctuids and carposinids also have two prespiracular setae on the prothorax, but noctuids have crochets in a mesoseries, and carposinids have four or

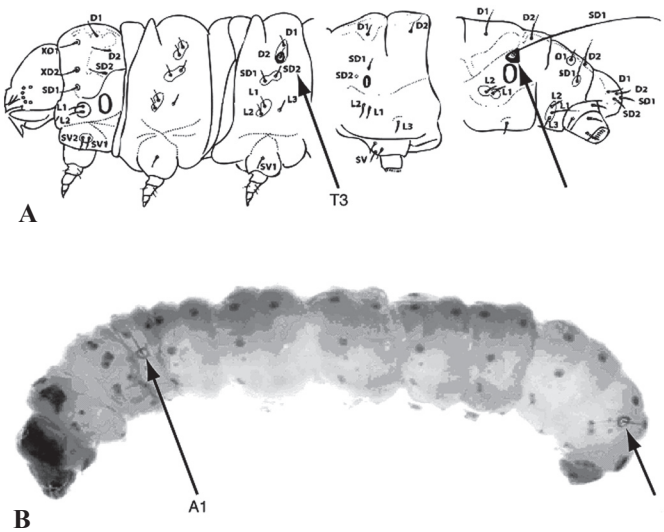


Figure 3. **A.** Pyralidae, sclerotized ring at base of SD1 of A8, Chrysaugine, sclerotized ring at base of SD1 of metathoracic segment 3. **B.** Pyralidae, sclerotized ring at base of SD1 of A8, Galleriinae, sclerotized ring at base of SD1 of abdominal segment 1.

more subventral setae on abdominal segments three to six (Solis 1999a). The literature on the morphology and biology of immatures is scattered, but see Allyson (1981, 1984) for larvae of Spilomelinae and Pyraustinae and Neunzig (1987) for Nearctic pyraloid larvae. There are very few comprehensive studies on the pupae (Mosher 1916; Patocka and Turcani 2005).

Family Crambidae

Currently 17 subfamilies are recognized in the Crambidae (Table 2). Three subfamilies, Cathariinae, Noordinae, and Wurthiinae do not occur in the Western Hemisphere and are not discussed here (see Munroe and Solis 1999). Solis and Maes (2002) proposed a preliminary hypothesis of relationships based on adult characters only (Fig. 4). The Spilomelinae and Pyraustinae, previously hypothesized to be closely related, are not. Evidence suggests that further phylogenetic work on polyphyletic groups (e. g.: Spilomelinae) will reveal more subfamilial taxa, and some of the subfamilies will be shown to be paraphyletic in relation to other groups. For example, the subfamilies Pyraustinae + Evergestinae + Odontiinae + Glaphyriinae are likely paraphyletic to each other (Solis and Maes 2002). The Crambidae is the larger family with just under 10,000 described species worldwide. In addition to the tympanal characters mentioned previously [a tympanal case that opens anteromedially, a conjunctiva and tympanum that are not in the same plane, and the presence of the praecinctorium] one larval character defines the family: 1 or 2 L setae on A9 (Hasenfuss 1960; Minet 1981, 1983, 1985).

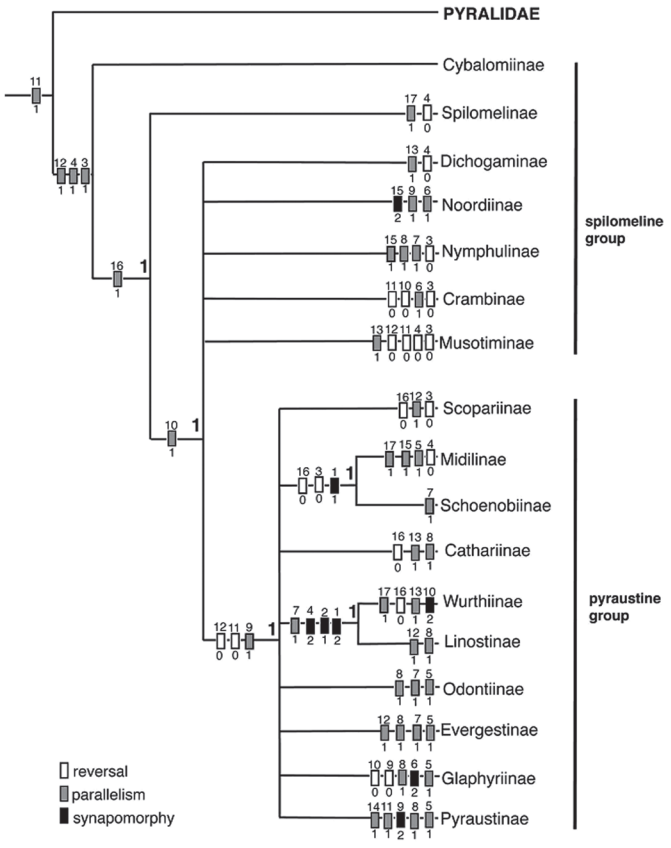


Figure 4. Strict consensus tree of 16 trees produced by a heuristic search of 500 random addition sequences in PAUP. Bremer decay indices are labeled in bold at the nodes. From Solis and Maes (2002).

Subfamily Spilomelinae. Spilomelinae is the largest subfamily in the Pyraloidea, and until the 1980s it was subsumed within Pyraustinae. Spilomelinae was resurrected by Minet (1981) based on several morphological characters. However, as presently defined, it is polyphyletic, and upon further study it will be separated into monophyletic sister groups. Very few studies using cladistic methods have been conducted (i. e.: black and white *Diaphania* (Clavijo 1990), New World *Omiodes* (Gentili and Solis 1998), and Australian *Glyphodes* and related genera (Sutrisno 2002a, b)). Sutrisno *et al*. (2006) conducted a molecular study using two mitochondrial genes (COI and COII) and the nuclear gene EF-1α and found that *Glyphodes* was monophyletic, although previous morphological results were not congruent with this result. Spilomelinae is comprised of hundreds of genera, including *Neoleucinodes* and *Leucinodes* that are major pests of solanaceous crops in the New World and Old World respectively; *Lineodes*, exhibits great species diversity in Peru and species feed on potatoes; *Udea*, that includes the greenhouse leaf tier; *Desmia*, that includes leaf rollers on grapes; *Herpetogramma*, *Hymenia*, and *Spoladea*, that are polyphagous on a wide variety of crops; *Diaphania*, a very diverse, polyphyletic group with major pests of cucurbits in the Neotropics; *Omiodes* and *Maruca*, that include major pest of legumes worldwide; *Palpita* and *Conogethes*, that include pests of peaches and conifers in the Old World, *Azochis* species are shoot borers in coffee and other tropical trees; *Siga*, a group with bright green wings with "windows" that exceed 100 mm in wingspan; *Agathodes* and *Terastia*, that are borers and webbers of *Erythrina* shoots and flowers; and the mimetic *Hyalea* and *Trichaea*, with dioptid and hymenopterous models respectively (Munroe and Solis 1999).

Subfamily Crambinae. The Crambinae is the second largest subfamily in Crambidae. Although many studies have been conducted at lower taxonomic levels owing to the economic importance of various included groups (Hampson 1895; Box 1931; Bleszynski 1969, 1970; Gaskin 1975, 1985; Schouten 1992; Landry 1995), the relationship of Crambinae to other subfamilies within the Crambidae remains unresolved (Solis and Maes 2002). This subfamily includes stem-boring genera such as *Myelobia* whose larvae attack bamboo, and *Chilo, Diatraea,* and *Eoreuma* that attack sugarcane (Bleszynski 1969; Solis 2004); *Chilo* and *Diatraea* also attack rice. Root- and leaf-feeding is characteristic of *Crambus*, a genus that includes many sod webworms that emerge at night to feed on the grasses, and live in silk-lined tunnels in the soil during the day. A cladistic study of Nearctic species was conducted by Landry (1995).

Subfamily Pyraustinae. The Pyraustinae is the third largest subfamily in the Crambidae and has been the focus of various studies by Maes (e. g.: 1987, 1994, 1995, 2002) primarily on the fauna of Africa and the Palearctic region. It is well defined by characters of the tympanal organs (atrophied spinula and venulae and a narrow fornix tympani) and the male genitalia (valvae with sellae (a medially direct clasper with modified setae known as edita), the male mesothoracic tibiae (with a longitudinal groove that holds androconial scales), and the collar or antrum of the female genitalia (often with spines). This subfamily includes *Loxostege*, that may migrate in swarms and whose larvae may defoliate fields; *Achyra*, that includes major polyphagous pests of crops (Maes 1987); and *Ostrinia nubilalis* (Hübner, 1796) (Mutuura and Munroe 1970), that was

introduced into the U.S. and has become a major pest on corn and other crops (Munroe and Solis 1999). There has been no higher level phylogenetic work on genera.

Subfamily Acentropinae. Acentropinae, formerly called Nymphulinae (Solis 1999b), has many species that are truly aquatic as immatures either with gills protruding from the integument or using a plastron for oxygen exchange. The larvae are mostly herbivorous, but a few have been shown to be predators of Simuliidae in Brazil (Yen 2004b; Solis in press). Most of the species in *Petrophila* are scrapers, feeding on algae and diatoms on the surfaces of rocks or other submerged objects, but other species feed on submerged plants, such as *P. drumalis* (Dyar, 1906), that feeds on the rootlets of water lettuce (*Pistia*) (Habeck and Solis 1994). Yoshiyasu (1985) defined the Acentropinae based on the protruding spiracles of the pupae on the second to fourth segments, but these characters have since been found to occur in members of the Musotiminae (Yen *et al*. 2004). Minet (1985) defined the subfamily by the presence of swollen scoloparia in the tympanal organs. Munroe (1972) reviewed the Nearctic Acentropinae, but his higher-level nomenclature is now outdated. There are no confirmed synapomorphies for this subfamily. There are several catalogs from China (Speidel and Mey 1999; You *et al*. 2002) and Chen has conducted several generic revisions from China (e. g.: 2006). Shen-Horn Yen (personal communication) is conducting a worldwide study of the genera of the Acentropinae.

Subfamilies Odontiinae, Evergestinae, Schoenobiinae, Scopariinae, Cybalomiinae, Musotiminae. Other smaller subfamilies of the Crambidae, such as Odontiinae, Evergestinae, Schoenobiinae, Scopariinae, Cybalomiinae, and Musotiminae, occur worldwide but are not very speciose in the Neotropics. Odontiinae was defined by Leraut and Luquet (1982) by the scalelike sclerotizations at the base of the vinculum of the male genitalia and two sets of non-deciduous scales on sternite VIII. The Evergestinae is even less well known; Minet (1981) defined the subfamily by derived characters of the tympanal organs. Schoenobiinae usually have long, narrow brown wings, but *Rupela*, a pest of rice, have brilliant white wings. Schoenobiinae are defined by a membranous area on sternite VIII covered by stiff scales from the posterior margin of sternite VI (Common 1990); the presence of platelike, scale-bearing coremata flanking the vinculum (Lewvanich 1981); a process on the lateral margin of the gnathos (Maes 1998); and a highly bilobed praecinctorium with a pair of circular formations called tubercula by Minet (1981, 1985). Larvae bore into grasses found in marshes and *Scirpophaga* in the Old World, and *Rupela* are pests of rice in the New World. Scopariinae moths are usually very small with black and white scales (Munroe 1972; Nuss 1999). Minet (1981) defined the subfamily by its longitudinal praecinctorium, reduced saccus tympani, and a well-developed gnathos in the male genitalia. Heliothelinae, currently is considered a synonym of Scopariinae, but this has been questioned by Nuss (1998) and Nuss *et al.* (1998). The most speciose genera, *Eudonia* and *Scoparia,* reach their greatest diversity on oceanic islands (Nuss 1999). The larvae tunnel in roots and stems of mosses and lycopods or feed on roots of vascular plants (Munroe and Solis 1999). Cybalomiinae is not well defined; nine species have been described in the Neotropics, but all but one belong in other subfamilies. Their placement in this subfamily is not tenable and is under investigation by Solis. Some larvae are known to feed on Cruciferae (Luquet and Minet 1982). Musotiminae is a subfamily that was extracted from Acentropinae by Munroe (1972) based on the fact that most known species feed on ferns and do not have aquatic immatures. They have not been studied on worldwide basis, but Solis *et al*. (2004b) and Yen *et al*. (2004) have been transferring taxa to the Musotiminae and describing new taxa that feed on the Old World Climbing fern in southeast Asia and other ferns in the New World. Musotimines are defined by antennae that are laterally compressed, R_2 stalked with R_{3+4}, aedeagus with a reduced coecum, and tympanal cases enlarged (Minet 1981; Yoshiyasu 1985; Yen *et al*. 2004), but the relationship of Musotiminae with other subfamilies in Crambidae is unknown. Phillips and Solis (1996) studied *Neurophyseta* in Costa Rica; and Solis *et al*. (2005) described a new genus from Costa Rica that are leaf miners on a fern.

Subfamilies Linostinae, Midilinae, Glaphyriinae. Some subfamilies occur primarily in the Neotropics: Linostinae, Midlinae, and Glaphyriinae. The Linostinae is comprised of three species of *Linosta.* Although the characters that define this group are mainly absence of characters or secondary losses (reduced labial palpi and lack of maxillary palpi, proboscis, ocelli and chaetosemata (Munroe and Solis 1999)), they are easily recognizable by white forewings with distinct black lines. The immature stages are unknown. The Midilinae are spectacular moths with hyaline discal spots and sinuate terminal margins on red, green or yellow forewings; there are 47 described species (Munroe 1970). Minet (1981, 1985) and Munroe and Solis (1999) defined the subfamily on the basis of the reduced tympanal organs, a short praecinctorium, chaetosemata on the head often well delineated from the surrounding area, and an ostium bursae lacking a signum but with diffuse patches of spinules. The larvae are known to bore into stems and roots of Araceae. Solis and Adamski (1998), in their study of the Costa Rican Glaphyriinae, defined the subfamily by the absence of chaetosemata on the head, gnathos of the male genitalia, and the presence of a sclerotized antrum in the female genitalia. That study revealed that a generic revision of all 200 species in the Western Hemisphere is greatly needed. A few species of *Hellula* are pests of crucifers and occur worldwide. There has been no higher-level phylogenetic analysis of this subfamily.

Family Pyralidae

The Pyralidae is the smaller of the two families with a little less than 5,000 described species. It includes five subfamilies: Phycitinae, Epipaschiinae, Pyralinae, Chrysauginae, and Galleriinae. The monophyly of the Pyralidae is supported by the closed bullae tympani (Minet 1981, 1985), forewing veins R_3 and R_4 completely fused or stalked at their base, uncus arms in the male genitalia (Solis and Mitter 1992), and larvae with a sclerotized ring at the base of SD1 on A8 (Hasenfuss 1960). A phylogeny of the pyralid subfamilies proposed by Solis and Mitter (1992) (Fig. 5) shows support for the sister group relationship of the Epipaschiinae and Phycitinae, but the galleriines and chrysaugines were found to be unresolved basally.

Subfamily Galleriinae. Galleriinae occur worldwide and are defined by a lack of a gnathos (Whalley 1964; Munroe 1972). Although two genera of Chrysauginae also lack a gnathos (Cashatt 1968) it presumably has been lost independently in Galleriinae and Chrysauginae. Recently research on the

musculature (Solis unpublished) indicates that a remnant of a gnathos may be present but extremely difficult to see. Galleriine pupae have a prominent median ridge on the dorsum of the thorax and abdomen (Mosher 1916), and the larvae of most species have a sclerotized ring around SD1 of A1 (Hasenfuss 1960), except for *Omphalocera* and *Thyridopyralis* (Solis 1989; Solis and Mitter 1992). A world catalog of this subfamily was compiled by Whalley (1964), but no phylogenetic analyses have been conducted. This subfamily includes the bee or wax moth, *Galleria mellonella* (L., 1758), that feeds on honeycombs, and the rice moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866). Other genera, such as *Aphomia*, have symbiotic relationships with other hymenopterans, and *Paralipsa* species are stored product pests worldwide (Munroe and Solis 1999).

Subfamily Chrysauginae. Chrysauginae are primarily neotropical (Cashett 1968). The monophyly of the subfamily is supportd by a a sclerotized ring at the base of SD1 on the metathorax (Hasenfuss 1960), but this feature is absent in *Azamora* (Solis 1989). A checklist of the Chrysauginae in the Western Hemsiphere was compiled by Solis *et al*. (1995), but no phylogenetic analyses have been conducted. Four Australian genera were placed tentatively in this subfamily by Shaffer *et al*. (1996), but study of the adults did not confirm this, and the larvae are unknown. In the Western Hemisphere, this subfamily is home to the sloth moths. Adults of these species live in the fur, and the larvae feed on the sloth's dung (Waage and Montgomery 1976). Sloth moths are placed in several genera (*Cryptoses, Bradypodicola, Bradypophila*) that are paraphyletic with respect to each other (being worked on Roe, pers. comm.).

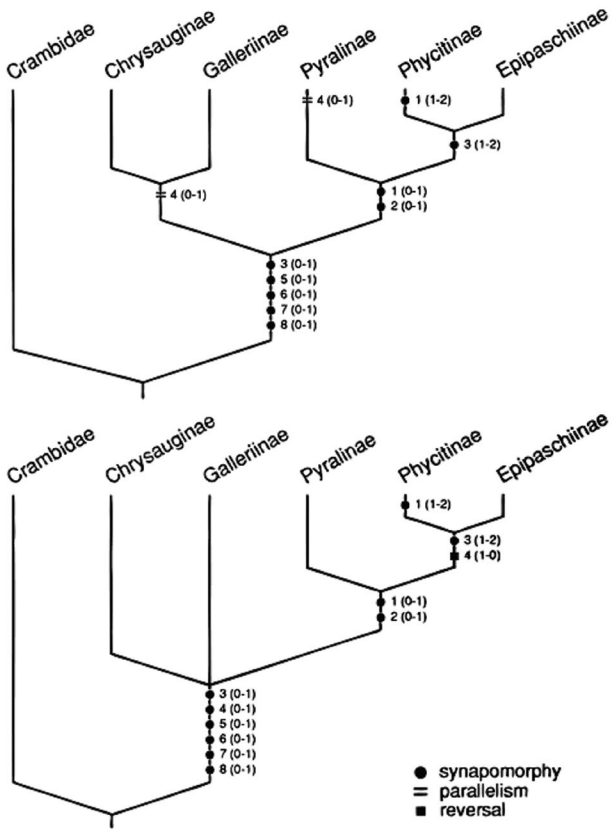


Figure 5. Two most parsimonius cladograms for the Pyralidae. Numbers outside parentheses indicated character number and numbers inside parentheses described character state transformations. From Solis and Mitter (1992).

Subfamily Pyralinae. Pyralinae is a worldwide group, but not very speciose in the New World. The subfamily is defined by a corpus bursae in the female genitalia that barely extends cephalad beyond abdominal segment 7 (Solis and Mitter 1992). A checklist of the Western Hemisphere and a morphological review of the Pyralinae was presented by Solis and Shaffer (1995, 1999), but no phylogenetic analyses have been conducted. The subfamily includes the meal moth, *Pyralis farinalis* L., 1758, and other species that are pests of stored product, leaf feeders, and one species, *P. manihotalis* Guenée, 1854, that has been reared from bat guano (Solis and Mitter 1992).

Subfamily Epipaschiinae. Epipaschiinae were examined by Solis and Mitter (1992) and Solis (1993), and three synapomorphies were discovered to define it. The third segment of the labial palpus is upturned and pointed, the phallobase of the aedeagus extends beyond the ductus ejaculatorius and is curved ventrally, and there is weakness in the sclerotization at the base of the tegumen that results in the appearance of a separate sclerite. Larvae are known to be leaf rollers, leaf tiers, and leafminers, but their morphology is not well known. The group includes minor pests of avocado (e. g.: *Accinctapubes)*, mahoganies (e. g.: *Macalla*), and corn (e. g.: *Phidotricha*). Solis (1993) provided a phylogenetic analysis of 20 genera of the *Pococera* complex, which consists of 300 species in the Western Hemisphere, representing the first cladistic analysis of a pyraloid group. A similar study of about 500 Old World species is needed. Checklists of Old World and New World epipaschiines have been published (Solis 1992; Solis 1995).

Subfamily Phycitinae. The Phycitinae is the largest subfamily, consisting mostly of small moths worldwide. It is defined by larvae with a sclerotized circle at the base of seta SD1 on the mesothorax (Hasenfuss 1960). The female *frenulum* has one bristle as in the male (females have two bristles in pyralines and epipaschiines, three in galleriines and chrysaugines), and the ductus seminalis originates in the corpus bursae (in other pyralid subfamilies it originates in the ductus bursae) (Solis and Mitter 1992). Shaffer (1968, 1976) has revised many groups of the Peoriini. The Phycitinae includes many stored product pests, including *Plodia*, *Cadra, Ectomyelois,* and *Etiella* (Solis 1999a). The larvae are leaf rollers and borers in various parts of plants, although a few are known to be predators of Homoptera (e. g.: *Laetilia)*. *Cactoblastis cactorum* (Berg, 1885)*,* the cactus moth is the classical biological control agent of *Opuntia* in various countries, but in recent years has become an introduced invasive in the United States (Solis *et al*. 2004a). The New World Phycitinae were revised by Heinrich (1956), the Nearctic members by Neunzig (e. g.: 1986, 1990, 1997, 2003), and the Old World *Homeosoma* species by Roesler (1965). Whalley (1970) produced a world catalog of the Phycitinae. Recently, Neunzig and Solis (e.g. 2002, 2004, 2005a,b, 2006) have published a number of papers regarding Costa Rican phycitines, Horak (e. g.: 1998) has published on Australian Phycitinae, and Li and coauthors have published on Chinese genera (e. g.: Li and Ren 2006). Simonsen (pers. comm.) is conducting research on the cactus feeding phycitines. Recent studies on *Dioryctria*, which are pests of conifers in the Holarctic region, indicates that combining morphological and molecular characters increased nodal support in hypothesize phylogenetic trees (Du *et al*. 2005; Roe *et al*. 2006).

Literature Cited

ALLYSON, S. 1981. Last instar larve of Pyraustini of America north of Mexico (Lepidoptera: Pyralidae). Canadian Entomologist 113: 463-518.

ALLYSON, S. 1984. Description of last-instar larvae of 22 species of North American Spilomelini (Lepidoptera: Pyralidae: Pyraustinae) with a key to species. Canadian Entomologist 116: 1301-1334.

BECCALONI, G. W.; SCOBLE, M. J.; ROBINSON, G. S.; PITKIN, B. (eds.). 2003. The Global Lepidoptera Names Index (LepIndex). World Wide Web electronic publication. http://www.nhm.ac.uk/entomology/lepindex. Last revision: 1 February 2005. Last access: 15 May 2007.

BLESZYNSKI, S. 1969. The taxonomy of the crambine moth borers of sugar cane, pp. 11-59. In: Williams, J. R.; Metcalf, J. R.; Mungomery, R. W.; Mather, R. (eds.). Pests of Sugar Cane. New York: Elsevier Publishing Co.

BLESZYNSKI, S. 1970. A revision of the world species of the genus *Chilo* Zincken. (Lepidoptera: Pyralidae). Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology 25 (4): 101-195.

BÖRNER, C. 1925. Lepidoptera, Schmetterlinge. pp. 382-421. In: Bröhmer, P. (ed.). Fauna von Deutschland: Berlin: Leipzig, Quelle & Meyer: 561 p.

BOX, H. E. 1931. The crambine genera *Diatraea* and *Xanthopherne* (Lep. Pyralidae). Bulletin Entomological Research 22: 1-50.

CASHATT, E. D. 1968. Revision of the Chrysauginae of North America. Dissertation, Catholic University of America, Washington, D.C. 179 p.

CHEN, F.; SONG, S.; WU, C. 2006. A review of the genus *Eristena* Warren in China (Lepidopera: Crambidae: Acentropinae). Aquatic Insects 28 (3): 229-241.

CLARKE, J. F. G. 1971. The Lepidoptera of Rapa Island. Smithsonian Contributions Zoology 56: 1-282.

CLAVIJO A., J. A. 1990. Systematics of black and white species of the genus *Diaphania* Hübner (1818) (Lepidoptera: Pyralidae: Pyraustinae). Dissertation: Montreal, Canada: McGill University. 215 p.

COMMON, I. F. B. 1990. Pyraloidea, pp. 343-358. In: Moths of Australia. Carlton, Victoria: Melbourne University Press.

DU, Y.; A. D. ROE; F.A.H. SPERLING. 2005. Phylogenetic framework for *Dioryctia* (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) based on combined analysis of mitochondrial DNA and morphology. Canadian Entomologist 137: 685-711.

FLETCHER, D. S.; I. W. B. NYE. 1984. The Generic Names of the Moths of the World. London: Trustees of the British Museum (Natural History): Vol. 5, 185 p.

GASKIN, D. E. 1975. Revision of the New Zealand Crambini (Lepidoptera: Pyralidae: Crambinae). New Zealand Journal Zoology 2 (3): 265-363.

GASKIN, D. E. 1985. Morphology and reclassification of the Australasian, Melanesian and Polynesian *Glauchocharis* Meyrick (Lepidoptera: Crambinae: Diptychophorini). Australian Journal Zoology Supplement Series 115: 1-75.

GENTILI, P.; SOLIS, M. A. 1998. Checklist and key of New World species of *Omiodes* Guenée with descriptions of four new Costa Rican species (Lepidoptera: Crambidae). Entomologica Scandinavica 28: 471-492.

HABECK, D.; SOLIS M. A. 1994. Transfer of *Petrophila drumalis* (Dyar) to *Argyractis* based on immature and adult characters with a larval description of *Argyractis subornata* (Hampson) (Lepidoptera: Crambidae: Nymphulinae). Proceedings Entomological Society Washington 96 (4): 726-734.

HAMPSON, G. F. 1895. On the classification of the Schoenobiinae and Crambinae, two subfamilies of moths, of the family Pyralidae. Proceedings of the Zoological Society of London 1895: 897-974.

HASENFUSS, I. 1960. Die Larvalsystematik der Zünsler. Berlin: Academie Verlag: 263 p.

HEINRICH, C. 1956. American moths of the subfamily Phycitinae. Bulletin of the United States National Museum 207: 1-581.

HORAK, M. 1998. A reassessment and review of the Australian genus *Cternomeristis* Meyrick (Lepidoptera: Pyralidae: Phyctinae). Entomologica Scandinavica 28: 445-470.

LANDRY, B. 1995. A phylogenetic analysis of the major lineages of the Crambinae and of the genera of the Crambini of North America (Lepidoptera: Pyralidae). Memoirs of the American Entomological Institute 1:1-242.

LANGE, H. 1956. Aquatic Lepidoptera, pp. 271-288. In: Usinger, R. L. (ed.). Aquatic Insects of California. University of California Press. Berkeley. 508 p.

LERAUT, P.; LUQUET, G. C. 1982. Statut de quelques genres et espèces d'Odontiinae paléarctiques et description de quatre nouveaux taxa (Lep. Crambidae). Linneana Belgica 8 (12): 527-555.

LEWVANICH, A. 1981. A revision of the Old World species of Scirpophaga (Lepidoptera: Pyralidae). Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology 42 (4): 185-298.

LI, H.-H.; REN, Y.-D. 2006. The genus *Thiallela* Walker, 1863 in China (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). Entomological News 117 (3): 323-331.

LUQUET, G. C.; MINET, J. 1982. Decouverte dans le Vaucluse d'une nouvelle espèce de Pyrale et designation de l'espèce-type du genre *Krombia* Chrétien (Lepidoptera, Crambidae, Cybalomiinae). Alexanor 12 (7): 317-326.

MAES, K. V. N. 1987. Revisionary notes on the genus *Achyra* Guenée with a new synonym and the description of *Achyra takowensis* sp. n. (Lepidoptera: Pyralidae, Pyraustinae) (Studies on Pyralidae I). Nota Lepidopterologica 10 (3): 175-182.

MAES, K. V. N. 1994. Some notes on the taxonomic status of the Pyraustinae (sensu Minet 1981 [1982]) and a check list of the Palearctic Pyraustinae (Lepidoptera, Pyraloidea, Crambidae). Annales de la Société Royale Entomologique de Belgique 130: 159-168.

MAES, K. V. N. 1995. A comparative morphological study of the adult Crambidae (Lepidoptera, Pyraloidea). Annales de la Société Royale Entomologique de Belgique 131: 383-434.

MAES, K. V. N. 1998. On the morphology of the gnathos in the Pyraloidea (Lepidoptera). Entomological Scandinavica 28 (4): 381 390.

MAES, K. V. N. 2002. On the systematic position of some Paleaearctic Pyraustinae (Pyraloidea: Crambidae). Nota Lepidopterologica 24 (4): 51-57.

MINET, J. 1981 (1982). Les Pyraloidea et leurs principales divisions systématiques. Bulletin de la Société Entomologique de France 86: 262-280.

MINET, J. 1983. Étude morphologique et phylogénétique des organes tympaniques des Pyraloidea. 1. Généralitès et homologies (Lepidoptera Glossata). Annales de la Société Entomologique de France 19 (2): 175-207.

MINET, J. 1985. Étude morphologique et phylogénétique

des organes tympaniques des Pyraloidea. 2 - Pyralidae, Crambidae, première partie (Lepidoptera Glossata). Annales de la Société Entomologique de France 21 (1): 69-86.

MINET, J. 1986. Ébauche d'une classification moderne de l'ordre des Lépidoptères. Alexanor 14 (7): 291-313.

MINET, J. 1991. Tentative reconstruction of the ditrysian phylogeny (Lepidoptera: Glossata). Entomological Scandinavica 22: 69-95.

MOSHER, E. 1916. A classification of the Lepidoptera based on characters of the pupa. Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History 12: 15-159.

MUNROE, E. 1970. Revision of the subfamily Midilinae (Lepidoptera: Pyralidae). Memoirs of the Entomological Society of Canada 74: 1-94.

MUNROE, E. 1972. (Fasc. 13.1A-1B), 1973 (Fasc. 13.1C), 1976 (Fasc. 13.2A-B). Pyraloidea. Pyralidae (in part). In: Dominick, R. B.; Ferguson, D. C.; Franclemont, J. G.; Hodges, R. W.; Munroe, E. G. (eds.). The Moths of America North of Mexico. London: E.W. Classey, Ltd. and The Wedge Entomological Research Foundation: 1- 304, 1-150.

MUNROE, E.; SOLIS, M. A. 1999. Pyraloidea, pp. 233-256. In: Kristensen, N. (ed.). Lepidoptera, Moths and Butterflies, Vol. 1, Arthropoda, Insect, Vol.4, Part 35. Handbook of Zoology. Walter de Gruyter & Co. Berlin. 491 p.

MUTUURA, A.; MUNROE, E. M. 1970. Taxonomy and distribution of the European corn borer and allied species: genus *Ostrinia* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). Memoirs of the Entomological Society of Canada 71: 1-112.

NEUNZIG, H. H. 1986. (Fasc. 15.2), 1990 (Fasc. 15.3), 1997 (Fasc. 15.4), 2003 (Fasc. 15.5). Pyraloidea, Pyralidae (in part). In: Dominick, R. B.; Ferguson, D. C.; Franclemont, J. G.; Hodges, R. W.; Munroe, E. G. (eds.). The Moths of America North of Mexico. Lawrence, Kansas: Allen Press, Inc.: 1-112, 1-165, 1-157, 1-338.

NEUNZIG, H. H. 1987. Pyralidae (Pyraloidea), pp. 462-494. In: Stehr, F. W. Immature Insects. Dubuque, Iowa: Kendall Hunt Publishing Co.

NEUNZIG, H. H.; SOLIS, M. A. 2002. The *Ceracanthia* complex (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae) in Costa Rica. I. *Ceracanthia*. Proceedings Entomological Society of Washington 104 (4): 837-855.

NEUNZIG, H. H.; SOLIS, M. A. 2004. *Exguiana*, a new genus of Neotropical phycitines (Lepidoptera: Pyralidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 106 (3): 544-563.

NEUNZIG, H. H.; SOLIS, M. A. 2005a. *Tumoriala*, a new neotropical phycitine genus (Lepidoptera: Pyralidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 107 (1): 84-89.

NEUNZIG, H. H.; SOLIS, M. A. 2005b. A review of the genus *Difundella* (Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 107 (2): 303-314.

NEUNZIG, H. H.; SOLIS, M. A. 2006. Four new species of Costa Rican Phycitinae (Lepidoptera: Pyralidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 108 (4): 953-963.

NIELSEN, E. S. 1989. Phylogeny of major lepidopteran groups. In: Fernholm, B.; Bremer, K.; Jörnvall, H. (eds.). The Hierarchy of Life. Copenhagen: Elsevier Science Publishers: 281-294.

NUSS, M. 1998. The Scopariinae and Heliothelinae stat. Rev. (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae) of the Oriental Region: a revisoinal synopsis with descriptions of new species from the Phillippines and Sumatra. Nachrichten des entomologischen Vereins Apollo Supplement 17: 475-528.

NUSS, M. 1999. Revision der Gattungen der Scopariinae, Lepidoptera: Pyraloidea, Crambidae. Nova supplementa Entomologica 13: 1-151.

NUSS, M. 2006. GLOBIZ, State Museum of Zoology, Dresden, Germany. http://globiz.sachsen.de/pyrdat_prototype/GlobIZ/globiz_start/index_start.html. Last revision: 16 May 2006. Last access: 1 May 2007.

NUSS, M.; KARSHOLT, O; MEYER, M. 1998. A taxonomic revision of the Scopariinae from the Macaronesian Region (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae). Entomological Scandinavica 28: 509-551.

PATOCKA, J.; TURCANI, M. 2005. Lepidoptera Pupae, Central European Species. Apollo Books. Denmark. 2 volumes 542 p., Plates 321 p.

PHILLIPS, E.; SOLIS, M. A. 1996. *Neurophyseta* (Lepidoptera: Crambidae) de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 44 (2): 693-717.

REGIER, J. C.; FANG, Q. Q.; MITTER, C.; PIEGLER, R. S.; FREIDLANDER, T. P.; SOLIS, M. A. 1998. Evolution and Phylogenetic Utility of the *period* gene in Lepidoptera. Molecular Biology and Evolution 15 (9): 1172-1182.

ROBINSON, G. S.; ACKERY, P.R.; KITCHING, I. J.; BECCALONI, G. W.; HERNANDEZ, L. M. 2002. Hostplants of the moth and butterfly caterpillars of America North of Mexico. Memoirs of the American Entomological Institute 69: 1-824. http://www.nhm.ac.uk/entomology/hostplants. Last revision: 25 March 2002. Last access: 25 April 2007.

ROESLER, R. U. 1965. Untersuchungen über die Systematik und Chorologie des Homoeosoma-Ephestia-K[o]mplexes (Lepidoptera: Pyralidae). Saarbrücken: Dissertation Saarbrücken (1964) 265 p.

ROE, A. D.; STEIN, J.D.; GILLETTE, N. E.; SPERLING, F.A.H. 2006. Identification of *Dioryctria* (Lepidoptera: Pyralidae) in a Seed Orchard at Chico, California. Annals of the Entomological Society of America 99 (3): 433-448.

SCHOUTEN, R. T. A. 1992. Revision of the genera *Euchromius* Guenée and Miyakea Marumo (Lepidoptera: Crambidae: Crambinae). Tijdschrift voor Entomologie 135: 191-274.

SHAFFER, J. C. 1968. A revision of the Peoriinae and Anerastiinae (auctorum) of America north of Mexico (Lepidoptera:Pyralidae). Bulletin of the United States National Museum 280: 1-124.

SHAFFER, J. C. 1976. A revision of the neotropical Peoriinae (Lepidoptera: Pyralidae). Systematic Entomology 1: 281-331.

SHAFFER, M.; NIELSEN, E. S.; M. HORAK. 1996. Pyraloidea, pp. 164-199 In: Nielsen, E.S.; Edwards, E. D.; Rangsi, T. V. (eds.). Checklist of the Lepidoptera of Australia. Monographs on Australian Lepidoptera 4: 1-529.

SOLIS, M. A. 1989. A Phylogenetic analysis and reclassification of the *Pococera*-complex Genera (Lepidoptera: Pyralidae: Epipaschiinae) and a Preliminary Cladistic Analysis of the Pyralidae. Dissertation. University of Maryland, College Park. 428 p.

SOLIS, M. A. 1992. Check list of the Old World Epipaschiinae and the related New World genera *Macalla* and *Epipaschia* (Pyralidae). Journal of the Lepidopterists' Society 46 (4): 280-297.

SOLIS, M. A. 1993. A phylogenetic analysis and reclassification of the genera of the *Pococera*-Complex (Lepidoptera: Pyralidae: Epipaschiinae). Journal of the New York

Entomological Society 101: 1-83.
SOLIS, M. A. 1995. Epipaschiinae, pp. 89-93. In: Heppner, J. B. (ed.). Check List Part 2: Atlas of Neotropical Lepidoptera, Brill/Flora and Fauna Books, Gainesville, FL. 243 p.
SOLIS, M. A. 1997. Snout moths: Unraveling the taxonomic diversity of a speciose group in the Neotropics, pp. 231-242. In: Reaka-Kudla, M. L.; Wilson, D.; Wilson, E. O. (eds.). Biodiversity II: Understanding and Protecting our Biological Resources. Joseph Henry Press, Washington, D. C. 551 p.
SOLIS, M. A. 1998. *Michaelshaffera* gen. n. - a pyraloid taxon lacking an abdominal tympanal organ (Lepidoptera: Pyralidae). Entomological Scandinavica 28: 391-402.
SOLIS, M. A. 1999a. Key to selected Pyraloidea (Lepidoptera) larvae intercepted at U.S. Ports of entry: Revision of Pyraloidea in "Keys to some frequently intercepted lepidopterous larvae" by D. M. Weisman, 1986. Proceedings of the Entomological Society of Washington 101 (3): 645-686.
SOLIS, M. A. 1999b. Nymphulinae Duponchel [1845] (Insecta: Lepidoptera): proposed precedence over Acentropinae Stephens, 1836. Case 3048. Bulletin of Zoological Nomenclature 56 (1): 31-33.
SOLIS, M. A. 2004. Systematics of Mexican stalkboring crambine Pyraloidea, pp. 6- 22. In: Rodríguez del Bosque, L.A.; Vejar Cota, G.; Cortez Mondaca, E. (eds.). Taller Internacional sobre Barrenadores del Tallo de Caña de Azúcar, Los Mochis, Sinaloa, México. Sociedad Mexicana de Control Biologico. 104 p.
SOLIS, M. A. In press. Aquatic Lepidoptera. In: Merritt, R. W.; Cummins, K. W. (eds.). Aquatic Insects of North America, Kendall/Hunt Publishing Company.
SOLIS, M. A.; ADAMSKI, D. 1998. Review of the Costa Rican Glaphyriinae (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae). Journal of the New York Entomological Society 106 (1): 1-55.
SOLIS, M. A.; MAES, K. V. N. 2002. Preliminary phylogenetic analysis of the subfamilies of Crambidae (Pyraloidea: Lepidoptera). Belgian Journal of Entomology 4: 53-95.
SOLIS, M. A.; MITTER, C. 1992. Review and preliminary phylogenetic analysis of the subfamilies of the Pyralidae (sensu stricto) (Lepidoptera: Pyraloidea). Systematic Entomology 17: 79-90.
SOLIS, M. A.; SHAFFER, M. 1995. Pyralinae, pp. 80-81. In: J.B. Heppner, ed. Check List Part 2: Atlas of Neotropical Lepidoptera, Brill/Flora and Fauna Books, Gainesville, FL. 243 p.
SOLIS, M. A.; SHAFFER, M. 1999. Contribution towards the study of the Pyralinae (Pyralidae): historical review, morphology, and nomenclature. Journal of the Lepidopterists' Society 53 (1): 1-10.
SOLIS, M. A.; MUNROE, E.; BECKER, V. O. 1995. Chrysauginae, pp. 81-88. In: Heppner, J. B. (ed.). Check List Part 2: Atlas of Neotropical Lepidoptera, Brill/Flora and Fauna Books, Gainesville, FL. 243 p.
SOLIS, M.A.; HIGHT, S. D.; GORDON, D. R. 2004a. Alert: Tracking the cactus moth as it flys and eats it way westward in the U.S. News of the Lepidopterists' Society 46 (1): 3-4.
SOLIS, M. A.; YEN, S.-H.; GOOLSBY, J. R. 2004b. Description and life history of *Lygomusotima* New Genus, and *Neomusotima conspurcatalis* (Lepidoptera: Crambidae) from Australia and Southeast Asia feeding on *Lygodium microphyllum*. Annals entomological Society of America 97 (1): 64-76.
SOLIS, M. A.; DAVIS, D. R.; NISHIDA, K. 2005. Biology and systematics of *Albusambia elaphaglossumae*, a new genus and species of Crambidae (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae) mining the fronds of *Elaphoglossum conspersum* (Pteridophyta: Lomariopsidaceae) in Costa Rica. International Journal of Tropical Biology 53 (3-4): 487-501.
SPEIDEL, W.; MEY, W. 1999. Catalog of the Oriental Acentropinae (Lepidoptera, Crambidae). Tijdschrift voor Entomologie 142: 125-142.
SUTRISNO, H. 2002a. Cladistic analysis of the australian *Glyphodes* Guenée and allied genera (Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae). Entomological Science 5 (4): 457-467.
SUTRISNO, H. 2002b. A preliminary study on relationships among selected Australian members of the Tribe Spilomelini (Lepidoptera: Crambidae: Pyraustinae). Zoological Science 19: 915-929.
SUTRISNO, H; AZUMA, N.; HIGASHI, S. 2006. Molecular phylogeny of the Indo-Australia *Glyphodes* and its allied genera (Insecta: Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae) inferred from mitochondrial COI and COII and nuclear EF-1α gene sequences. Species Diversity 11: 57-69.
YEN, S. H. 2004. Insecta: Lepidoptera, Crambidae, Acentropinae, pp. 545-554. In: Yule, C. M.; Sen, Y. H. (eds.). Freshwater invertebrates of the Malaysian Region. Academy of Sciences Malaysia. Kuala Lumpur, Malaysia. 861 p.
YEN, S. H.; SOLIS, M. A.; GOOLSBY, J. A. 2004. *Austromusotima*, a new musotimine genus (Lepidoptera: Crambidae) feeding on Old World climbing fern. Annals of the Entomological Society of America 97 (3): 397-410.
YOSHIYASU, Y. 1985. A systematic study of the Nymphulinae and the Musotiminae of Japan (Lepidoptera: Pyralidae). Scientific Report of Kyoto Prefectural University 37: 1-162.
YOU, P.; LI, H.-H.; CHEN, K-L. 2002. Catalogue of the Nymphulinae and Musotiminae of China (Lepidoptera: Crambidae). Fauna of China 4: 37-64.
WAAGE, J. K.; MONTGOMERY, G. G. 1976. *Cryptoses choloepi*: A coprophagous moth that lives on a sloth. Science 193: 157-158.
WHALLEY, P. E. S. 1964. Catalogue of the Galleriinae (Lepidoptera, Pyralidae) with descriptions of new genera and species. Acta Zoologica Cracoviensia 9 (10): 561-617.
WHALLEY, P. E. S. 1970. A synonymic catalogue of the genera of the Phycitinae of the world. Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology 25: 33-72.

Recibido: 17-abr-2007 • Aceptado: 4-may-2007

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 10-16 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9308

Sección Agrícola

Tablas de vida de *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) sobre tres introducciones de café

Life tables of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on three coffee accessions

JUAN VICENTE ROMERO[1] y HERNANDO ALFONSO CORTINA G.[2]

Resumen. Se elaboraron y compararon las tablas de vida de *Hypothenemus hampei* sobre las introducciones de café *Coffea liberica*, *Coffea arabica* CCC 534 y la variedad susceptible Caturra, con el fin de hallar fuentes de resistencia a este insecto bajo condiciones controladas (26ºC ± 1, 75% ± 5 H. R.). Se realizaron dos experimentos: en el primero, se siguió el desarrollo de los estados inmaduros y se estimó la supervivencia. En el segundo, se determinó la supervivencia y fecundidad de los adultos usando hembras de 36 días de edad. La duración del ciclo para CCC 534, *C. liberica* y Caturra fue similar: 20 días en total, huevo cuatro, primer instar cuatro, segundo instar seis, prepupa dos y pupa cuatro días, aproximadamente. El número de huevos acumulados en las tres introducciones se ajustó a funciones cuadráticas. Los intervalos de confianza (95%), mostraron diferencias significativas entre las introducciones y el testigo: CCC 534 32 ± 2, *C. liberica* 28 ± 2 y Caturra 42 ± 2 huevos por hembra. Las proporciones sexuales fueron de 1: 9,2, 9,8 y 9,8 macho: hembra, respectivamente. No se encontraron diferencias en la supervivencia (entre 58 y 63%) hasta los 72 días para las tres introducciones. Hubo diferencias en la tasa reproductiva neta (*Ro*) entre Caturra (25 ± 1 huevos), CCC 534 (18 ± 2) y *C. liberica* (15 ± 2), en la tasa intrínseca de crecimiento (*r*) (0,073 ± 0,001; 0,065 ± 0,002; 0,057 ± 0,003, respectivamente) y en el tiempo de duplicación (10 ± 0,2; 11 ± 0,4; 12 ± 0,6 días); en el tiempo generacional solo hubo diferencias entre Caturra y *C. liberica* (45 ± 0,4; 47 ± 0,8, respectivamente).

Palabras clave. Germoplasma de café. Resistencia a insectos. Antibiosis.

Abstract. The life tables of *Hypothenemus hampei* were elaborated and compared on the coffee accessions *Coffea liberica*, *Coffea arabica* CCC 534 and the susceptible variety Caturra, in order to find sources of resistance to this insect under controlled conditions (26ºC ± 1, 75% ± 5 R. H.). Two assays were performed: in the first, the development of the immature stages was followed and survival was estimated. In the second, adult survival and fecundity were determined using 36-day old females. The duration of the cycle for CCC 534, *C. liberica* and Caturra was similar: total 20 days, egg four, first instar four, second instar six, prepupa two and pupa four days, approximately. The number of accumulated eggs in the three accessions fit quadratic functions. The confidence intervals (95%) showed significant differences between the accessions and the control: CCC 534 32 ± 2, *C. liberica* 28 ± 2 and Caturra 42 ± 2 eggs per female. The sex ratios were 9.2, 9.8, and 9.8 male: female, respectively. There was no difference in survival (range 58-63%) up to 72 days for the three accessions. There were differences in the net reproductive rate (*Ro*) among Caturra (25 ± 1 eggs), CCC 534 (18 ± 2), and *C. liberica* (15 ± 2); in the intrinsic rate of increase (*r*) (0.073 ± 0.001, 0.065 ± 0.002, 0.057 ± 0.003, respectively), and the duplication time (10 ± 0.2, 11 ± 0.4, 12 ± 0.6 days). In the generation time there was only a differences between Caturra and *C. liberica* (45 ± 0.4, 47 ± 0.8, respectively).

Key words. Coffee germplasm. Resistance to insects. Antibiosis.

Introducción

Colombia es el primer productor mundial de café arábigo lavado, con aproximadamente 850.000 hectáreas sembradas. El café contribuyó con el 12% del producto interno bruto agropecuario del país en 2004 (MADR 2006), y su cosecha generó en 2005 $3.2 billones (Silva 2006). El problema fitosanitario más importante de este cultivo en el país, desde 1988, es la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), que produce severos daños a la caficultura en más de 700.000 hectáreas (Fedecafé 1999), por la reducción de la producción, la alteración de la calidad, el aumento de los costos de producción, se estima en 7% el costo del control de la broca (Duque *et al.* 1997), y la disminución del precio de compra.

Debido a la distribución de la cosecha en Colombia, la broca encuentra frutos durante todo el año, en la mayor parte de la región cafetera (Arcila *et al.* 1993). Una vez en el fruto, penetra, realiza galerías, oviposita y permanece en su interior mientras que su progenie se desarrolla, lo que complica su manejo. Actualmente se realizan controles químicos, biológicos y principalmente culturales (Bustillo 2002).

La resistencia varietal es otra herramienta para el control de insectos, que disminuye la población de la plaga al alargar su ciclo de vida y reducir la supervivencia de los individuos o su capacidad reproductiva (Adkinsson y Dyck 1984). A pesar que dentro del género *Coffea* no se conocen genotipos resistentes a la broca, trabajos previos (Koch 1973; Villagran 1991; Duarte 1992), han mostrado diferencias entre algunos, que aunque pequeñas, pueden ser de interés en un programa de control integrado de la plaga. Romero y Cortina (2004), evaluando la colección colombiana de café, criaron brocas en 18 introducciones etíopes de *Coffea arabica* L. y una de *Coffea liberica* Bull ex Hiern., encontrando que cuatro introducciones tuvieron significativamente menos individuos que el testigo, la variedad Caturra.

En este trabajo con el fin de identificar posibles fuentes de resistencia a *H. hampei*, se compararon la fertilidad y la supervivencia de la broca, al ser criada sobre dos introducciones destacadas y sobre Caturra. Se estudió el crecimiento poblacional utilizando las tablas de vida, que permiten conocer y comparar los principales parámetros poblacionales o demográficos de la broca. Este procedimiento ha sido usado para la identificación de fuentes de resistencia a insectos, especialmente por antibiosis (Trichilo y Leigh 1985; Cardona *et al*. 1989; Soroka y Mackay 1991).

1 I. A., Disciplina de Mejoramiento Genético, CENICAFÉ. *juanvicente.romero@cafedecolombia.com*

2 Autor para correspondencia: I.A. M.Sc., Disciplina de Mejoramiento Genético, CENICAFÉ. A.A. 2427 Manizales. *hernando.cortina@cafedecolombia.com*

Materiales y Métodos

En el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé (Chinchiná, Caldas), en un cuarto con 26ºC ± 1, 75% ± 5 de humedad relativa y con períodos de 12 horas luz artificial (lámparas de 48 vatios, luz día), se evaluaron tres introducciones del género *Coffea*: una de *C. liberica*, diploide autoincompatible, y dos de *C. arabica*, tetraploide autocompatible, la accesión CCC 534 recolectada por la misión de la FAO de 1964-1965 (Meyer 1968), y la variedad susceptible Caturra, que ocupa aproximadamente el 40% del área sembrada en café en Colombia (Fedecafé 1997).

Se realizaron dos experimentos: en el primero se siguió el desarrollo de los estados inmaduros y se estimó su supervivencia; en el segundo se determinó la supervivencia y fecundidad de los adultos a partir de hembras de 36 días de edad.

Evaluación de inmaduros. Se establecieron tres cohortes de 400 huevos de uno a cuatro días de edad, puestos por hembras criadas en las mismas introducciones. La unidad de muestreo (UM), fue un grano de café pergamino con 40% de humedad y un orificio de 1 mm de diámetro y 7 mm de profundidad, donde se colocaron dos huevos (Fig. 1), el grano se depositó en un vial de borosilicato de 9 mm de diámetro por 34 mm de alto. Los granos se trataron con tiabendazol al 1%. La perforación se realizó una con una broca de 1/32", la cual se esterilizó con flameos frecuentes.

Cada cuatro días, hasta completar 10 evaluaciones (a los 40 días), se tomaron aleatoriamente 20 granos por introducción y se disecaron para determinar las brocas vivas y su estado de desarrollo. Para estimar la duración de cada uno de los estados inmaduros, se consideró que había cambio de estado, en la primera lectura en la que más del 50% de la población se encontraba en un estado más avanzado que el predominante en la evaluación anterior. A partir de la relación entre el número de individuos vivos y el inicial, se estimó la supervivencia, para cada intervalo de edad.

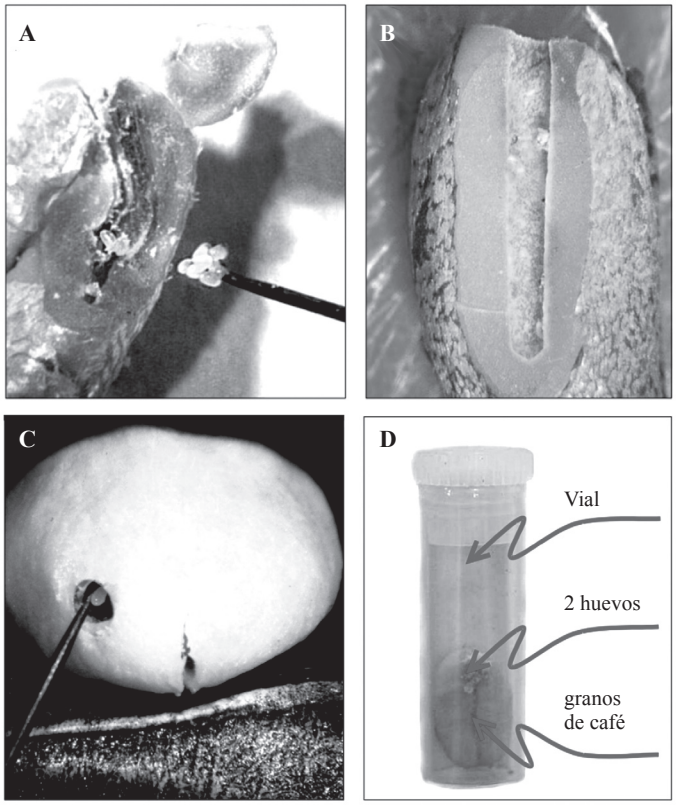


Figura 1. Introducción de huevos en granos de café, para evaluación de supervivencia y desarrollo de *H. hampei*. **A.** Extracción de huevos de granos brocados. **B.** Vista transversal de la cámara de oviposición artificial. **C.** Introducción de huevos en el grano. **D.** Unidad de muestreo.

El principal factor no genético que afecta el desarrollo de la broca en el grano, es la humedad del endospermo (Fernie *et al.* 1986). Por tal razón, en cada evaluación, se determinó la humedad de una muestra de tres granos de cada una de las introducciones, se calculó la diferencia entre el peso de la muestra antes y después de ser secada en una estufa a 105°C durante 24 horas, se dividió entre el peso inicial de la muestra y se llevó a porcentaje. De acuerdo con Álvarez *et al.* (2001), la humedad del grano debe ser superior al 20% durante el experimento.

Evaluación de hembras adultas. Cohortes de 360 hembras adultas de aproximadamente 35 días, criadas en cada una de las introducciones, se ubicaron individualmente en viales con un grano de café pergamino de la respectiva introducción, en la cual se criaron (UM). La humedad de los granos fue de 40% aproximadamente. Cada cuatro días, durante nueve evaluaciones, se tomaron aleatoriamente 40 UM de cada introducción, y se registró: el número de hembras vivas y el número de huevos. Se midió la humedad de tres granos de cada introducción a través del tiempo.

Se estimaron las funciones de oviposición acumulada a través del tiempo en las tres introducciones y los intervalos de confianza para la media en cada tiempo de evaluación. Se calculó la proporción de sexos de la progenie de las hembras fundadoras, hallando la relación entre hembras y machos adultos encontrados en la última evaluación. Todos los ajustes de curva se realizaron con el programa estadístico SAS versión 8.0 (SAS 1999).

Como las supervivencias de inmaduros y adultos fueron estimadas en las mismas condiciones (75 ± 5% de humedad y 26 ± 1ºC), se calcularon las funciones de supervivencia desde huevos hasta adultos a los 72 días, cuando ya había ocurrido la mayor parte de las posturas, y se construyeron los intervalos de confianza para la media en cada fecha de evaluación. Esta integración se usa especialmente cuando el seguimiento de los individuos es difícil o sus ciclos se encuentran traslapados (Harcourt 1967; Rabinovich 1980; Price 1997), como ocurre con la broca y sus hábitos crípticos en el grano de café.

Parámetros demográficos. Con la supervivencia (l_x), y la fecundidad especifica (m_x= N° huevos x proporción sexual), por edad (x), se elaboraron las tablas de fecundidad de cada población y se calcularon los siguientes parámetros demográficos (Birch 1948; Andrewartha y Birch 1954):

Tasa reproductiva neta, que mide el efecto de la introducción sobre la reproducción de las hembras:

$$R_o = \Sigma\ (m_x\ l_x)$$

Tasa intrínseca de crecimiento, indica el efecto de la introducción sobre la capacidad innata de crecimiento de la población de broca. Inicialmente se calculó como:

$$r = \ln R_o / T \qquad \text{donde } T = \Sigma\ (l_x\ m_x X)/(l_x\ m_x)$$

Y este valor se tomó como base para resolver, por iteración, el valor de *r* en la ecuación de Lotka:

$$\Sigma\, e^{-rx}\ (l_x\, m_x) = 1$$

Luego se recalculó el tiempo generacional, que mide la influencia de la introducción sobre la edad promedio en la cual una broca tiene su descendencia:

$$T = \log(R_O)/r$$

Tiempo de duplicación, muestra, en una población estable, el efecto de la introducción sobre el tiempo en el cual se duplica. Se calcula como:

$$TD = \ln 2/r$$

Estos parámetros son puntuales y no hay un estimativo de sus errores típicos, lo que impide comparaciones estadísticas. Esta limitación se superó con la técnica de remuestreo de Jackknife, que permite realizar estimaciones de error y asociar intervalos de confianza a los parámetros demográficos. Para ello se formaron submuestras, ignorando por ciclos una de las observaciones de los datos originales. Para cada una de las submuestras, se calcularon los parámetros demográficos, y con su variabilidad se estimó el error estándar (Sokal y Rohlf 1995). Basado en esta técnica y con los algoritmos computacionales para las tablas de vida desarrollados por Maia *et al.* (2000) en lenguaje SAS, se calcularon los límites de confianza para los parámetros y se realizaron las pruebas de *t*.

Resultados y Discusión

Durante la evaluación de inmaduros y de hembras adultas, la humedad de los granos fue en general superior al 30% en todos los tiempos de evaluación; no hubo diferencia entre las introducciones. Al ser superior al control del 20% propuesto por Álvarez *et al*. (2001), para estos experimentos. Hay evidencia de que estas condiciones son apropiadas para el desarrollo de la broca.

Inmaduros. Álvarez *et al.* (2001), propusieron la evaluación de introducciones a partir del estudio de las crías de hembras adultas, de esta forma la supervivencia y ciclo de vida se estiman indirectamente a partir del número de posturas, el número total de individuos y el tiempo en que predomina un determinado estado. Aunque se puede estimar la mortalidad, principalmente de los estados inmaduros, ésta queda confundida por la natalidad que ocurre en diferentes días y no permite la construcción precisa de las tablas de vida.

Al adicionar el experimento del desarrollo de estados inmaduros a la metodología de Álvarez (2001), se logró una mejor estimación de la duración de los estados inmaduros y de la mortalidad, debido a que se conoce el momento de inicio del ciclo y la mortalidad en cada grano. Por otra parte, este experimento permite determinar en qué momento se estaría manifestando el efecto de antibiosis sobre el desarrollo.

El primer instar ocurrió aproximadamente a los cuatro días, y a los ocho predominaron las larvas del segundo instar (Tabla 1), en Caturra y en las dos introducciones. A los 12 se presentaron en Caturra larvas II, prepupas y pupas en proporciones similares, mientras que en las dos introducciones predominaron las larvas II. El estado de prepupa fue muy rápido, como lo habían indicado Bergamin (1943), Bartra *et al.* (1982) y Montoya (1993), por lo que la frecuencia de las evaluaciones no permitió identificar claramente su duración.

Más del 50% de individuos en el estado de pupa se presentó a los 16 días después de la infestación (DDI), en Caturra y en la introducción CCC 534, pero en *C. liberica* 32% de los individuos aún eran larva II. En esta fecha también aparecieron los primeros adultos no esclerotizados en todas las introducciones. Los adultos emergieron alrededor de los 20 DDI, y el 100% de adultos se presentaron a los 24 DDI en Caturra y CCC 534, mientras que en *C. liberica* ocurrió a los 32 días.

De acuerdo con esto, la duración del ciclo para CCC 534, *C. liberica* y Caturra fue similar: 20 días; los tiempos de desarrollo estimados son los siguientes: huevo cuatro días, primer instar cuatro días, segundo instar seis días, prepupa dos días y pupa cuatro días. Los cuales concuerdan con la duración hallada bajo condiciones similares por Bergamin (1943), Borbon (1989) y Montoya (1993).

Tabla 1. Frecuencia de individuos en cada estado a través del tiempo en tres introducciones de café.

DDI	Estado	Caturra (%)	CCC 534 (%)	*C. liberica* (%)
0	Huevo	**100**	**100**	**100**
4	Huevo	5	21	8
	Larva I	**95**	**79**	**92**
8	Larva I	3	12	20
	Larva II	**97**	**88**	**80**
12	Huevo			3
	Larva I			3
	Larva II	**29**	**48**	**58**
	Prepupa	**34**	**33**	23
	Pupa	**37**	18	13
16	Larva II	9	3	9
	Prepupa	6	6	32
	Pupa	**69**	**89**	**56**
	Adulto	16	3	3
20	Larva II		7	3
	Pupa	15	37	41
	Adulto	**85**	**57**	**56**
24	Pupa			3
	Adulto	**100**	**100**	**97**
28	Pupa			7
	Adulto	**100**	**100**	**93**
32	Adulto	**100**	**100**	**100**
36	Adulto	**100**	**100**	**100**

DDI: Días Después de la Infestación.

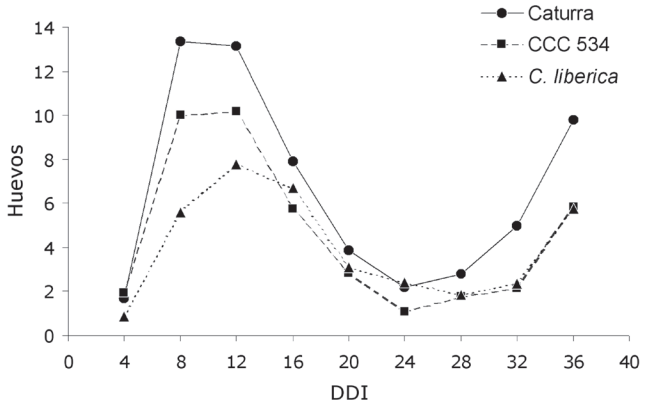


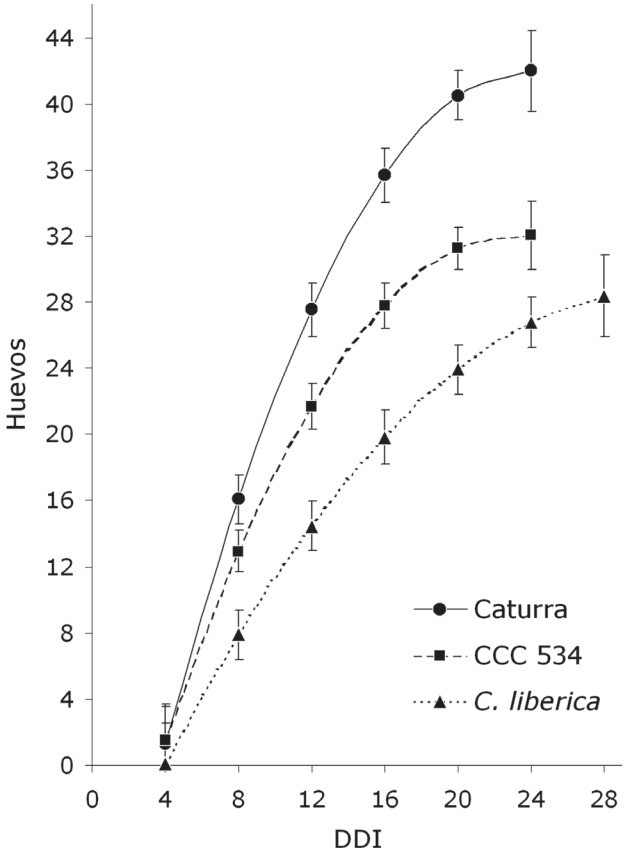
Figura 2. Oviposición en el tiempo de hembras de *H. hampei* criadas en tres introducciones.

Hembras adultas

Oviposición. Durante la evaluación de fecundidad, en los granos de las tres introducciones se presentaron dos períodos de oviposición (Fig. 2). El primero corresponde a la hembra fundadora, con un pico entre los ocho y 12 DDI, disminuyendo hasta los 24 DDI en Caturra y CCC 534, y hasta los 28 en *C. liberica.* Bergamin (1943), a 27°C, obtuvo resultados similares, encontrando la mayor oviposición entre siete y 13 DDI y una disminución de la intensidad de oviposición hasta los 27 DDI.

Aunque es probable que las fundadoras hayan puesto algunos huevos después de los 24 DDI, para el análisis se tomó hasta esta fecha, debido que la nueva generación de adultos se desarrolló a partir de los 20 DDI, y como lo señalan Bergamin (1943) y Baker *et al.* (1992), el segundo periodo de oviposición corresponde principalmente a las hembras adultas recién emergidas, enmascarando las posturas finales de la fundadora.

La oviposición acumulada de las brocas fundadoras, hasta los 24 días en Caturra y CCC 534 y hasta los 28 DDI en *C. liberica,* se ajustaron a una funciones cuadráticas (Fig. 3); los intervalos de confianza del 95%, para la media en cada evaluación, mostraron diferencias significativas entre las introducciones y el testigo. La oviposición en las introducciones fue menor que en Caturra desde los ocho DDI, cuando comienza la máxima oviposición (Fig. 2).



Caturra H(t) = - 0,104 t^2 + 4,943 t - 16,825 (R^2 = 0,998; gl: 2, 3; P < 0,0001).
CCC 534 H(t) = - 0,082 t^2 + 3,849 t - 12,562 (R^2 = 0,998; gl: 2, 3; P < 0,0001).
C. liberica H(t) = - 0,039 t^2 + 2,429 t - 9,054 (R^2 = 0,994; gl: 2, 4; P < 0,0001).

Figura 3. Oviposición acumulada de hembras de *H. hampei* criadas en tres introducciones. Líneas verticales representan los intervalos de confianza para la media (P = 95%).

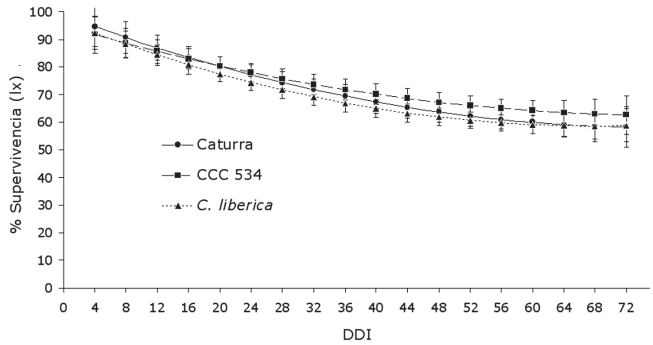
Sobre Caturra, hasta los 24 DDI, las hembras ovipositaron en promedio 42 huevos, Bergamin (1943) encontró 41.3 huevos a los 27 DDI, mientras que en CCC 534 y *C. liberica* se encontraron respectivamente 32 y 28 huevos por grano, lo que equivale a 24% y 33% menos que en Caturra, confirmando las diferencias obtenidas por Romero y Cortina (2004).

En la última evaluación los intervalos de confianza del 95% para el promedio de huevos acumulados en CCC 534 y en *C. liberica* se traslaparon, lo que significa que aunque el período de oviposición en la especie diploide fue más prolongado que en la CCC 534, no se hallaron diferencias en el número de huevos puesto por las hembras sobre ambos materiales.

Proporción de sexos. No se encontraron diferencias en la proporción de sexos entre poblaciones de brocas criadas en Caturra, CCC 534 o *C. liberica.* Sus proporciones fueron 9,8, 9,2 y 9,8 hembras por cada macho, respectivamente, las cuales concuerdan con los reportes de la literatura (Bergamin 1943; Bartra *et al*. 1982; Montoya 1993).

Supervivencia. Las curvas de supervivencia para la broca, cuando se crió y fue mantenida sobre las tres introducciones, se ajustaron a funciones de segundo grado (p = 95%; *gl.* 2, 15, t = 2.13). Estas curvas fueron similares entre Caturra y las introducciones; sus intervalos de confianza para la media, en cada fecha de evaluación se traslaparon, lo que muestra que las accesiones no afectan la supervivencia de la broca. Las menores pendientes se observan al inicio por la mortalidad de los estados inmaduros, que estuvo entre el 22 y el 25%, mientras que la mortalidad de los adultos, entre los 24 y 72 días, fue menor (Fig. 4).

Bergamin (1943), también encontró una mortalidad baja de la broca una vez llega al grano, por la protección que este le ofrece. Este autor midió la mortalidad de 54 hembras en laboratorio, encontrando que las primeras murieron a los 81 días. Baker *et al.* (1992) encontraron en campo una mortalidad similar para los estados inmaduros de broca (30%). Sin embargo, esta es una estimación baja, si se considera que en el laboratorio la broca está libre de sus enemigos naturales y no sufre las adversidades del clima; también calificaron como muy baja la mortalidad de los adultos una vez penetran al fruto. Ruíz (1996), encontró supervivencias superiores del 80% para las



Caturra S(t) = 0,0069 t^2 – 1,0590 t + 98,604 (R^2 = 0.846; gl: 2, 15; P < 0.0001).
CCC 534 S(t) = 0,0053 t^2 – 0,8337 t + 94,901 (R^2 = 0.758; gl: 2, 15; P < 0.0001).
C. liberica S(t) = 0,0083 t^2 – 1,1259 t + 96,694 (R^2 = 0.799; gl: 2, 15; P < 0.0001).

Figura 4. Supervivencia de *H. hampei* hasta los 72 días criada en tres genotipos. Las líneas verticales representan los intervalos de confianza para la media (P = 95%).

hembras fundadoras. Todos estos trabajos indican que el grano de café, donde ocurre la mayor parte del ciclo biológico de la broca, no solo le ofrece alimento, sino una excelente protección, por lo que las tasas de mortalidad son pequeñas.

Silveira *et al*. (1976), dividen en tres las etapas de la vida de los insectos: pre-reproductiva, reproductiva y pos-reproductiva. La supervivencia de las dos primeras etapas corresponde a una curva parcial como las que se muestran en la figura 4. Al cambiar la escala a logarítmica (información no incluida), corresponden a la curva de supervivencia de tipo I, que presenta una baja tasa de mortalidad en la mayor parte del ciclo y muy alta al final (Deevey 1947; Slobodkin 1962). Las etapas reproductiva y pos-reproductiva fueron halladas por Bergamin (1943), en condiciones de laboratorio similares, y, como ya se dijo, muestran baja mortalidad en la época reproductiva y alta después de los 80 días de infestación por las hembras, confirmando la pertenencia al tipo I.

Esta curva de supervivencia es típica de insectos con estrategia biológica "K". Las características de los insectos con esta estrategia que están presentes en la broca son: ser especialista, en este caso del género *Coffea*, y no sufrir elevada mortalidad en los estados inmaduros, debido a la protección materna. Aunque también tienen algunos elementos de la estrategia "r", como el tamaño reducido, la madurez precoz y su alta capacidad reproductiva.

Parámetros demográficos. La tasa reproductiva neta (R_o), para la población criada sobre Caturra fue de 25 ± 1 hembras, la cual coincide con la calculada por Baker *et al.* (1992), y por Ruíz (1996), en campo, al infestar frutos de 210 días de edad (cuando infestó frutos de menor edad la tasa fue menor), pero superior a los 19 individuos reportados por Portilla (1999), en café pergamino. La tasa de reemplazo en CCC 534 fue menor en un 30% y en *C. liberica* en un 43% (Fig. 5).

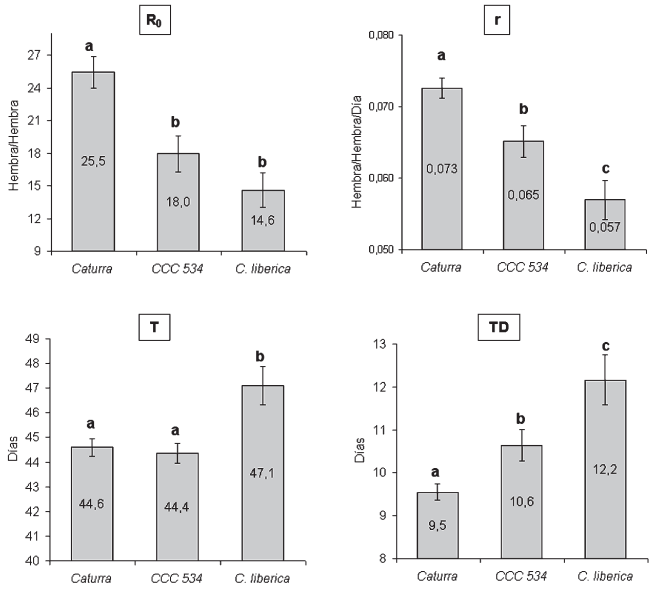


Figura 5. Parámetros demográficos de *H. hampei* criada en tres introducciones. ***Ro***: Tasa reproductiva neta; ***r***: Tasa intrínseca de crecimiento; **T**: Tiempo generacional; **TD**: Tiempo de duplicación. Dentro de las barras los promedios y las líneas verticales sus intervalos de confianza (P = 95%), calculados usando la técnica de Jackknife. Las letras diferentes sobre las barras, indican diferencias significativas, prueba *t* de Student (P < 0,05; t = 2,02).

El tiempo generacional fue similar entre Caturra y CCC 534 (44,6; 44,4 días) y tres días más prolongado en *C. liberica*, debido a un período de oviposición más largo. Las tres introducciones tuvieron valores similares con relación a los hallados por Baker *et al.* (1992), Ruíz (1996), y Portilla (1999), que corresponden a 45,2, 51,4 y 41,9 días respectivamente.

De acuerdo con Rabinovich (1980), la tasa intrínseca de crecimiento es un carácter genético, que refleja la capacidad de multiplicación de la población en condiciones óptimas. Las evaluaciones de campo de Baker *et al.* (1992), y Ruíz (1996), arrojaron valores de r = 0,065, en variedades de *C. arabica* susceptibles. Portilla (1999), en granos de café en laboratorio, la estimó en 0,071, pues no se presentan condiciones ambientales extremas, ni controladores biológicos, permitiendo un mayor crecimiento de la población.

Si se considera que en Caturra se expresa el máximo potencial de crecimiento (r_m = 0,073 ± 0,001), los estimados de la tasa intrínseca de crecimiento en CCC 534 (r = 0,065 ± 0,002) y *C. liberica* (r = 0,057 ± 0,003), muestran que estas introducciones redujeron significativamente (P < 0,05), la expresión de ese potencial (Fig. 5).

La tasa intrínseca de crecimiento depende del tiempo generacional, la supervivencia y la fecundidad (Birch 1948), en la primera variable no se encontraron diferencias entre Caturra y las dos introducciones, pero en el número de huevos sí. Entre CCC 534 y *C. liberica* la significancia se debió a pequeñas diferencias en desarrollo y a una oviposición más tardía sobre la última. De tal manera que fue el efecto sobre la fecundidad el que determinó principalmente las diferencias en el crecimiento de las poblaciones.

De igual manera y como consecuencia de lo anterior, los tiempos de duplicación fueron también diferentes en cada una de las introducciones, lógicamente la broca sobre CCC 534 o sobre *C. liberica* tarda más en doblar su población (Fig. 5).

La menor oviposición se debe a la existencia de antimetabolitos en el grano, o a que éste carece del balance de nutrientes adecuados para una buena reproducción del insecto (Maxwell 1972; Nation 2001), lo que se podría determinar a partir del estudio del desarrollo de ovocitos. Otra causa del menor número de huevos en las introducciones y de un período más prolongado de oviposición en *C. liberica*, puede ser la retención de los mismos por la broca al encontrar un medio desfavorable para su descendencia, lo cual es una expresión de antixenosis (Maxwell 1972).

Por otro lado, a pesar que las diferencias no son muy altas, si el mecanismo que reduce la oviposición se transfiriera a variedades comerciales, este efecto acumulado en varias generaciones reduciría notablemente las poblaciones del insecto. Esta variedad haría más eficiente y económico el manejo del insecto, al retardar el tiempo en que la población alcanza los niveles en que se hacen necesarias otras medidas de control.

Conclusiones

No se hallaron diferencias en supervivencia, ni en la duración de estados biológicos de la broca, cuando fue criada sobre Caturra, la introducción CCC 534 de *C. arabica* o sobre *C. liberica,* pero si se encontró menor oviposición sobre estas introducciones, lo que incidió en una menor tasa reproductiva neta e intrínseca. Estas introducciones pueden utilizarse como fuentes de resistencia en programas de mejoramiento genético.

Agradecimientos

A las disciplinas de Entomología y Mejoramiento Genético de CENICAFÉ, especialmente al Ingeniero Agrónomo Gabriel Alvarado A., la Dra. Pilar Moncada Botero y al señor John Esteban Quintero.

Literatura Citada

ADKINSSON, P. L.; DYCK, V. A. 1984. Variedades resistentes en los sistemas de manejo de plagas, pp. 253-271. En: Maxwell, F. G.; Jennings, P. R. Manejo de plantas resistentes a insectos. Primera edición. Editorial Limusa. México.

ÁLVAREZ S., J. H.; CORTINA G., H. A.; VILLEGAS M., J. F. 2001. Métodos para evaluar antibiosis a *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en café, bajo condiciones controladas. Cenicafé 52 (3): 205-214.

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. 1954. The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press. pp. 31-54.

ARCILA P., J.; JARAMILLO R., A.; BALDION R., J. V.; BUSTILLO P., A. E. 1993. La floración del cafeto y su relación con el control de la broca. Avances Técnicos Cenicafé (Colombia) No. 193:1-6.

BAKER, P. S.; BARRERA, J. F.; RIVAS, A. 1992. Life-history studies of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) on coffee trees in Southern Mexico. Journal of Applied Ecology 29 (3): 656-662.

BARTRA, C.; URRELO, R.; RODRIGUEZ, R. 1982. Biología de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Ipidae) en Tingo María - Perú. Tropicultura (Perú) 2 (1): 17-31.

BERGAMIN, J. 1943. Contribuição para o cohnecimento da biología da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Col. Ipidae). Arquivos do Instituto Biológico (Brasil). 14: 31-72.

BIRCH, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. Journal of Animal Ecology 17: 15-26.

BORBON, M. O. 1989. Bioecologie d'un Ravageur des Baies de Cafeier, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col: Scol.) et de ses parasitoides au Togo. Toulouse, Francia. L'Universite Paul Sabatier de Toulouse. 185 p. (Tesis de Doctorado).

BUSTILLO P., A. E. 2002. El manejo de los cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Boletín técnico N° 24, Cenicafé. Chinchiná, Colombia. 40 p.

CARDONA M., C.; POSSO, C. E.; KORNEGAYS, S.; VALOR, S.; SERRANO, M. 1989. Antibiosis effects of wild dry bean accessions on the mexican bean weevil and the bean weevil (Coleoptera: Bruchidae). Journal Economic Entomology 82 (1): 310-315.

DEEVEY, E. 1947. Life tables for natural populations of animals. Quaterly Review of Biology 22: 283–314.

DUARTE N., M. T. 1992. Determinación de la atractividad de frutos de varios cultivares de café a la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* (Ferrari), utilizando el método de olfatometría a nivel de laboratorio. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 55 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).

DUQUE, O. H.; CHAVES, C. B.; HERNÁNDEZ, S. M. 1997. Costos del manejo de la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en lotes comerciales de café del departamento del Risaralda. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafé. Chinchiná, Colombia. 37 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA (Fedecafé). 1997. Sistema de información cafetera, SICA. Encuesta nacional cafetera. Estadística cafetera, informe final. Federación Nacional de Cafeteros. Bogotá, Colombia. 164 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA (Fedecafé). 1999. Informe anual de la gerencia técnica 1997-1998. Gerencia técnica. Bogotá, Colombia. 106 p.

FERNIE, L. M.; LANGLEY, C. I. 1986. Arabica coffee storage. Part II. A review of the problem in Tangayika. Kenya Coffea 31 (367): 297-299.

HARCOURT, D. G. 1967. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. Annual Review of Entomology, 12: 175-196.

KOCH, V. J. M. 1973. Abondance de *Hypothenemus hampei* Ferr., scolyte des graines de café, en fonction de sa plant-hote et de son parasite *Cephalonomia stephanoderis* Betren, en Cote d'Ivoire. Wageningen, Holanda, Veenman and Zonen, 84 p. (Tesis de Doctorado).

MAIA, A. de H.; LUIZ, A. J.; CAMPANHOLA, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. Journal Economic Entomology 93 (2): 511-518.

MAXWELL, F. G. 1972. Host plant resistance to insects-nutritional and pest management relationships, pp. 599-609. En: Rodríguez, J. G. Insect and mite nutrition. Significance and implications in ecology and pest management. North-Holland publishing company. Netherlands.

MEYER, F. G. 1968. FAO Coffee mission to Ethiopia 1964-1965. Roma, Italia, FAO. 200 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MADR). La Cadena Del Café En Colombia. 2006. http: //www.agrocadenas.gov.co/. Fecha última revisión: enero 2006. Fecha último acceso: [octubre 2006].

MONTOYA O., S. A. 1993. Ciclo de vida de la broca del café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari)) sobre frutos en diferentes estados de desarrollo. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 77 p. (Tesis Ingeniero Agrónomo).

NATION, J. L. 2001. Insect physiology and biochemistry. CRC Press. Boca Raton. 485 p.

PORTILLA R., M. 1999. Mass production of *Cephalonomia stephanoderis* on *Hypothenemus hampei* reared using artificial diet. Ascot Berkshire, Inglaterra, University of London, 253 p. (Tesis de Doctorado).

PRICE, P. W. 1997. Insect Ecology. 3. ed. John Wiley & Sons, New York, 874 p.

RABINOVICH, J. E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. México. Ed. Continental. 313 p.

ROMERO, J. V.; CORTINA G., H. 2004. Fecundidad y Ciclo de Vida de la broca *Hypothenemus hampei* F. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en introducciones silvestres de café. Cenicafé 55 (3): 221-231.

RUÍZ C., R. 1996. Efecto de la fenología del fruto de café sobre los parámetros de la tabla de vida de la Broca del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias Tesis: Ingeniero Agrónomo, 87. p. 62.

SAS. 1999. SAS/STAT User's Guide. 8.0 version. SAS Institute. Inc., Cary, NC, EUA.

SILVA, G. 2006. Cuatro Años Cosechando Futuro: Resultados de Política Gremial Cafetera 2002-2006. http://www.cafedecolombia.com/documents/cartilla_version_web.pdf./.

Fecha última revisión: agosto 2006. Fecha último acceso: [octubre 2006].

SILVEIRA N., S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A.V. 1976. Manual de ecología dos insetos. São Paulo (Brasil), Editora Agronomica Ceres, 419 p.

SLOBODKIN, L. B. 1962. Growth and regulation of animal populations. Holt, R & W, New York.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. 1995. Biometry. Third edition. New York: W. H. Freeman & Co. 887 p.

SOROKA, J. J.; MACKAY, P. A. 1991. Antibiosis and antixenosis to pea aphid (Homoptera: Aphididae) in cultivars of field peas. Journal of Economic Entomology 4 (6): 1951-1956.

TRICHILO, P. J.; LEIGH, T. F. 1985. The use of life tables to assess varietal resistance of cotton to spider mites. Entomologia Experimentalis et Applicata 39: 27-33.

VILLAGRAN G., W. 1991. Atractividad relativa y susceptibilidad de varias especies y cultivares de café *Coffea* spp. a la broca del fruto *Hypothenemus hampei* Ferr. en condiciones de laboratorio. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía, 43 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).

Recibido: 07-jun-2005 • Aceptado: 03-feb-2007

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 17-20 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9309

Densidad letal de *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre plantas de yuca (*Manihot esculenta*)

Lethal density of *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) on cassava plants (*Manihot esculenta*)

CARLOS ALBERTO ORTEGA-OJEDA[1], ELSA LILIANA MELO-MOLINA[2], ANDREAS GAIGL[3]

Resumen. Este experimento se planteó para determinar el daño económico en el cultivo de yuca causado por diferentes niveles poblacionales de *Phyllophaga menetriesi* en el departamento del Cauca. Las unidades experimentales consistieron en una estaca más cuatro densidades del insecto en el tercer instar (uno, tres, cinco y siete chisas) confinadas en contenedores plásticos con 0,028 m^3 de suelo agrícola por tratamiento, en seis repeticiones. Se evaluó el daño a la planta con una escala de valor agronómico de cinco niveles, desde planta ideal hasta irrecuperable (uno, tres, cinco, siete y nueve). Se determinó una sobrevivencia de 70% de las plantas atacadas por una sola chisa pero con detrimento del 53% de su potencial productivo por el consumo de corteza, médula y raíces de la estaca. Tres chisas por planta eliminaron el 50% de las unidades experimentales en 56 días y siete en 24. Igualmente siete larvas por planta eliminaron todas las unidades en 35 días. El umbral de acción resultó inferior a una chisa por planta, por lo que se dedujo que se debe evadir la coincidencia de la siembra con el rizófago; o, actuar al encontrarlo en tres plantas de 50/ha monitoreadas al azar.

Palabras clave. Chisas. Rizófago. Larva III. Umbral de acción. Cauca.

Abstract. This experiment was designed to determine the economic damage on cassava caused by different population levels of *Phyllophaga menetriesi* in the Cauca Department of Colombia. The experimental units consisted of one stem cutting and four densities of the insect in third instar (one, three, five and seven grubs) confined to plastic containers with 0.028 m^3 of agricultural soil per treatment with six replications. Plant damage was evaluated using a five-level agronomic scale, ranging from an ideal plant to unrecoverable (one, three, five, seven and nine). Seventy percent of the plants survived feeding by one grub but with a 53% loss of the production potential due to consumption of the bark, medulla and roots of the stem cuttings. Three grubs per plant eliminated 50% of the experimental units in 56 days and seven in 24. Seven larvae per plant also eliminated all units in 35 days. The action threshold was determined to be less than one grub per plant and therefore planting that coincides with the root feeder should be avoided; or action should be taken when they are found on three plants for 50/ha through random sampling.

Key words. White grubs. Rhizophagous. Larva III. Action threshold. Cauca.

Introducción

Los rizófagos como *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard, 1850) (Coleoptera: Melolonthidae) afectan significativamente a una gran diversidad de cultivos tropicales durante la fase de establecimiento. La gravedad de los daños infligidos por esta especie, que es la más grande dentro de los rizófagos de importancia económica, va en directa proporción con el tamaño larval; en su tercer estadio alcanza los 4 cm de longitud. Los últimos estudios en la región (Pardo 2002; Pardo *et al.* 2003), determinaron en Caldono, Cauca, la mayor diversidad de chisas para el suroccidente de Colombia, listando 44 especies entre las que se destacan elementos de gran importancia económica como *P. menetriesi*, *Phyllophaga* spp., *Plectris fassli* (Moser, 1919), *Plectris pavida* (Burmeister, 1855), *Ceraspis innotata* (Blanchard, 1850), *Astaena valida* (Burmeister, 1855) *Anomala inconstans* (Burm,1844) y *Anomala cincta* (Say, 1835); sobresaliendo en capacidad de daño *P. menetriesi*, por haber encontrado hasta cinco larvas por metro cuadrado en cultivos de yuca y café (obs. pers.).

Las estacas de yuca utilizadas para propagar al cultivo son afectadas tanto en su corteza como en su médula, a lo que se suman los reportes de ataque a raíces engrosadas, encontrándose en Panamá de una a tres perforaciones grandes en el 2002 (Melo 2005, obs. pers.) y en los departamentos colombianos de Quindío en el 2003 y Casanare en el 2001, galerías en raíces (Herrera 2005). En general se pueden observar parches de cultivos con plantas enanas, cloróticas o marchitas, inclusive baja emergencia de plantas por efecto de las chisas, siendo una sintomatología también observada en cultivos de ciclo más corto como el maíz o el fríjol, en otras latitudes como Centro América (Villalobos 1995; Aragón *et al.* 1998; Ayala y Monterroso 1998).

Los síntomas en la planta se asocian muy poco con el rizófago, como lo han constatado los autores, debido a que la chisa actúa bajo tierra, por lo que cuando el agricultor reemplaza sus plantas perdidas con nuevos propágulos, logra únicamente continuar la alimentación de la chisa e incrementar las pérdidas originales. Hasta la presente investigación se tenían pocos referentes del umbral de acción contra las chisas, como los reportes de Ayala y Monterroso (1998) para el cultivo de maíz o los de Pardo *et al.* (2003) para yuca y café, quienes coincidían en que se debe actuar cuando se llega a un nivel de tres larvas por planta. Desconociendo este particular, algunos agricultores pudientes han utilizado toda clase de pesticidas sin resultados alentadores, a costo de su salud y la del ambiente además del elevado valor del pesticida,

1 Autor para correspondencia: M. Sc. Asesor comercial: Punto Química S.A. del Ecuador. *caoro2003@yahoo.com, caoro2003@gmail.com.*

2 Biol. Asistente de Investigación en el Proyecto Plagas Subterráneas del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. *meloelsa@gmail.com*

3 Ph. D. Entomólogo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. *agaigl@unal.edu.co*

que en algunos casos puede producir resistencia en la plaga obligando al productor a aumentar las dosis con el consecuente incremento de los problemas antes mencionados (Aragón *et al.* 2003).

En estas circunstancias, el Proyecto de Manejo Integrado de Plagas Subterráneas del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, llevó a cabo un experimento con infestación artificial de *P. menetriesi*, sobre el cultivo de yuca en confinamiento, durante enero y marzo del 2005, en el Departamento del Cauca, Colombia, buscando establecer la población letal y el grado de daño del tercer estado larval.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldono, Cauca, a 1.580 m de altitud (2° 49'15,1'' N y 76° 33'45,6'' W). Se experimentó con un cultivo de yuca proveniente de estacas de la variedad SM 707-17 de 20 cm de longitud, obtenidas del tercio medio de plantas madre mantenidas en el banco de germoplasma del CIAT. Las estacas se sembraron verticalmente en baldes de plástico de 40 cm de alto por 30 cm de diámetro, con capacidad para 28.000 cm^3 de suelo agrícola local y con drenaje inferior de 6 cm de diámetro.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos aleatorizados (DBCA) donde se probaron cinco tratamientos, siendo estos cero, uno, tres, cinco y siete chisas por unidad experimental. Se conformaron seis bloques de tratamientos. Las larvas de *P. menetriesi* de tercer estadio inicial, provenientes de la cría en el *campus* experimental del CIAT, se liberaron conforme a las densidades definidas en los tratamientos, sobre la superficie del sustrato, equidistantes entre sí las plántulas y la pared del balde y reemplazando las chisas que no se introducían después de 10 min, por otras más vigorosas que permanecían desde entonces confinadas.

La metodología empleada, si bien confinaba al insecto, trató de replicar las condiciones naturales al ubicar los baldes en zanjas excavadas en uno de los lotes de la finca e introduciéndolos hasta un 95% de su altura, para evitar la influencia de la temperatura y la luz directa del sol sobre las paredes del balde. La superficie interna del sustrato se ubicó a la misma altura que el terreno externo a los baldes.

Las larvas se introdujeron al día siguiente de la plantación; y las evaluaciones se iniciaron a los 17 días después de la siembra, tomando datos cada cuatro días, hasta los 60 días que duró el experimento. Las variables registradas fueron: mortalidad de plantas, valor agronómico, tomando en cuenta para ello el vigor del vegetal, desarrollo vegetativo y color de follaje. La escala visual propuesta para la cuantificación de esta última variable consta de cinco niveles (uno, tres, cinco, siete y nueve), donde uno corresponde a una planta ideal y nueve a una irrecuperable; ésta es un ajuste de la escala utilizada para la variable adaptación vegetativa en fitomejoramiento de fríjol (CIAT 1987). Una vez reconocida la muerte de las plantas se extrajo la estaca y se cuantificó el daño externo e interno de la misma, causado por la alimentación del rizófago. Los análisis y las gráficas se hicieron con el paquete informático estadístico INFOSTAT (2005).

Resultados y Discusión

Daño externo en la estaca de yuca. Una sola larva daña por consumo hasta el 53% de la estaca (corteza y zona cambial), mientras que a partir de tres chisas se llega al 70% de daño externo. Todos los tratamientos resultaron diferentes del testigo absoluto (Tukey $P < 0,0001$) (Figs. 1 y 2), lo que indicaría que, aún movilizándose la larva en busca de otra estaca fresca para alimentarse, su consumo (daño) comprometería significativamente el potencial de rendimiento de la futura planta pues en su establecimiento carecería del suficiente alimento de reserva para cumplir sus procesos fisiológicos.

Daño interno en la estaca de yuca. Con los datos corregidos con la fórmula $\sqrt{x+1}$, debido a un coeficiente de variación alto, se encontró que una sola larva (T2) produjo 6,7% de daño interno (barrenado) en la estaca (Figs. 1 y 2); superando el 35% de este daño a partir de cinco chisas por planta (Tukey $P \leq 0,0011$). Aunque el daño significativo interno ocurre seguramente por el confinamiento, este resultado y el daño exterior son un claro indicativo de la capacidad de perjuicio de una sola larva por estaca, lo que contradice el estimativo técnico subjetivo de controlar la plaga al encontrar entre tres y cuatro larvas por planta, dado en Ayala y Monterroso (1998) y Pardo *et al.* (2003).

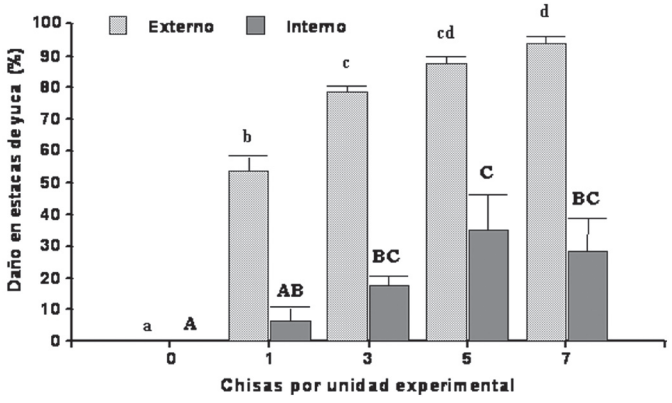


Figura 1. Consumo (daño) externo e interno de estacas de yuca, ante cero, uno, tres, cinco y siete larvas por tratamiento. Letras distintas indican diferencias estadísticas (Tukey $P \leq 0,05$).

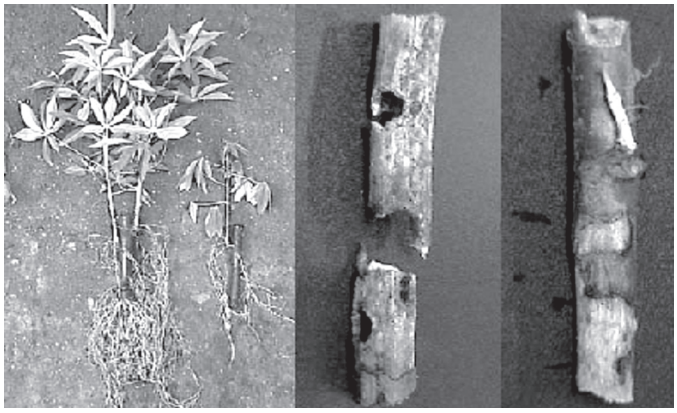


Figura 2. Diferencias en vigor (izquierda) y daño externo (mitad) e interno (derecha), producidos por chisas en estacas de yuca, durante los dos primeros meses del cultivo.

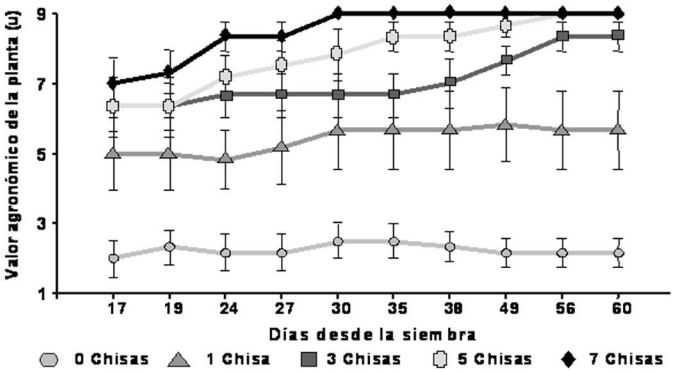


Figura 3. Efecto de las diferentes densidades de chisas en el valor agronómico (vigor) de la planta de yuca en el tiempo. Vigor uno corresponde a una planta excelente, y nueve a una planta irrecuperable. Se incluye el error estándar (Tukey P ≤ 0,05).

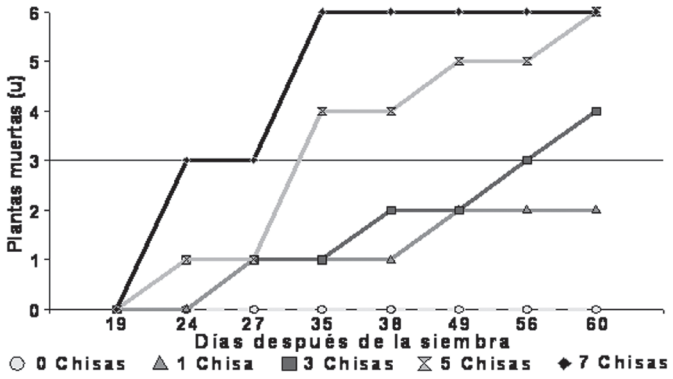


Figura 4. Días de consumo *vs*. mortalidad de plantas de yuca, con cuatro densidades de chisas (línea de corte en el 50% de los seis bloques del experimento) (Tukey P ≤ 0,05).

Valor agronómico de la planta de yuca. Aunque hasta los 20 días el testigo y el tratamiento de una chisa por planta tenían un vigor estadísticamente igual, a partir de los 24 días se presentaron diferencias entre el testigo y las plantas con chisas, hospederos que mostraron una tendencia a deteriorarse en forma directamente proporcional a la densidad de la plaga y al paso del tiempo, llegando incluso a morir la totalidad de las unidades experimentales de los tratamientos con tres y más chisas en menos de dos meses (Fig. 3). La información obtenida coincide con lo advertido en campo por los agricultores y en estudios formales como los de Arguello *et al.* (1999), quienes mencionan que las poblaciones de chisas rizófagas pueden afectar hasta el 100% de una plantación en siete o 10 días en sitios con altas poblaciones de larvas, como en las zonas de Miraflor (Estelí, Nicaragua), donde se encontraron hasta 50 larvas por metro lineal; observándose este daño cada año.

Densidad letal de plantas de yuca por los daños de las chisas. Durante los dos meses del experimento la densidad de una chisa por planta no eliminó al 50% de las unidades experimentales (Fig. 4), pero la pérdida del 30% de éstas en solo 49 días es irreparable, con base en lo expuesto por Bellotti *et al.* (2002). Cabe destacar que tres chisas/planta, un promedio comúnmente encontrado por los autores en la naturaleza, eliminaron al 50% de las unidades experimentales de yuca en solo 56 días desde la plantación. Observado el vigor de estas plantas y, según lo encontrado por Ortega-Ojeda *et al.* (2005), si el daño de las chisas se detiene al llegar éstas a prepupa, las plantas sobrevivientes tendrán muy bajo rendimiento de número y peso de raíces comerciales.

Lo anterior apoya que se pueden pronosticar niveles de daño radicular a partir de la observación de los síntomas foliares, conforme con lo encontrado en un estudio sobre yuca a campo abierto, por Ortega-Ojeda *et al.* (2005). Sin embargo, este indicativo deberá detectarse muy tempranamente (dentro del mes de edad del cultivo), para eliminar las chisas del sitio afectado y reemplazar el propágulo, porque según los resultados el umbral de acción estaría por debajo de una chisa por planta. Al ejercer medidas de control en el nivel tres de daño, si bien no se recuperaría el rendimiento original, tampoco se perdería del todo la inversión en semilla; por tanto, a fin de mantener las pérdidas bajo el 5%, se deberían aplicar medidas de control al encontrar tres plantas con chisas, de 50 por hectárea revisadas al azar.

Conclusiones

Aunque sobreviven el 70% de las plantas de yuca atacadas por una sola chisa, éstas pierden al menos el 53% de su potencial productivo por el consumo del rizófago de corteza, médula y raíces de la estaca, durante la etapa de establecimiento del cultivo. Tres chisas por planta eliminaron el 50% de las unidades experimentales de yuca en solo 56 días; mientras que siete llegaron a este porcentaje en solo 24 días y al 100% de la mortalidad de las plantas en 35 días.

El umbral de acción contra las chisas resultó ser inferior a una larva por planta; por tanto, para mantener las pérdidas del cultivo de yuca por debajo el 5% como política empresarial, se deben tomar acciones al encontrar tres plantas con chisas de 50 monitoreadas al azar por hectárea. De todo el estudio se deduce que el mejor control de *P. menetriesi* se debe hacer evadiendo al tercer instar que es el estado de desarrollo más dañino y, tomando medidas de remediación dentro de los primeros 30 días de edad del cultivo.

Literatura Citada

ARAGÓN G., A.; MORÓN, M. A.; TAPIA-ROJAS, A. M.; ROJAS-GARCÍA, R. 1998. Las especies de Coleoptera Melolonthidae relacionadas con plantas cultivadas en el estado de Puebla, México, pp. 131-142. En: Morón, M. A.; Aragón G., A. (eds.). Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología. Puebla, México. 183 p.

ARAGÓN G., A.; MORÓN, M. A.; TAPIA-ROJAS, A. M.; LÓPEZ-OLGUÍN, J. F.; PÉREZ T., B. C. 2003. Especies de Gallina Ciega en algunos cultivos del Estado de Puebla y su control con extractos vegetales, pp. 283-297. En: Aragón, G. A.; Morón, M. A.; Marín J., A. (eds.). Estudios sobre Coleópteros del suelo en América. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 359 p.

ARGUELLO, H.; CÁCERES, O.; MORÓN, M. A. 1999. Guía ilustrada para identificación de especies de Gallina Ciega (*Phyllophaga* spp.) presentes en las principales zonas agrícolas de Nicaragua. PROMIPAC-Nicaragua, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 18 p.

AYALA M., J. E.; MONTERROSO, L. E. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la Gallina Ciega. Programa

regional de reforzamiento a la investigación agronómica sobre los granos de Centroamérica. CR. Manual para Técnicos 2: 7-8.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS V. B.; VARGAS H. O.; PEÑA, J. E. 2002. Pérdidas en rendimiento del cultivo de yuca causadas por insectos y ácaros, pp. 212-215. En: Ospina, B.; Ceballos, H. (comps.). La Yuca en el Tercer Milenio; Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Colombia.

CIAT. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de fríjol. (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.). Cali. p. 14.

INFOSTAT. 2005. Software estadístico para análisis de datos. Grupo InfoStat de la Universidad Nacional de Córdova. Córdova, Ar. [En línea] www.infostat.com.ar.

ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO, M. E. L.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005. Identificación de niveles de daño del rizófago *Phyllophaga menetriesi* B. (Coleoptera: Melolonthidae) en un cultivo comercial de yuca. Proyecto de Manejo Integrado de Plagas Subterráneas en Suramérica, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Colombia. Póster.

PARDO L., L. C. 2002. Aspectos sistemáticos y bioecológicos del complejo chisa (Col.: Melolonthidae) de Caldono, Norte de Cauca, Col. Tesis de Magíster en Ciencias Biológicas. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. Santiago de Cali. 203 p.

PARDO L., L. C.; MORÓN, M. A.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2003. Los complejos regionales de Melolonthidae (Coleoptera) rizófagos en Colombia, pp. 45-63. En: Aragón, G. A.; Morón, M. A.; Marín J., A. (eds.). Estudios sobre Coleópteros del suelo en América. Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

VILLALOBOS, F. J. 1995. El manejo sostenible de plagas con métodos alternativos al químico, pp. 69-89. En: Aragón, G. A. (ed.). Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 260 p.

Recibido: 17-ene-2006 • Aceptado: 17-abr-07

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 21-26 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9310

Efecto de nematodos sobre larvas de *Phyllophaga menetriesi* y *Anomala inconstans* (Coleoptera: Melolonthidae)

The effect of nematodes on larvae of *Phyllophaga menetriesi* and *Anomala inconstans* (Coleoptera: Melolonthidae)

ELSA LILIANA MELO-MOLINA[1], CARLOS ALBERTO ORTEGA-OJEDA.[2], ANDREAS GAIGL[3]

Resumen. El complejo de chisas rizófagas que incluye a *Phyllophaga menetriesi* y *Anomala inconstans* afecta a un amplio rango de cultivos comerciales, generando grandes pérdidas en Colombia. Una alternativa ambientalmente sostenible para su control es el uso de nematodos entomopatógenos (NEP's). Conociendo que algunos estados de desarrollo de las plagas son más susceptibles a estos microorganismos, se evaluó el efecto de los entomonemátodos *Heterorhabditis* sp. (HNI-Cenicafé) y *Steinernema feltiae* (Sf-Villapinzón) sobre la mortalidad de los diferentes estados de estas dos especies de chisas [L1, L2, L3 joven, L3 madura (L3m) y Prepupa (Pp)]. Se aplicó una concentración de 10.000 IJs/ml a larvas mantenidas en suelo orgánico, en condiciones controladas de laboratorio (24,5ºC y 70 ± 5% H. R.); evaluando su efecto 10 y 20 días después de la inoculación (DDI). Los aislamientos de NEP's causaron diferentes tasas de mortalidad para *A. inconstans* ($P \leq 0,05$), encontrándose mayor mortalidad con HNI (84,7%) frente a Sf (76,7%), para los diferentes instares, aunque L2 fue más susceptible con el primer aislamiento (98,3%). No hubo diferencias entre épocas de evaluación para esta especie. La mayor mortalidad de *P. menetriesi* se presentó a los 20 DDI con el aislamiento HNI, siendo también el estado de L2 el más susceptible (81,1%). Se determinó que la susceptibilidad de las chisas a los NEP's depende tanto de su especie como del aislamiento utilizado del entomopatógeno. Estos resultados son tan importantes como el conocimiento de la dinámica de la plaga, para poder desarrollar estrategias para el control biológico de chisas.

Palabras clave. Chisas. Entomoparásitos. *Steinernema feltiae*. *Heterorhabditis*. Control Biológico.

Abstract. The complex of rhizophagous white grubs that includes *Phyllophaga menetriesi* and *Anomala inconstans* affects a wide range of commercial crops, generating severe yield losses in Colombia. One environmentally sustainable alternative for their control is the use of entomopathogenic nematodes (EPN's). Understanding that certain developmental stages of pests are more susceptible to these microorganisms, we studied the effects of the entomonematodes *Heterorhabditis* sp. (HNI-Cenicafé) and *Steinernema feltiae* (Sf-Villapinzón) on the mortality of different stages of these two white grubs species [L1, L2, L3 young, L3 mature (L3m) and Prepupae (Pp)]. Under controlled laboratory conditions (24.5ºC and 70 ± 5% R. H.), we applied a concentration of 10,000 IJs/ml to larvae maintained in organic soil, evaluating their effect 10 and 20 days after inoculation (DAI). The EPN strains caused different mortality rates on *A. inconstans* ($P \leq 0.05$), with higher mortality for HNI (84.7%) than Sf (76.7%) for the different instars, although L2 was more susceptible to the first strain (98.3%). No differences were observed between evaluation times for these species. The greatest mortality in *P. menetriesi* occurred at 20 DAI with HNI, where L2 was also the most susceptible stage (81.1%). It was determined that the susceptibility of white grubs to EPN's depends on the host species as well as the EPN strain used. These findings are as important as knowledge of pest dynamics in order to be able to develop strategies for the biological control of white grubs.

Key words. White grubs. Entomoparasites. *Steinernema feltiae*. *Heterorhabditis*. Biological Control.

Introducción

Las larvas de la familia Melolonthidae al igual que las de Scarabaeidae, reciben diferentes denominaciones: chisas, chizas, mojojoy (Colombia), orugas blancas o gallina ciega, orontoco, chorontoco, joboto, jogoto, chicharra, chabote (Centro América), *white grub* (países de habla inglesa). Del mismo modo, los nombres de los adultos están relacionados con aspectos como la época de aparición o alguna característica asociada con la especie: marceños, cucarrón de invierno (Colombia), abejón de mayo, ron ron (Centro América), *may* o *june beetle*s, *chafer beetle* (países de habla inglesa) (Andrews 1984; King 1984; Posada 1989; Pardo-Locarno 2002).

En Colombia los ataques de chisas se han generalizado en todas las zonas agroecológicas del país, especialmente en la Región Andina, en áreas de clima frío y templado donde se encuentra agricultura de ladera. Los registros muestran 580 especies, de las cuales aproximadamente 225 son consideradas plaga; destacándose los géneros *Phyllophaga, Astaena, Plectris, Anomala, Ancongnatha, Cyclocephala* entre otros (Posada 1993; Morón 1995; Pardo-Locarno *et al*. 1995; Sánchez y Vásquez 1996; Vallejo 1997; Madrigal 2002).

Phyllophaga sp. se presenta principalmente en Cundinamarca, Antioquia, Cauca, Nariño, Quindío, y Valle del Cauca, en cultivos como cítricos, maracuyá, café, trigo, cebada, pastos, flores, cebolla, maíz, fríjol, pimentón, papa, yuca, caña y plátano. Estos insectos poseen una gran capacidad adaptativa por lo cual se encuentran en diversos agroecosistemas que van desde el nivel del mar hasta 3.500 msnm aproximadamente y desde los Estados Unidos hasta América del Sur (Posada 1989; King y Saunder 1984; ICA 1993a, 1993b; Posada 1993; Aragón *et al*. 2005).

Aunque son escasos los datos relativos a la biología de algunas especies de estos rizófagos, el ciclo biológico de *Phyllophaga* sp. en yuca en Colombia dura un año (Bellotti *et al.* 1983). Análogamente, estudios en *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard, 1850) indican que los primeros dos instares se alimentan

1 E-mail de los autores para correspondencia: *meloelsa@gmail.com*; *agaigl@unal.edu.co*

2 M.Sc. Asesor comercial: Punto Química S.A. del Ecuador. *caoro2003@yahoo.com, caoro2003@gmail.com.*

3 Ph. D. Entomólogo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. *agaigl@unal.edu.co*

de materia orgánica y raíces tiernas y tienen una duración de 19 y 27 semanas para la L1 (larva) y L2, respectivamente. El tercer instar dura 175 días en promedio, este es el único estadío de importancia económica, una vez alcanzado el desarrollo completo puede alcanzar una longitud de 40 mm; son blanco-crema, en forma de C, con cabeza café-amarillento, prominente y mandíbulas fuertes (King 1984; Ayala y Monterroso 1998; CIAT 2005). Posteriormente, la larva entra en un periodo de diapausa antes de convertirse en pupa, el cual dura 30 días. Previo a esta etapa, la mayoría de los contenidos del intestino han sido expulsados y los cuerpos grasos se llenan, dando a la larva una apariencia blanco-cremosa; en este período no se alimenta. En general el ciclo biológico comprende 298 días desde huevo hasta adulto (Ayala y Monterroso 1998; CIAT 2005).

Para el género *Anomala*, desafortunadamente, el conocimiento de la ecología y biología en los trópicos es prácticamente nulo (Ritcher 1958; King y Saunders 1984). Sin embargo, algunas investigaciones lo reportan desde el nivel del mar hasta 3.000 msnm, con los adultos de algunas especies teniendo una aparición estacional menos marcada que en *Phyllophaga*, mostrando dos ciclos anuales, por lo que se puede recolectar todo el año (Pardo-Locarno 2000, 2002). Su ciclo biológico, es básicamente similar al de *P. menetriesi*, pero más corto que en la mayoría de las especies (King 1984), específicamente el de la especie *Anomala inconstans* Burmeister, 1844 dura aproximadamente 249 días desde huevo hasta adulto (CIAT 2004). Pardo-Locarno (1993) encontró en colectas con trampas de luz ubicadas en San Antonio (Cauca), que algunas especies de este género aparecían esporádicamente durante todo el tiempo de muestreo y no especialmente en las épocas lluviosas.

Las larvas de *Anomala* se alimentan principalmente de materia orgánica en descomposición al inicio, y posteriormente de raíces de pastos, maíz, fique, tomate, café, espárragos y plantas ornamentales. Los estados de desarrollo tienen una duración así: L1: 27, L2: 29, L3: 163 días (King y Saunders 1984; Hilje 1993; Pardo-Locarno 2000; CIAT 2005). Algunas de las especies pertenecientes a este género han sido consideradas de interés en diferentes puntos del Valle del Cauca en donde las larvas se comportan como rizófagas (Pardo-Locarno 1993).

El control químico de este grupo de insectos se ha descartado por el costo económico y ambiental que representa (Robertson *et al.* 1970), por la dificultad de manejo debido al desconocimiento de los aspectos fundamentales de su dinámica poblacional (movilidad de las larvas en el perfil del suelo por cambios de humedad, temperatura y disponibilidad de raíces para alimento), y por el hecho que no todas las larvas son plaga, por lo cual, este método de control puede afectar tanto larvas rizófagas, saprófagas como facultativas (Falcón y Smith 1983; Ramírez *et al.* 2001; Rodríguez *et al.* 2004).

Entre los enemigos naturales de las chisas se encuentran vertebrados, insectos y microorganismos como hongos, bacterios, virus, protozoarios, microsporidios y nematodos (Marion 1941; Klein 1981; Jackson 1993; Posada 1993). Los escarabeidos han sido objeto de control microbiano por varias razones: al ser plagas del suelo, viven en un medio con temperaturas relativamente estables, con alta humedad relativa, y en general protegidos contra las condiciones extremas del ambiente; siendo este el medio natural para la mayoría de los entomopatógenos de chisas como los hongos y nematodos (Kaya 1990; Shannon 1994).

Estudios realizados por Kard *et al.* (1988), Villani y Wright (1988), Wright *et al.* (1988), Klein (1990) y Forschler y Gardner (1991), para el control de chisas tales como *Popillia japonica* Newman, 1841*, Rhizotrogus majalis* (Razoumowsky)*, Phyllophaga fusca* (Froelich, 1792)*, Phyllophaga anxia* (LeConte, 1850) y *Polyphylla comes* Casey, 1914 con diferentes especies de nematodos de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae hallaron que su uso es prometedor y su efectividad mayor cuando las dosis de nematodos usadas son altas; además, por la capacidad de reproducción y supervivencia de los nematodos es posible reducir el número de aplicaciones y eliminar el uso de insecticidas. A esto se añade que si se trabaja con especies nativas, estas pueden resultar más eficientes considerando que un organismo que ha compartido el mismo hábitat con la plaga tiene mayor probabilidad de ser específico en el hospedante, y que además existen mejores posibilidades de encontrar aislamientos que combinen alta virulencia con especificidad, existentes en lugares donde el hospedante está presente (Prior 1992; Shannon y Carballo 1996). La mayoría de los estudios con nematodos entomopatógenos (NEP's), reportados nacional e internacionalmente con estos rizófagos, se han concentrado en el tercer instar (Jackson y Brooks 1995; CIAT 2004; Koppenhöffer y Fuzy 2004), por ser el más dañino y de más larga duración (King 1984).

En investigaciones realizadas en Colombia sobre larvas de *P. menetriesi* en L3, bajo condiciones controladas de laboratorio, se evaluaron especies de nematodos nativas e introducidas de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* obteniendo hasta el 30% de mortalidad (CIAT 2003; Quintero 2003; Melo y Gaigl 2004). Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de dos aislamientos de nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1975 y *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934)) sobre estados larvales de *Phyllophaga menetriesi* y *A. inconstans*.

Materiales y Métodos

Este experimento se realizó en el laboratorio de entomología de yuca en el campo experimental del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Palmira, Colombia, bajo condiciones controladas (24,5°C y 73,5% de H. R.), en total oscuridad.

Aislamientos de NEP's evaluadas. Se usaron dos aislamientos nativos de NEP's, uno de la especie *Steinernema feltiae* (Cundinamarca-Villapinzón, J. C. Parada) y otro de *Heterorhabditis bacteriophora* (Tolima-Fresno, Cenicafé, J. C. López), a la concentración de 10.000 infectivos juveniles (IJs)/ml, aplicando 1 ml de la solución a cada recipiente, así como a los controles se les agregó 1 ml de agua destilada estéril (ADE). Los IJs de los NEP's utilizados provinieron de un cultivo en laboratorio sobre larvas de *Galleria mellonella* (L., 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) y se mantuvieron hasta el experimento en ADE y en incubadora (15°C) por menos de 10 días.

La mortalidad de *A. inconstans* se evaluó con los dos aislamientos de NEP's para todos los estados, mientras que la de *P. menetriesi*, sólo se evaluó con *H. bacteriophora*.

Insecto blanco. Las larvas (*A. inconstans y P. menetriesi*) provinieron de la cría en el CIAT (23°C y 70% H. R.), a partir de adultos capturados en campo usando trampas de luz negra en el norte del Cauca (Caldono, 1.580 msnm, 18°C). Durante el estudio se alimentaron de raíces de plántulas de arroz con doce días de germinación, manteniéndolos durante el 1er instar

en recipientes plásticos de cinco litros y, durante los demás estados en vasos plásticos con 70 g del sustrato suelo: tierra capote en relación 1:1.

Entre noviembre del 2004 y marzo del 2005 se usaron larvas de los estadíos: primero, segundo, tercero inicial (con dos semanas de edad), tercero maduro (seis semanas de edad) y prepupa. Estos se mantuvieron en envases plásticos con 28 g del sustrato esterilizado con vapor húmedo, temperatura de 70 a 80°C por dos horas, a capacidad de campo y alimentadas de la misma dieta que en la cría.

Diseño experimental. Se trabajó con un diseño completamente al alzar (DCA), en arreglo bifactorial para *A. inconstans* (dos aislamientos de entomonematodos *vs*. tres estados larvales de la plaga), planteando seis tratamientos más un testigo, sin NEP's y un arreglo unifactorial para *P. menetriesi* (un aislamiento para los cinco estadíos), planteando cinco tratamientos más un testigo absoluto. Se compararon los datos para las dos especies con el aislamiento *H. bacteriophora*. La unidad experimental estaba compuesta por 12 larvas individualizadas. Las evaluaciones se realizaron a los 10 y 20 días después de la infección (DDI), registrando la variable mortalidad de las larvas. Los datos de mortalidad se corrigieron con la fórmula de Abbott (1925) y luego con $\sqrt{x+1}$, previo al análisis de varianza y la separación de medias con la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$). Todo el análisis se realizó con el paquete estadístico INFOSTAT (2004).

Resultados

Al analizar la mortalidad de los estados de desarrollo de *A. inconstans*, el más susceptible fue larva 2 (L2) para *H. bacteriophora* (HNI); seguido por la L1 y L2 con *S. feltiae* (Sf) y L3 con HNI, pudiendo éstas presentar un comportamiento similar, en algún momento, al que ocurre con el estado más susceptible (L2), mientras que el menos afectado fue larva 3 (L3) para *S. feltiae*. Con el aislamiento *S. feltiae* la susceptibilidad de L1 y L2 fue similar mientras que L3 tuvo la menor mortalidad (Fig. 1). De los dos aislamientos HNI resultó más patogénico ($F = 8,46$ df = 2; $P < 0,001$), observándose mortalidades promedio de 84,7% (HNI) y 76,7% (*S. feltiae*); no se presentaron diferencias entre los tiempos de evaluación (10 y 20 DDI). Cuando se evaluó la mortalidad natural (Control) de estas larvas en los tres ínstares no se observaron diferencias y el promedio fue de 11%.

Por otra parte *P. menetriesi,* presentó mayor mortalidad a HNI en L2 ($F = 39,68$; df = 4; $P < 0,001$). Los estados de L1 y L3 joven presentaron mortalidades similares, seguidos por la L3 madura y prepupa; las cuales resultaron menos susceptibles al efecto de este NEP (Fig. 2); lo que podría explicarse porque L3 disminuye su alimentación y la prepupa no se alimenta, limitando así la principal vía de entrada de los NEP's en las chisas (Jackson y Brooks 1995), estos resultados muestran una tendencia a disminuir la susceptibilidad a mayor estado de desarrollo.

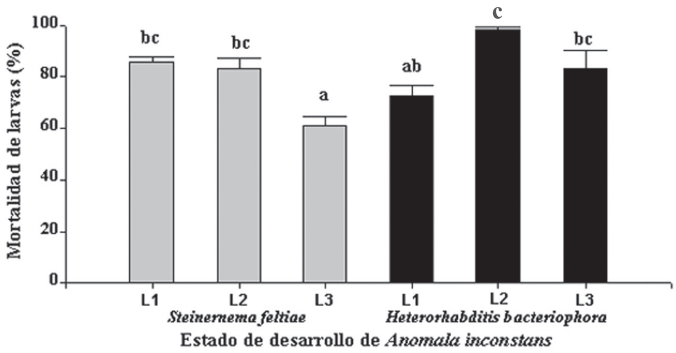


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de tres ínstares (L1, L2, L3), de *A. inconstans* con dos cepas de nematodos (*S. feltiae*; *H. bacteriophora*). Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey $P \leq 0,05$).

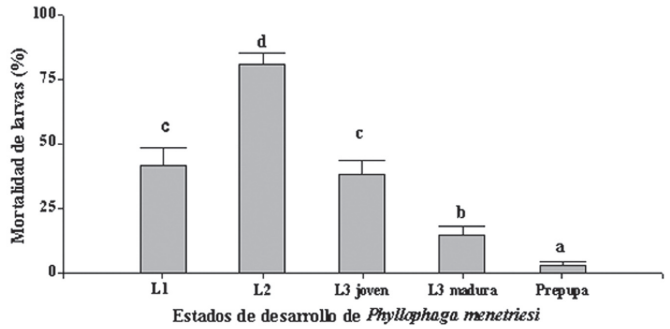


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de cinco ínstares (L1, L2, L3: joven y madura, Prepupa), de *P. menetriesi* con una cepa de NEP's (*H. bacteriophora*). Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey $P \leq 0,05$).

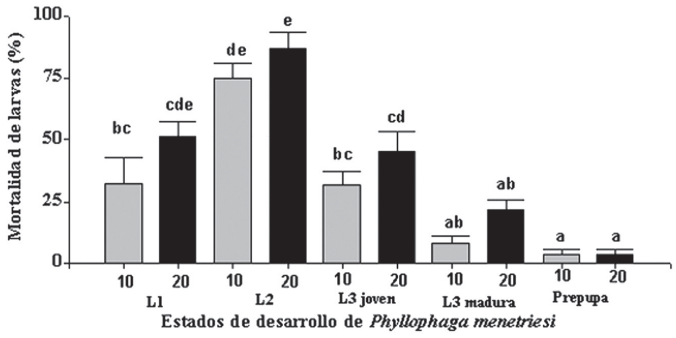


Figura 3. Porcentaje de mortalidad de cinco ínstares (L1, L2, L3 (joven), L3 (madura) y prepupa), de *P. menetriesi* con una cepa de NEP's (*H. bacteriophora*), 10 y 20 días después de la infección. Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey $P \leq 0,05$).

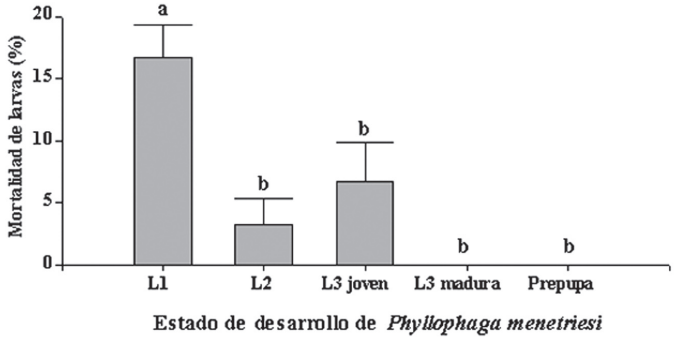


Figura 4. Mortalidad natural de cinco estados de desarrollo de *P. menetriesi*, en condiciones de laboratorio. Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey $P \leq 0,05$).

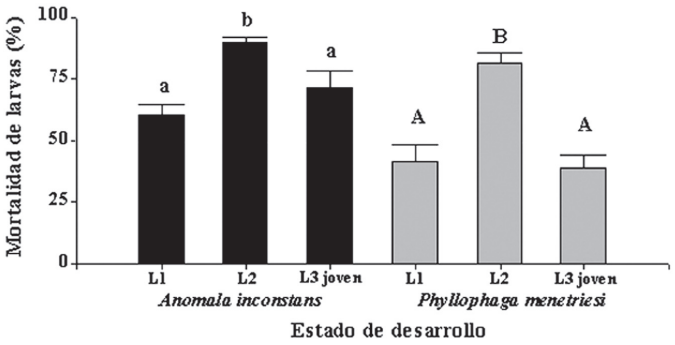


Figura 5. Porcentaje de mortalidad para cada ínstar (L1, L2, L3 Joven), de *A. inconstans* y *P. menetriesi* con una cepa de NEP's (*H. bacteriophora*). Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey P ≤ 0,05).

Cuando se comparó el tiempo de evaluación se obtuvieron diferencias (F = 7,71; df = 1; P = 0,009), resultando mayor mortalidad a los 20 DDI, lo que podría implicar que este nematodo necesita más tiempo para encontrar y matar a su presa (Fig. 3).

Al calcular la mortalidad natural en las condiciones del estudio (Fig. 4), la Larva 1 resultó ser más sensible, posiblemente debido a una mayor susceptibilidad de esta edad a las condiciones ambientales, comportamiento que podría ser compartido con L3 joven, de acuerdo con los resultados encontrados en el análisis; los otros ínstares presentaron mortalidades menores a nulas, siendo similares entre ellos (F = 10; df = 4; P < 0,003).

Cuando se compararon los tres estados (L1, L2 y L3 joven) de las dos especies de chisas frente a *H. bacteriophora*, se encontró que *A. inconstans* es más susceptible (73,8%) que *P. menetriesi* (53,8) (F = 20,3; df = 1; P < 0,001), lo que concuerda con previas experiencias donde *P. menetriesi* se mostró más resistente a estos entomopatógenos (CIAT 2004). En la Figura 5 se observa que para los dos rizófagos el estado que presentó mayor mortalidad fue Larva 2 (F = 21,65; df = 2; P < 0,001), diferenciándose a su vez de los otros estados (L1 y L3 joven), que comparten la misma mortalidad entre sí, ante las dos especies de chisas. En este caso la mortalidad en los dos tiempos de evaluación fue similar.

Discusión

En los resultados se encontró un claro efecto del estado de desarrollo de las chisas sobre la patogenicidad de los entomonematodos, este mismo efecto se observó en evaluaciones previas, donde se encontró un porcentaje de mortalidad muy bajo al controlar la L3 (10%) que además decrece al aumentar la madurez en este estado (CIAT 2004). Resultados similares obtuvieron Koppenhöffer y Fuzy (2004) al evaluar *H. bacteriophora* frente a *Anomala orientalis* Waterhouse, 1875 al controlar la L2, con mortalidades de 60% frente a los obtenidos con L3 (ca. 30%).

Se puede afirmar que el estado de desarrollo influye significativamente en la efectividad de los nematodos entomopatógenos, sin poder generalizar, ya que diferentes estudios muestran que esto depende de la especie de chisa y el nematodo; resultados con *P. japonica* con *H. bacteriophora* mostraron su mayor penetración en L3, mientras que *A. orientalis* mostró un aumento de la susceptibilidad de la L2 frente a L3, con la misma especie de nematodo (Wang y Gaugler 1998; Koppenhöffer y Fuzy 2004).

Adicionalmente, se ha observado una reducción en el control de insectos al aumentar de edad, este principio se ha demostrado tanto con insecticidas químicos como con agentes microbiológicos (Gaugler y Molloy 1981). En este aspecto el género *Heterorhabditis* posee una ventaja morfológica sobre *Steinernema*, por el diente terminal que posee, con el que raspa las áreas intersegmentales de la cutícula del insecto, facilitando la entrada por más partes del cuerpo (Ishibashi y Kondo 1990). Esta susceptibilidad asociada a la edad del hospedero también ha sido atribuida primariamente al tamaño de los orificios naturales que son punto de entrada de los NEP's (espiráculos, ano y boca) (Jackson y Brooks 1995). Los mismos autores reportan que estados iniciales de *Similium vittatum* (Zetterstedt, 1838) (Diptera: Simuliidae), son menos susceptibles a nematodos entomopatógenos (58%) que los más desarrollados (97%). En otros estudios con *Cyrtomenus bergi* Froeschner, 1960 (Hemiptera: Cydnidae), ocurrió lo mismo, siendo el estado de adulto y el quinto más susceptibles que los primeros (Caicedo y Bellotti 1994; Barberena y Bellotti 1998; CIAT 2003).

En ensayos previos *P. menetriesi* ha demostrado ser una especie difícil de combatir, Shannon y Carballo (1996), mencionan que aislamientos de nematodos evaluados en otros insectos, inclusive en especímenes del mismo género (CIAT 2004), con los cuales se han obtenido excelentes resultados, no han funcionado para esta especie de chisa. De igual manera, Londoño (2001), evaluando el efecto de *Steinernema* sp. sobre este género, encontró mortalidades similares al testigo.

Diversas causas explicarían las diferencias en el grado de susceptibilidad entre los estados de desarrollo de las especies de chisas evaluadas; entre ellas se mencionan abajo diversas característica de tipo morfológico, fisiológico y hasta genético que estarían influyendo en su control; la variación interespecífica en los mecanismos de defensa; el tamaño y comportamiento del hospedero; el diámetro menor de los espiráculos en larvas jóvenes; las placas sobre estos que impiden la penetración del patógeno; la frecuente defecación, en la que se expulsa a los nematodos; comportamientos defensivos y evasivos de las larvas; una fuerte respuesta inmune asociada a la edad, donde estados más desarrollados pueden eliminar patógenos invasores, los estados iniciales juveniles que poseen una respuesta de anticuerpos más baja que en los maduros; la menor producción de CO_2 y kairomonas en L1 y L2, lo que dificulta que los nematodos encuentren su hospedero y la cutícula en L3, la cual es difícil de penetrar por su grosor (Kaya 1985; Jackson y Brooks 1995; Koppenhöffer *et al*. 2004; Koppenhöffer y Fuzy 2004). Todos estos aspectos nos muestran algunas de las dificultades que tienen que vencer los entomopatógenos para poder controlar los diferentes estados de esta plaga, aspectos que no se pueden considerar constantes entre especies, y en los cuales se debería tratar cada caso en particular.

Teniendo en cuenta los resultados, se considera al segundo ínstar como el estado en el cual se debe ejercer el control de la chisa con estos entomopatógenos. Aspecto novedoso si se considera que en el país ninguna investigación previa a ésta ha mostrado el efecto en los diferentes estados de desarrollo de estas especies de chisa, lo cual nos permitirá redireccionar las investigaciones futuras, con el conocimiento sobre el momento de aparición del estado de desarrollo más susceptible. Queda todavía mucho por investigar respecto a factores ambientales y de formulación del bioproducto para manejarlo en campo, pero

esto ya es un gran avance no solo para los NEP's, sino, también para los otros potenciales microorganismos.

Literatura Citada

ABBOTT, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265-267.

ANDREWS, K. L. 1984. Proyecto Manejo Integrado de Plagas en Honduras: El manejo integrado de plagas invertebradas en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales en la Escuela Agrícola Panamericana. Hoja Informativa 9. pp. 2-21.

ARAGÓN, A.; MORÓN, M. A.; LÓPEZ-OLGUÍN, CERVANTES-PEREDO, L. M. 2005. Ciclo De vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae; Melolonthinae). Acta Zoológica Mexicana 21 (2): 87-99.

AYALA, M. J. E.; MONTERROSO, L. E. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la gallina ciega. Manual Para Técnicos. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los Granos en Centroamérica (PRIAG). 32 p.

BARBERENA, M. F.; BELLOTTI, A. C. 1998. Parasitismo de dos razas del nematodo *Heterorhabditis bacteriophora* sobre la chinche *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae) en laboratorio. Revista Colombiana de Entomología 24 (1-2): 7-11.

BELLOTTI, A. C.; REYES, J. A.; ARIAS, B. A.; VARGAS, O. 1983. Insectos y ácaros de la yuca y su control. pp. 69-93. En: Reyes, J. A. (ed.). Yuca: Control Integrado de Plagas. PNUD y Centro Internacional de Agricultura Tropical. 362 p.

CAICEDO, A. M.; BELLOTTI, A. C. 1994. Evaluación del potencial del nematodo entomógeno *Steinernema carpocapsae* Weiser (Rhabditida: Steinernematidae) para el control de *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae) en condiciones de laboratorio. Revista Colombiana de Entomología 20 (4): 241-246.

CIAT. 2003. Cassava Entomology, pp. 1-42. En: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Annual Report. Integrate Pest and Disease Management in Major Agroecosystems. Cali, Colombia. 258 p.

CIAT. 2004. Soil pests-Cassava and other crops. p. 116-165. En: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Annual Report. Integrated Pest and Disease Management in Major Agroecosystems. Cali, Colombia. 417 p.

CIAT. 2005. Soil pests-Cassava and other crops. En: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Annual Report. Integrated Pest and Disease Management in Major Agroecosystems. Cali, Colombia.

FALCÓN, L. A.; SMITH, R. F. 1983. El concepto de control integrado de las plagas, pp. 15-20. En: Reyes A. (ed.). Yuca: Control Integrado de Plagas. PNUD y Centro Internacional de Agricultura Tropical. 362 p.

FORSCHLER, T. B.; GARDNER, A. W. 1991. Field efficacy and persistence of entomogenous nematodes in the management of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turf and pastures. Journal of Economic Entomology 84 (5): 1454-1459.

GAUGLER, R.; MOLLOY, D. 1981. Instar susceptibility of *Simulium vittatum* (Diptera: Simuliidae) to the entomogenous nematodes *Neoplectana carpocapsae*. Journal of Nematology. 13 (1): 1-5.

HILJE, L. 1993. Abundancia estacional de adultos de *Phyllophaga* y *Anomala* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Barva, Costa Rica, pp. 17-28. En: Morón, M. A. Diversidad y Manejo de plagas subterráneas. Publicación Especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México. 261 p.

INFOSTAT. 2004. Manual del usuario. Grupo INFOSTAT, FCA., Universidad Nacional de Córdoba. 1 Ed. Editorial Brujas Argentina. 318 p.

ICA. 1993a. Sección Investigación Básica Agrícola-Entomología. Abundante y dañina. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia). Ene-Feb. pp. 10-11.

ICA. 1993b. Abundante y dañina. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia). Mar-Abr. pp. 13-14.

ISHIBASHI, N.; KONDO, E. 1990. Behavior of infective juveniles, pp. 139-150. En: Gaugler, R.; Kaya H. K. (eds.), Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC. Press, Boca Raton, Florida. 365 p.

JACKSON, T. A. 1993. Developing microbial controls for scarab pest. En: Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas. Memorias de la IV Mesa Redonda sobre Plagas Subterráneas 14 y 15 de Octubre de 1993, Instituto de Ecología, AC. Xalapa, Veracruz, México. Sociedad Mexicana de Entomología, AC. Instituto de Ecología. AC. 261 p.

JACKSON, J. J.; BROOKS, M. A. 1995. Parasitism of Western Corn Rootworm larvae and pupae by *Steinernema carpocapsae*. Journal of Nematology 27 (1): 15-20.

KARD, B.; HAIN, F.; BROOKS, W. 1988. Field suppression of three white grubs species (Coleoptera: Scarabaeidae) by the entomogenous nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis heliothidis*. Journal of Economic Entomology 81 (4): 1033-1039.

KAYA, H. K. 1985. Susceptibility of early larval stages of *Pseudalletia unipuncia* and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae). Journal of Invertebrate Pathology 46: 58-62.

KAYA, H. K. 1990. Soil ecology, pp. 93-115. En: Gaugler, R.; Kaya H. K. (eds.). Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC. Press, Boca Raton, Florida. 365 p.

KING, B. S. 1984. Biology and Identification of white grubs (*Phyllophaga*) of economic importance in Central America. Tropical Pest Management 30 (1): 36-50.

KING, B. S.; SAUNDERS, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Overseas Development Administration, Londres. 182 p.

KLEIN, M. G. 1981. Advances in the use of *Bacillus* for pests control, pp. 183-192. En: Burges, H. D. (ed.). Microbial Control Pests and plant diseases 1970-1980. Academic Press. New York. 949 p.

KLEIN, M. G. 1990. Efficacy against soil-inhabiting insects pest, pp. 93-115. En: Gaugler, R.; Kaya H. K. (eds.). Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC. Press, Boca Raton, Florida. 365 p.

KOPPENHÖFFER, A. M.; FUZY, E. M. 2004. Effect of white grub developmental stage on susceptibility to entomopathogenic nematodes. Journal of Economic Entomology 97 (6): 1842-1849.

KOPPENHÖFFER, A. M.; FUZY, E. M.; CROCKER, R. L.; GELERNTER, W. D.; POLAVAPARU, S. 2004. Pathogenicity of *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema glaseri*, and *S. scarabaei* (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) against 12 white grubs species (Coleoptera: Scarabaeidae). Biocontrol Science and Technology 14 (1): 87-92.

LONDOÑO, M. E. 2001. Las chisas y su manejo, hortalizas, plagas y enfermedades. Corpoica-Sociedad Colombiana de Entomología. pp. 36-47. Rionegro.

MADRIGAL, A. C. 2002. Plagas forestales de las regiones cálidas colombianas. En: Memorias. XXIX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. pp. 66-80. Montería.

MARION, L. P. 1941. Insects pests of faro, garden and orchad. John Wiley sons. New York. 549 p.

MELO, E. L.; GAIGL, A. 2004. Experiencias con el uso de nematodos entomopatógenos en el manejo de dos plagas subterráneas del trópico central de Colombia. En: Memorias. XXXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. pp. 203-206. Bogotá.

MORÓN, M. A. 1995. La diversidad de coleópteros Scarabaeoide o Lamellicornia en Colombia y su repercusión en el complejo plagas subterráneas. Memorias, II Reunión Latinoamericana de Scarabaeidología. Pontificia Universidad Javeriana. pp. 1-3. Bogotá.

PARDO-LOCARNO, L. C. 1993. Estudio preliminar de las especies Melolonthidae del Valle del Cauca Colombia con énfasis en la cuenca Calima-San Juan (Valle-Chocó). En: Diversidad y Manejo de plagas subterráneas. Publicación Especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México. pp. 83-90.

PARDO-LOCARNO, L. C. 2000. Avances en el estudio de chisas rizófagas (Coleoptera: Melolonthidae) en Colombia, observaciones sobre los complejos regionales y nuevos patrones morfológicos de larvas. En: III curso nacional sobre taxonomía de escarabajos de importancia económica en Colombia. 53 p. Palmira.

PARDO-LOCARNO, L. C. 2002. Aspectos sistemáticos y bioecológicos del complejo chisa (Col, Melolonthidae) de Caldono, Norte del Cauca, Colombia. Trabajo de grado de Maestría en Biología. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Santiago de Cali. 145 p.

PARDO-LOCARNO, L. C.; FRANCO, M. P.; ALARCON, A. A. 1995. Estudios preliminares de las chisas (Coleoptera: Lamellicornia) de San Antonio, Cauca. Registros y observaciones en Laparosticti y Pleurosticti. Revista Colombiana de Entomología 21 (1): 51-57.

POSADA, F. J. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, (Boletín Técnico 43). Bogotá. 662 p.

POSADA, O. L. 1993. Las chisas, sus enemigos naturales y recomendaciones sobre su manejo. Agricultura Tropical 30 (3): 71-79.

PRIOR, C. 1992. Pathogens of scarabaeid pests of sugar cane in Mauritius and Reunion and potential control strategies, pp. 237-246. En: Jackson, T. A.; Glare, T. R (eds.). Use of pathogens in scarab pest management. Intercept. Andover.

QUINTERO, M. P. 2003. Comparación en laboratorio de la patogenicidad de tres especies de nematodos entomopatógenos (Rhabditida) sobre larvas de tercer instar de *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard) (Coleoptera: Scarabaeidae). Trabajo de grado de Biología. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. Santiago de Cali. 49 p.

RAMÍREZ-SALINAS, C.; CASTRO, A. E.; MORÓN, M. A. 2001. Descripción de la larva y pupa de *Euphoria basalis* (Gory y Percheron, 1833) (Coleoptera: Melolonthidae: Cetoniinae) con observaciones sobre su biología. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 83: 73-82.

RITCHER, P.O. 1958. Biology of Scarabaeidae. Annual Review of Entomology 3: 311-335.

ROBERTSON, L. N.; ALLSOPP, P. G.; ROGERS, D. J. 1970. Management of soil insects after 40 years in the Wilderness: High Technology or working with nature?. Soil Invertebrates in 1997. Bureau of Sugar Experiment Stations, Brisbane. pp. 1-7.

RODRÍGUEZ, M.; FRANCE, A.; GERDING, M. 2004. Evaluación de dos cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* (Metsh.) para el control de larvas de gusano blanco *Hylamorpha elegans* Burn. (Coleoptera: Sacarabaeidae). Agricultura Técnica 64 (1): 1-11.

SÁNCHEZ, G.; VÁSQUEZ, N. C. 1996. Manejo de plagas en arracacha. Boletín de Investigación, Corpoica, 43 p. Ibagué.

SHANNON, P. J. 1994. Control microbiano de *Phyllophaga* spp. (Col: Melolonthidae). En: Memoria. Seminario-Taller sobre la Biología y Control de *Phyllophaga* spp. Informe Técnico 277. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 80-92

SHANNON, P.; CARBALLO, M. 1996. Biología y control de *Phyllophaga* spp. Seminario-Taller Centroamericano sobre la biología y control de *Phyllophaga* spp. CATIE, Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico 227. pp. 80-93

VALLEJO, F. 1997. Contribución al conocimiento de las plagas subterráneas-chisas (Coleoptera: Melolonthidae) del oriente de Antioquia. Trabajo de grado de Maestría en Entomología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 236 p.

VILLANI, M. G.; WRIGHT, R. J. 1988. Entomogenous nematodes as biological control agents of european chafer an japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae infesting turftgrass. Journal of Economic Entomology 81 (2): 484-487.

WANG, Y.; GAUGLER, R. 1998. Host and penetration site location by entomopathogenic nematodes against Japanese beetle larvae. Journal of Invertebrate Pathology 66: 178-184.

WRIGHT, R. J.; VILLANI, M. G.; AGUDELO-SILVA, F. 1988. Steinernematid and Heterorhabditid nematodes for control of larval european chafers and japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in potted yew. Journal of Economic Entomology 81 (1): 152-157.

Recibido: 12-ene-2006 • Aceptado: 01-abr-2007

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 27-30 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9311

Vertical distribution, population density, and natural egg parasitism of cotton leafworm on cotton under IPM

Distribución vertical, densidad poblacional y parasitismo natural de los huevos del curuquere del algodón bajo MIP

Distribuição vertical, densidade populacional e parasitismo natural de ovos de curuquerê-do-algodoeiro sob condições de MIP

MARCOS GINO FERNANDES*, MÁRIO ADRIANO S. MOREIRA, PAULO EDUARDO DEGRANDE, ANTÔNIO CARLOS CUBAS, ANDERSON MIGUEL SILVA

Abstract. *Alabama argillacea* is one of the most important pests of cotton crops in Brazil, and therefore it is necessary to research its behavior and natural biological control in areas under IPM conditions to improve the management of its population. In the pursuit of this objective, experiments were carried out on cotton crops in Dourados, Mato Grosso do Sul, in the 1997-1998 growing season. With the object of determining the population density and vertical distribution of eggs, larvae, and pupae, the total number of eggs, small, medium and large sized larvae and pupae found on the upper, middle, and lower sections of the plants were weekly recorded. This was conducted in an area where pest management was done according to IPM techniques and tactics. In the same area, eggs of this species were also gathered to determine the proportion of parasitism. The pest lays the majority of eggs on the upper part of the plants where the majority of mid- and large-sized larvae were also found. Small larvae were generally found on both middle and lower parts of the plants. A growing percentage of parasitism by *Trichogramma pretiosum* was found from the beginning through the end of the crop season, reaching almost 100% parasitized eggs by the end of plant development. The average number of eggs found per plant was high during almost the whole crop cycle, reaching about 30 eggs per plant by the end of the cycle. The total number of small caterpillars was high and constant during the whole evaluation period, while medium and large ones were more abundant in the final phase of the crop cycle. The total caterpillar population reached peaks of around four caterpillars per plant.

Key words. *Gossypium hirsutum*. *Alabama argillacea*. Behavior. Oviposition. *Trichogramma* spp.

Resumen. *Alabama argillacea* es uno de los parásitos más importantes en el cultivo del algodón en el Brasil, y por tanto, es necesario investigar su comportamiento y control biológico natural en áreas bajo condiciones de MIP para mejorar el manejo de sus poblaciones. En la búsqueda de este objetivo, se realizaron experimentos en cultivos del algodón en Dourados, Mato Grosso do Sul, en la época de la cosecha 1997-1998. Con el objeto de determinar la densidad poblacional y la distribución vertical de huevos, las larvas y las crisálidas de esta especie, se contaron semanalmente el número total de huevos, larvas pequeñas, medias y grandes y crisálidas encontradas en las secciones superiores, medias y más bajas de las plantas; esto se realizó en un área en donde el manejo de la plaga se hace según técnicas y tácticas del MIP. En la misma área, los huevos de esta especie también fueron recolectados para determinar la proporción de parasitismo. La plaga pone la mayoría de huevos en la parte superior de las plantas, en donde también se encontraron la mayoría de larvas medias y de gran tamaño. Las larvas pequeñas fueron encontradas generalmente en las partes medias e inferiores de las plantas. Se encontró un porcentaje creciente de parasitismo por *Trichogramma pretiosum* durante toda la estación de la cosecha, alcanzando casi 100% de huevos parasitados al final del desarrollo de las plantas. El número medio de los huevos encontrados por planta fue muy alto durante casi todo el ciclo de la cosecha, alcanzando cerca de 30 huevos por planta en el extremo final del ciclo. El número total de orugas pequeñas fue alto y constante durante toda la evaluación, mientras que las de tamaño medio y grande eran más abundantes en la fase final del ciclo de la cosecha. La población total de la oruga alcanzó picos de alrededor cuatro orugas por la planta.

Palabras clave. *Gossypium hirsutum*. *Alabama argillacea*. Comportamiento. Oviposición. *Trichogramma* spp.

Resumo. *Alabama argillacea* é importante praga do algodoeiro no Brasil, o que torna necessário pesquisar detalhes de seu comportamento e controle biológico natural em áreas conduzidas sob condições do Manejo Integrado de Pragas (MIP), visando tornar mais eficiente o manejo de sua população. Para tanto, foram conduzidos experimentos durante a safra 1997-1998, em algodoeiro na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, buscando determinar a distribuição vertical e a densidade populacional das formas imaturas dessa espécie através de amostragens semanais em área onde o manejo das pragas foi efetuado de acordo com as técnicas e táticas preconizadas pelo MIP. Nessa área amostral foi realizada a contagem de ovos, lagartas pequenas, médias e grandes e pupas presentes nos terços superior, médio e inferior das plantas. Também foram coletados ovos dessa espécie para determinar o índice de parasitismo por parasitóides. A maior parte dos ovos foi encontrada no terço superior das plantas, assim como de lagartas médias e grandes, enquanto que as lagartas pequenas foram encontradas, principalmente, entre os terços médio e inferior das plantas. Ocorreu aumento constante do índice de parasitismo dos ovos por *Trichogramma pretiosum* ao longo do desenvolvimento das plantas, atingindo valores próximos de 100% dos ovos coletados. O número médio de ovos encontrado por planta foi alto durante, praticamente, todo o ciclo da cultura, atingindo quase 30 ovos por planta próximo do final do ciclo. O número de lagartas pequenas encontradas foi alto e constante durante todo o período de avaliação, enquanto que lagartas médias e grandes foram mais abundantes no final do ciclo da cultura. A população total de lagartas alcançou picos próximos de quatro lagartas por planta.

Palavras-chave. *Gossypium hirsutum*. *Alabama argillacea*. Comportamento. Oviposição. *Trichogramma* spp.

* Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - Caixa Postal 533, CEP: 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *mgfernandes@ufgd.edu.br*, telefone: (67)3411-3899.

Introduction

The state of Mato Grosso do Sul consolidated, in a few years, as one of the great Brazil's cotton producers, reaching 44,675 ha in the 2002/2003 crop season, with average productivity of 3,449 kg/ha (IBGE 2003). A quick expansion of the planted area in the last decade has been verified for the country (Freire *et al.* 1999). Optimum productivity averages and fiber quality are achieved at each year in the whole Midwest Brazilian Region that, nowadays, is responsible for more than 70% of the national cotton production.

In Brazil, mainly in the state of Mato Grosso do Sul, the cultivation of cotton plays important social and economical role in the rural areas, being practiced by small, medium, and large producers (Ferraz and Lamas 1996). The large scale applications of chemical products in agroecosystems, aggravated the previously existing problems in the productive process, such as pests resistance to several pesticides, outbreaks of pests considered secondary before, the return of pests, and the toxic effects of chemical products harmful to man. All these factors concurred to the appearance of the Integrated Pest Management (IPM), on the contrary to the way in which the pests control was previously conducted.

The cotton agroecosystem includes a wide diversity of arthropods that can vary from a few hundred to more than a thousand species (Hearn and Fitt 1992), being the majority of these predators and phytophagous species (Luttrell *et al*. 1994). It is estimated that the number of cotton pest species would be between 20 and 60, but significant harms in the cotton crop are caused by five to 10 key-pests in the majority of the production systems (Hearn and Fitt 1992).

Alabama argillacea (Hübner, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae) occurs in practically all the country's cotton producing regions. Ramalho (1994) estimated that this pest can reduce up to 67% the crop yield. According to the same author, the critical period for the occurrence of this species is from 0 to 20 days after the seedlings emergence, and the control level must be of 53% of plants with an infested leaf by larvae. The control techniques of this pest must be part of a large IPM program, aiming at the production costs reduction and avoiding the negative impact of pesticides to the environment.

To implant an appropriate management of the cotton leaf worm it is necessary to build a sampling plan that allows to estimate, in a fast and accurate way, the population density of this pest in the crop (Fernandes *et al*. 2003). The knowledge of the *A. argillacea* foraging and oviposition behaviors is needed in order to develop an adequate sampling and control plan for this pest. The national scientific literature related to this subject is still reduced and refers to few cultivars. The study of the vertical distribution of eggs and worms of this species, aiming at the determination of its location in the plant, is crucial to minimize the time consumed during the sampling process and augment the reliability of the IPM. In this sense, Fye (1972), Bleicher *et al*. (1983) and Farrar and Bradley (1985) admit that the knowledge of the eggs and caterpillar distribution in the parts of the plant is of utmost importance to monitor the pest in the crop. For this reason, it is necessary to consider Degrande's (1998) affirmation that the whole cotton-IPM program must be based on reliable samplings, which imposes the need of periodic monitoring and the development of technology able to speed this process.

A reduced number of works that deal with the vertical distribution of caterpillars of *A. argillacea* can be found in the Brazilian scientific literature, and the few existent, generally, do not classify the larvae by size. As an example, Marchini (1976) and Mariconi (1976) indicated that the caterpillars attack the uppermost third of the plant, mainly the new leaves. In an experiment conducted in Pernambuco with the 'Reba B-50' cultivar, Bleicher *et al*. (1983) also described that caterpillars of this Noctuidae prefer the superior part of the plant, although they did not classify the larvae by size or instar.

In this way, the present research had as objective to evaluate the vertical distribution, also called intraplant distribution, as well as the population density of eggs, caterpillars, and pupae of *A. argillacea* in cotton crop where the pests control was conducted according to the techniques and tactics of IPM. It was also searched the determination of the *A. argillacea*'s eggs parasitism by *Trichogramma* spp., due to the great importance of this biological control agent on the population density of this pest in this region; looking forward, in this way, to furnish basic information for the posterior development of fast and efficient sampling plans of this Noctuidae in large cotton growth areas in Brazil.

Materials and Methods

The study was conducted during the crop season 1997-1998 in the county of Dourados, Mato Grosso do Sul, in an area cultivated with cotton *Gossypium hirsutum* L., CNPA-ITA-90 cultivar, managed under cotton-IPM conditions (Degrande 1998), and routinely practiced by this region growers. To determine the vertical distribution of eggs, larvae, and pupae of *A. argillacea*, weekly evaluations were made from the seedlings emergency until 129 days after plant emergency (DAE). The evaluations consisted of counting eggs, caterpillars, and pupae found in the superior, medium, and inferior thirds of 50 plants taken at random throughout the sampling area. The caterpillars were classified into small (up to 15 mm), medium (between 15 and 25 mm), and large (above 25 mm) length sizes.

To determinate percentage of egg parasitism, 50 eggs were collected throughout the sampling area and weekly evaluated. The leaves containing eggs were sent to laboratory, conditioned in glass tube sealed with PVC film (Rolopac), and maintained in room conditions. With a stereo-microscope (40X) the eggs were observed, being recorded the number of hatched caterpillars and emerged parasitoids. The adults of *Trichogramma* spp., the only parasitoids obtained, were placed in glass tubes containing alcohol 70%. Male parasitoids were mounted in microscope slides and sent to Dr. R. A. Zucchi (ESALQ/USP), who identified these as *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879.

The control actions were made whenever moth population reached two caterpillars per plant; since it was of interest to know the vertical distribution of this species in the area. Six insecticide applications during the crop cycle were necessary to control this pest. The first application occurred at 44 DAE with endosulfan (2.0 L p.c. /ha), and the others at 56 DAE with endosulfan (2.0 L p.c. /ha) + diflubenzuron (60 g. p.c. /ha), 79 DAE with deltamethrin (0.25 L p.c. /ha) + triazophos (0.5 L p.c. /ha), and at 86, 96, and 109 DAE with deltamethrin (0.45 L p.c. /ha). The data were analyzed with descriptive statistic.

Results and Discussion

The largest number of eggs was found in the superior third of the plants, followed by the medium and inferior thirds, this trend was observed during the whole crop cycle (Fig. 1). The

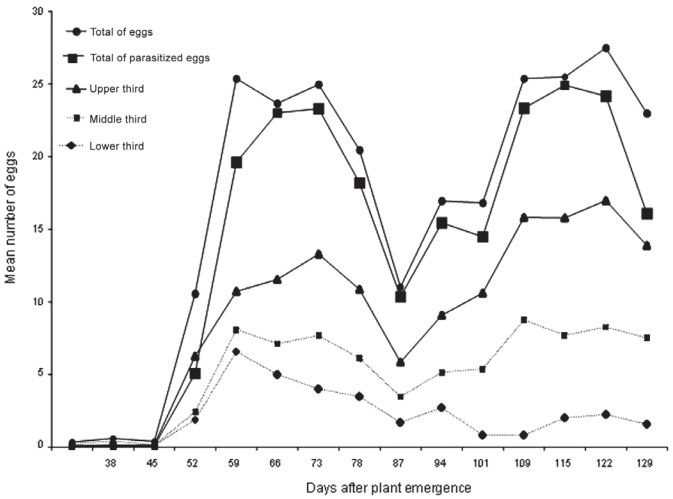


Figure 1. Mean number of *A. argillacea* eggs and parasitized eggs in different parts of cotton plant, cv. CNPA-ITA-90.

number of eggs in the superior third presented around 40% of the total found in the plant during all the infestation period, reaching values higher than 65% of the total in some of the samplings. The variation of the egg number between the thirds of the plants was similar throughout the crop cycle. The egg percentage found in the lower third was between 5 and 30%. The oviposition behavior in the superior third of the plant, possibly occur because the presence of new leaves which favors the young larvae. Due to that behavior, Bleicher *et al*. (1983) affirmed that the highest leaf of the cotton plant can be used as a sampling unit for *A. argillacea* eggs.

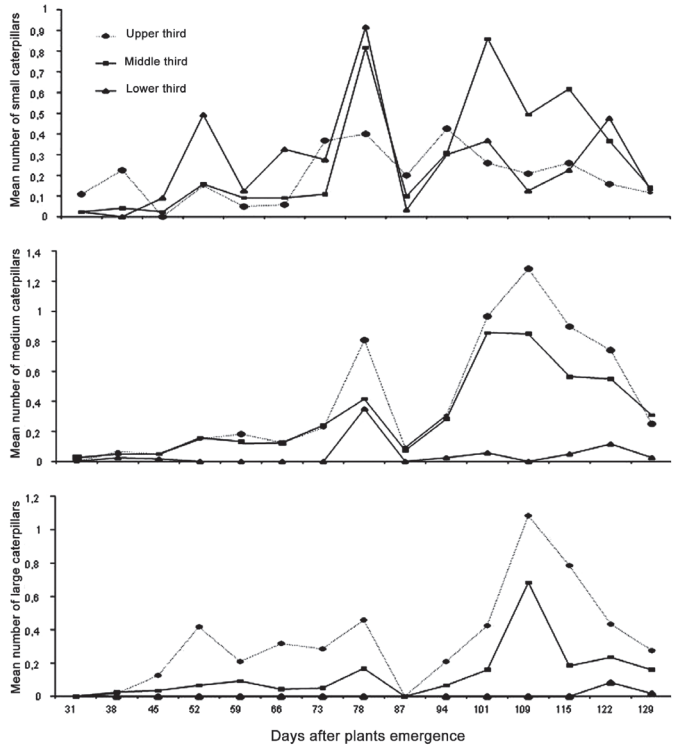


Figure 2. Mean number of large, medium, and small *A. argillacea* caterpillars in different parts of cotton plants.

In spite of the great number of eggs found, the majority of them were parasitized by *T. pretiosum* during most of the occurrence of the Noctuidae. During the beginning of the pest oviposition period, there were no parasitism records and then this number increased gradually with the increase of the population and oviposition of *A. argillacea*; two weeks after the initiation of oviposition the parasitism reached 100% (Fig. 1). This population behavior supports the suggestion of Parra *et al*. (1992), that the utilization of these parasitoids in applied biological control programs should be done via mass releases in the beginning of the pest appearance.

The *A. argillacea* egg numbers, with parasitoids and without parasitoids, have shown that the parasitoid population grows quickly. A similar result was found by Hohmann and Santos (1989), which verified high *A. argillacea* eggs parasitism levels (up to 99%) by *T. pretiosum* in cotton areas in the state of Paraná during the 1986-1987 crop season. These data point out the great potential of *T. pretiosum* as a natural biological agent of this pest.

The small sized caterpillars were located mostly in medium and inferior thirds (Fig. 2). The average number of small larvae by plant section varied from 0.45/plant (superior third), to 0.86/plant (medium third) and to 0.92/plant (inferior third). These results differ with those of the eggs distribution. The medium sized caterpillars found in the upper part of the plants varied from 0 to 13/plant during the study, while in the medium part it varied from 0 to 0.85, and in the lower part never surpassed 0.4/plant, which represents 24% of the total of medium caterpillars present per plant (Fig. 2). The preference of the *A. argillacea* large sized caterpillar for the upper part of the cotton plant was more obvious than that of the medium sized ones. Practically no caterpillars were found in the inferior third of the plant, (Fig. 2). In the superior third of the plant the greatest pupae number was found (Fig. 3).

Since the larger number of eggs was deposited in the uppermost part of the plant, the presence of the greatest portion of small larvae in the medium and inferior thirds suggest that, after hatching, the caterpillars migrate to the lower parts of the plant, where they find better quality food, besides greater protection against climate adversities and natural enemies. As

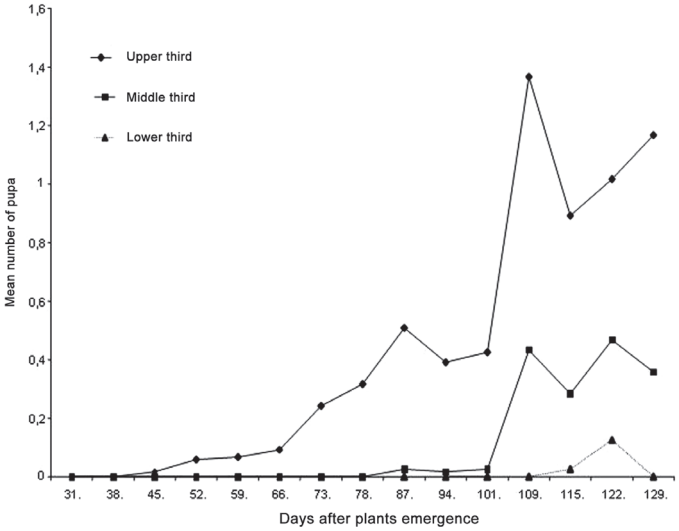


Figure 3. Mean number of *A. argillacea* pupae in different parts of cotton plants.

they develop, the caterpillars return to the superior parts of the plant, where they pupate. It is possible though, that greater predation, egg parasitism, and pesticide exposition occurs in the superior region of the plant; thus, greater egg and caterpillar survival may occur in the lowest part of the plants due to the difficult insecticide translocation. This phenomena can be more evident with a higher plant density (90,000 to 110,000 plants per ha), in relation to the traditional cultivars (i. e.: IAC-22 which does not surpasses 70,000 plants per ha), because the large number of plants per area offers more difficulties to apply pesticides since these can not reach the lower part of the plants, specially in areas whose plants do not present growth conditioned by the application of chemical growth regulator products.

Literature Cited

BLEICHER, E.; MELO, A. B. P.; JESUS, F. M. M.; FERRAZ, C. T. 1983. Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodoeiro herbáceo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina 12: 117-121.

DEGRANDE, P. E. 1998. Manejo integrado de pragas do algodoeiro, pp. 154-191. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisas Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). Algodão: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA-CPAO; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 7).

FARRAR JR., R. R.; BRADLEY Jr, J. R. 1985. Within-plant distribution of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and larvae on cotton in North Carolina. Environmental Entomology 14: 205-209.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. 2003. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. Neotropical Entomology 32 (1): 107-115.

FERRAZ, C. T.; LAMAS, F. M. 1996. Aspectos importantes na cultura do algodoeiro em Mato Grosso do Sul. EMPAER-MS. (Circular Técnica, 6). 16 p.

FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J.; CIA, E. 1999. Cultura do Algodoeiro. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. São Paulo. 286 p.

FYE, R. E. 1972. Preliminary investigation of vertical distributions of fruiting forms and insects on cotton plants. Journal of Economic Entomology 65: 1410-1414.

HEARN, A. B.; FITT, G. P. 1992. Cotton crop system, pp. 85-142. In: Pearson, C. J. (ed.). Field crop ecosystem of the world. 5ª ed. Amsterdam, Elsevier.

HOHMANN, C. L.; SANTOS, W. J. 1989. Parasitismo de ovos de *Heliothis* spp. e *Alabama argillacea* (Hübner) (Lep.: Noctuidae) em algodoeiro por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) no norte do Paraná. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 18: 161-167.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2003. Levantamento sistemático da produção agrícola. Campo Grande.

LUTTRELL, R. G.; FITT, G. P.; RAMALHO, F. S; SUGONYAEV, E. S. 1994. Cotton pest management: Part 1. A worldwide perspective. Annual Review of Entomology 39: 517-526.

MARCHINI, L. C. 1976. Avaliação de dano do "curuquerê do algodão" *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em condições simuladas e redução da sua população através de isca tóxica. Piracicaba. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 76 p.

MARICONI, F. A. M. 1976. Inseticidas e seu emprego no combate às pragas. Ed. Nobel, São Paulo. 466 p.

PARRA, J. R .P.; ALMEIDA, R. P.; ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S. 1992. Perspectivas de controle biológico de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) e *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) através de *Trichogramma*, pp. 113-134. In: 1o. Simpósio de Manejo de Pragas, Jaboticabal, SP. RAMALHO, F. S. 1994. Cotton pest management: Part 4. A Brazilian Perspective. Annual Review of Entomology 39: 563-578.

Recibido: 16-ene-2006 • Aceptado: 03-feb-2007

Biología y hábitos de *Mahanarva andigena* (Hemiptera: Cercopidae) en condiciones de casa de malla

Biology and habits of *Mahanarva andigena* (Hemiptera: Cercopidae) under screenhouse conditions

JAIRO RODRÍGUEZ CH.[1] y DANIEL C. PECK[2]

Resumen. *Mahanarva andigena* fue detectada por primera vez en Colombia en 1999, en el Municipio de Tumaco (Nariño), sur de la costa Pacífica, asociada con los hospederos *Sorghum halepense* y *Saccharum officinarum*. Con el propósito de complementar los estudios tendientes al conocimiento biológico de otras especies de salivazo asociadas con gramíneas cultivadas en Colombia, se planteó esta investigación para establecer una base inicial sobre la diferenciación morfológica, duración de los estados de desarrollo, y algunos aspectos de la biología reproductiva. Los estudios morfológicos permitieron diferenciar y caracterizar los estados de huevo, ninfa y adulto; a la vez, se determinó la duración del ciclo de vida bajo condiciones semi-controladas. Para huevos (27°C, 100% H. R.), el tiempo promedio de eclosión fue 16,4 días. Para las ninfas (temperatura promedia mín/máx 19,5/29,9°C, 95% H. R.), el tiempo promedio de desarrollo fue 48,4 días, dividido en 6,4, 8,6, 8,2, 10,1 y 15,1 días para cada uno de los cinco instares, respectivamente. Para los adultos (temperatura promedio mín/máx 19,5/29,9°C, 95% H. R.), la longevidad promedio fue 21,4 días, 25,6 días para las hembras y 18,3 para los machos. Bajo las condiciones del estudio, la duración total del ciclo de *M. andigena* fue 75,5 días. *M. andigena* exhibió una flexibilidad por el sustrato de oviposición, con una preferencia por el suelo descubierto con el 51,2% de los huevos recuperados; el 16,4, 32,4, y 0% fueron recuperados en el suelo bajo hojarasca, superficie del tallo y la hojarasca, respectivamente. La información suministrada fortalece ciertos patrones establecidos para el complejo salivazo en gramíneas y amplía nuestro conocimiento de la variación biológica. Como primer estudio sobre una especie de salivazo asociado con caña de azúcar en Colombia, establece una línea base para estudios biológicos del salivazo como plaga emergente en la industria azucarera.

Palabras clave. *Brachiaria*. Caña de azúcar. Ciclo de vida. Gramíneas forrajeras. Salivazo.

Abstract. *Mahanarva andigena* was detected in Colombia for the first time in 1999, in the municipality of Tumaco (Nariño), on the south Pacific coast, associated with the hosts *Sorghum halepense* and *Saccharum officinarum*. In order to complement studies aimed at an understanding of the biology of other species of spittlebugs associated with cultivated grasses in Colombia, this research was designed to establish an initial base on the morphological differentiation, duration of the developmental stages, and certain aspects of the reproductive biology. The morphological studies permitted the differentiation and characterization of the egg, nymph and adult, at the same time determining the duration of the life cycle under semi-controlled conditions. For the eggs (27°C, 100% R. H.), the mean time to eclosion was 16.4 days. For the nymphs (mean temperature min/max 19.5/29.9°C, 95% R. H.) the mean development time was 48.4 days, divided in 6.4, 8.6, 8.2, 10.1 and 15.1 days for the five instars, respectively. For the adults (mean temperature min/max 19.5/29.9°C, 95% R. H.), the mean longevity was 21.4 days, 25.6 days for the females and 18.3 days for the males. Under the conditions of the study, the total duration of the life cycle of *M. andigena* was 75.5 days. *M. andigena* exhibited a flexibility for oviposition substrate, with a preference for uncovered soil with 51.2% of the recovered eggs; 16.4, 32.4 and 0% were recovered from soil under litter, surface of the stem, and the litter, respectively. The information provided strengthens certain patterns established for the spittlebug complex in grasses and broadens our understanding of the biological variation. As the first study on a spittlebug species associated with sugar cane in Colombia, a base line is established for biological studies of spittlebugs as emerging pests of the sugar cane industry.

Key words. *Brachiaria*. Sugar cane. Life cycle. Forage grasses. Spittlebug.

Introducción

El salivazo de los pastos (Hemiptera: Cercopidae) es una plaga limitante en la producción ganadera de América tropical (Lapointe y Miles 1992; Holmann y Peck 2002). Ataca a casi todos los géneros importantes de gramíneas forrajeras (p. e. *Bothriochloa*, *Brachiaria*, *Cynodon*, *Panicum*, *Pennisetum*) (Peck 2001), al igual que la caña de azúcar (Fewkes 1969; Guagliumi 1972; Dinardo-Miranda *et al.* 2004) y bajo ciertas circunstancias arroz y césped (Nilakhe 1985; Shortman *et al.* 2002). A pesar del amplio rango de hospederos reportados para el salivazo de los pastos y del impacto económico que genera en la ganadería, todavía no se tiene una estrategia efectiva de manejo integrado de plagas (MIP). La diversidad taxonómica del grupo implica que la biología y las tácticas de manejo apropiadas varían de una región a otra, entonces el manejo de la plaga es afectado por una simplificación del problema dado el rango de variación en las asociaciones salivazo/forraje/hábitat.

En 1999 se reportó por primera vez para Colombia la especie *Mahanarva andigena* (Jacobi), de la cual solo se tenía referencia de su ubicación en la costa y amazonía de Ecuador (Peck 2001). En Colombia, *M. andigena* se reporta hasta la fecha solamente en la costa Pacífica, específicamente en Tumaco (Departamento de Nariño) en el Centro de Investigación El Mira de Corpoica (1º 33' 101'' N, 78º 42' 849'' W, 50 msnm) (Peck 2001). Además, se pudo establecer como hospederos de *M. andigena* a *Sorghum halepense* (L.) Pers. (pasto Johnson) y *Saccharum officinarum* L. (caña de azúcar). En el Ecuador, se reporta como hospedero de *M. andigena* a la caña de azúcar, donde los primeros reportes se remontan a 1986 en el Ingenio San Carlos en el Valle de Guayas (Mendoza 1999). Adicionalmente, Fors (2000) reporta para el ingenio San Carlos

1 Asistente de Investigación, Manejo Integrado de Plagas, CIAT, A.A. 6713 Cali, Valle. *j.chalarca@cgiar.org*

2 Assistant Professor, Department of Entomology, New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Ithaca, NY, EEUU. *dp25@cornell.edu*

un área de 100 ha afectada por el insecto, al igual que una nueva zona con incidencia del insecto en inmediaciones del ingenio Valdéz cerca de Guayaquil (Ecuador).

En Ecuador las variedades de caña con mayor incidencia del insecto son aquellas que exhiben dificultad para el deshoje (Mendoza 1999). Para el caso específico de Colombia, *M. andigena* se encontró asociada con caña panelera, logrando una alta incidencia hasta 25-35 ninfas por cogollo (Rodríguez observación personal). Al igual que en el Ecuador, esta especie de salivazo en Colombia exhibe un comportamiento aéreo siendo común poder observar los diferentes instares ninfales en una sola masa de espuma localizada dentro del cogollo de la planta. Este comportamiento permite diferenciar a *M. andigena* de las demás especies reportadas para Colombia, y la compara con *Mahanarva bipars* (Walker) (Peck *et al*. 2004).

En este estudio se describe la biología y comportamiento de *M. andigena* bajo condiciones de casa de malla. A pesar de su importancia en Ecuador, no se cuenta con estudios detallados sobre la biología de este insecto. Este conocimiento es necesario para implementar tácticas de manejo tendientes a disminuir la presión que *M. andigena* pueda llegar a ejercer sobre la caña de azúcar, y como punto de partida para el desarrollo de estudios biológicos por parte de otras instituciones, por ejemplo en el caso de *M. bipars* asociada a caña en el Departamento de Risaralda (Peck *et al.* 2004).

Materiales y Métodos

Con el propósito de contar con todos los estados de desarrollo del insecto, se implementó una colonia en las instalaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Valle del Cauca, localizado a 3.517ºN y 76.367ºW, 965 msnm, precipitación anual 1.000 mm, y temperatura promedia de 24ºC. Para el caso especifico de *M. andigena*, la metodología de cría implementada en otras especies de salivazo (Rodríguez *et al*. 2002) fue modificada en algunos aspectos según el comportamiento del insecto en campo y las condiciones climáticas del lugar de origen. Primero, se usaron nebulizadores en la casa de malla para facilitar el normal desarrollo de las ninfas, teniendo en cuenta que en el lugar de origen la humedad relativa (H. R.) es del 88% (Fig. 1). Segundo, se usaron jaulas de multiplicación acordes con el comportamiento aéreo de las ninfas. En cada jaula se dispusieron 20 materas plantadas con *Brachiaria ruziziensis* Germain y Everard (CIAT 654) como sustrato de alimentación para los adultos y posteriormente las ninfas. Cada jaula se infestó con un número adecuado de adultos asegurando no deteriorar la calidad del alimento y poder obtener así un número considerable de ninfas para el mantenimiento de la colonia y para los ensayos planteados durante la investigación (Fig. 1).

Se realizaron estudios de caracterización biológica de *M. andigena* empleando metodologías establecidas y evaluadas anteriormente en otras especies de salivazo presentes en Colombia por el CIAT (Peck *et al.* 2002; Rodríguez *et al.* 2002; Rodríguez *et al.* 2003). Esto incluyó tres aspectos fundamentales: reconocimiento de los estados de vida mediante caracterización morfológica, cuantificación del ciclo de vida, y descripción de los sitios de oviposición como un aspecto de la biología reproductiva. Para reconocer los estados de vida, se caracterizaron ciertos aspectos morfológicos externos de las cuatro fases de desarrollo de los huevos, cinco instares ninfales, y ambos sexos en los adultos. Eso se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscopio acondicionado con una reglilla ocular. Los adultos se coleccionaron en campo, las ninfas se obtuvieron en la colonia, y los huevos se obtuvieron de hembras colectadas en la colonia.

Para establecer el ciclo de vida, se cuantificó la duración de cada uno de los estados de desarrollo. Para la fase de huevo, las observaciones se llevaron acabo bajo condiciones controladas de incubación (27°C, 100% H. R. y oscuridad total). Los huevos (< 24 horas de edad) fueron mantenidos sobre papel filtro húmedo y mediante observación diaria se estableció el paso de una fase a otra. La duración de cada una de las cuatro fases generalizadas de desarrollo se determinó basado en 100 individuos. Para los estados ninfal y adulto, las actividades se realizaron en condiciones de casa de malla. Se emplearon ninfas de primer instar recién eclosionadas (< 12 horas de edad) que fueron trasladadas a potes individuales con *B. ruziziensis* como sustrato de alimentación. Cada pote fue infestado con una sola ninfa, facilitando de esta manera determinar el paso de un instar a otro por observación directa o por presencia de la exuvia. Para el caso de los adultos, se emplearon tenerales (< 12 horas de edad) obtenidos en la colonia, confinados en potes plantados con *B. ruziziensis* y cubiertos con un cilindro de

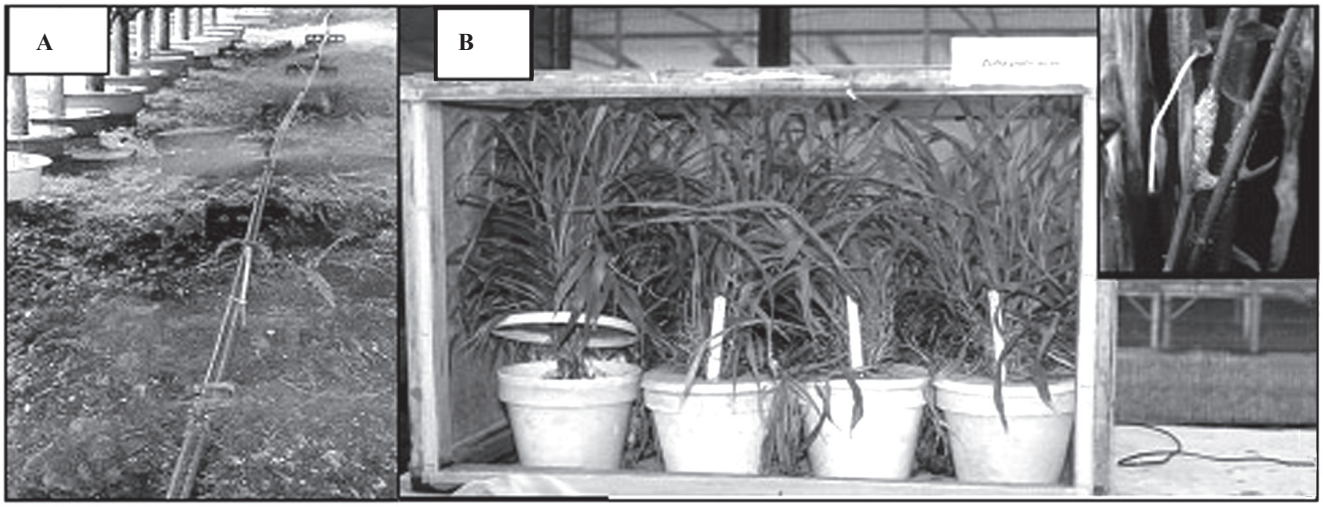


Figura 1. Montaje para el establecimiento de la colonia de *M. andigena* en el CIAT. **A**. Nebulizadores para asegurar humedad adecuada para desarrollo de las ninfas. **B**. Jaula de multiplicación para posterior cosecha de las ninfas para desarrollo de los ensayos.

Tabla 1. Largo y ancho (mm) para las fases de desarrollo de los huevos de *M. andigena* (promedio ± E.E., rango, n = 93-100).

Parámetro	Estado de desarrollo			
	S1	S2	S3	S4
Largo	1,22 ± 0,03 a	1,24 ± 0,04 b	1,26 ± 0,03 c	1,30 ± 0,04 d
	(1,14 – 1,29)	(1,16 – 1,34)	(1,20 – 1,34)	(1,21 – 1,40)
Ancho	0,31 ± 0,01 a	0,33 ± 0,01 b	0,35 ± 0,02 c	0,39 ± 0,01 d
	(0,29 – 0,34)	(0,30 – 0,41)	(0,31 – 0,39)	(0,37 – 0,43)

En cada fila, promedios seguidos de letras diferentes son estadísticamente diferentes (P < 0,05).

Tabla 2. Duración (días) de las fases de desarrollo de los huevos de *M. andigena* (n = 96-105).

Parámetro	Estados de desarrollo				
	S1	S2	S3	S4	Total
Promedio ± E.E.	4,97 ± 0,46 c	1,57 ± 0,2 a	3,41 ± 0,61 b	6,44 ± 0,60 d	16,39 ± 0,85
Rango	(4 – 6)	(1 – 3)	(2 – 5)	(5 – 8)	(15 – 19)

En cada fila, promedios seguidos de letras diferentes son estadísticamente diferentes (P < 0,05).

acetato. Cada pote fue infestado con cinco adultos no sexados. Mediante observación diaria se estableció la longevidad media para los adultos y se determinó el sexo.

Para establecer preferencias por sitios de oviposición, se replicaron condiciones de campo en casa de malla, teniendo en cuenta cuatro sustratos de oviposición: suelo descubierto, suelo cubierto con hojarasca, hojarasca, y la superficie de la planta (Rodríguez *et al.* 2002). Para esto se emplearon diez potes cada uno con dos hembras y dos machos tenerales de la colonia. Diez días después de su montaje se procedió a recuperar los huevos de cada uno de los sustratos. Para la recuperación de los huevos del suelo descubierto y cubierto por hojarasca se empleó el método de Lapointe *et al*. (1989). Para el caso de la hojarasca y la superficie de la planta la observación fue directamente sobre el sustrato (Rodríguez 2001).

La información registrada fue agrupada en valores mínimos, máximos y promedios acompañados del error estándar como medida de variación. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SAS 8.1 y la prueba de comparación múltiple Tukey-Kramer HSD al P > 0,05. En el caso de la longevidad de los adultos, se empleó la distribución de Weibull (Pinder *et al*. 1978).

Resultados

Los huevos de *M. andigena* pasaron por cuatro fases de desarrollo plenamente diferenciables por características morfológicas externas que las acompañan. En la fase S1, los huevos presentaron una tonalidad crema, sin ninguna característica externa. La fase S2 se caracterizó por la aparición de una mancha roja ubicada debajo de la sutura de eclosión. Para la fase S3 se estableció la apertura de la sutura de eclosión como característica externa. La fase S4 exhibió como característica externa adicional la presencia de las manchas oculares y abdominales. Durante su desarrollo, los huevos de *M. andigena* presentaron un incremento en el largo y ancho a medida que pasaban de una fase a otra, con un 6,2% de incremento en tamaño entre la fase S1 y S4 para largo y ancho (Tabla 1). Los huevos de *M. andigena* exhibieron una duración total de 16,4 días con una duración mayor para la fase S4 con el 39,3% de la duración total (Tabla 2).

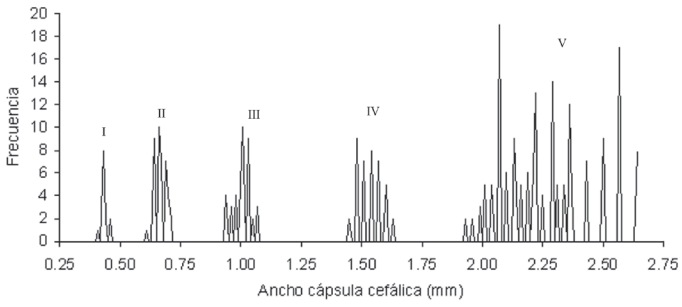


Figura 2. Frecuencia del ancho cápsula cefálica para las ninfas de *M. andigena*.

Las ninfas de *M. andigena* presentaron un incremento para cada uno de los parámetros morfológicos evaluados al pasar de un instar a otro (Tabla 3). Se pudo establecer además una disminución para ambos sexos del largo del estilete al pasar del instar Vb (próximo a transformarse en adulto, evidenciado por la pesencia de espinas en la metatibia) al estado adulto (P < 0,05). De los parámetros morfológicos evaluados, el ancho de la cápsula cefálica exhibió la mayor diferencia entre instares (no había traslape), siendo posible la utilización de este carácter como herramienta para diferenciar entre instares (Fig. 2). La duración del estado ninfal fue de 48,4 días, con un 32,4% representado por la duración del V instar (Tabla 4). Las ninfas de *M. andigena* exhibieron una tonalidad amarillenta característica durante el primer instar; a medida que se desarrollaron adquirieron una tonalidad verdusca en el abdomen.

Los adultos de *M. andigena* exhibieron un dimorfismo sexual expresado por el mayor tamaño de las hembras en cada uno de los caracteres morfológicos evaluados (Tabla 5). La relación macho-hembra fue de 1:1. El parámetro morfológico que exhibió mayor diferencia entre los sexos fue el largo del cuerpo siendo 10,9% más grande en las hembras. Los adultos de *M. andigena* exhibieron una longevidad media de 21,4 días, con una longevidad de 25,6 y 18,3 días para hembras y machos, respectivamente. Para las condiciones del estudio, se estableció una duración del ciclo de vida de *M. andigena* de 75,5 días aproximadamente (16,4+48,4+10,7, huevo+ninfa+1/2 adulto).

Con respecto a la preferencia por sustrato de oviposición, *M. andigena* exhibió una flexibilidad por el sustrato con una preferencia por el suelo descubierto donde el 51,2% de los huevos fueron recuperados. El 16,4 y 32,4% de los huevos

Tabla 3. Caracterización morfológica de ninfas de *M. andigena* (promedio ± E.E., rango, n = 15-40).

Instar	Ancho cápsula cefálica	Largo del cuerpo	Largo muñón alar	Largo estilete
I	0,42 ± 0,03 a (0,36 - 0,46)	1,80 ± 0,30 a (1,21 – 2,19)	-	0,30 ± 0,02 a (0,29 – 0,34)
II	0,67 ± 0,02 b (0,61 – 0,71)	2,90 ± 0,30 b (2,22 – 3,47)	-	0,39 ± 0,02 b (0,36 – 0,43)
III	1,01 ± 0,04 c (0,94 – 1,07)	4,25 ± 0,44 c (3,04 – 5,09)	0,39 ± 0,03 a (0,34 – 0,44)	0,59 ± 0,03 c (0,53 – 0,64)
IV	1,53 ± 0,05 d (1,45 – 1,63)	6,93 ± 0,80 d (5,14 – 8,79)	1,05 ± 0,07 b (0,89 – 1,19)	0,87 ± 0,04 d (0,80 – 0,95)
Va	2,12 ± 0,10 e (1,96 – 2,37)	9,57 ± 0,72 e (7,93 – 11,0)	2,52 ± 0,14 c (2,14 – 2,79)	1,20 ± 0,04 e (1,13 – 1,27)
Vb Hembra*	2,27 ± 0,05 f (2,19 – 2,37)	11,28 ± 1,16 g (8,79 – 13,71)	2,79 ± 0,16 d (2,36 – 3,07)	1,26 ± 0,04 f (1,16 – 1,33)
Vb Macho*	2,09 ± 0,08 e (1,93 – 2,28)	10,70 ± 0,84 f (9,29 – 12,64)	2,57 ± 0,16 c (2,14 – 2,86)	1,19 ± 0,03 e (1,13 – 1,30)

En cada columna, promedios seguidos de letras diferentes son estadísticamente diferentes (P < 0,05). * Se evidencian espinas en metatibia del adulto. Todas las medidas en mm.

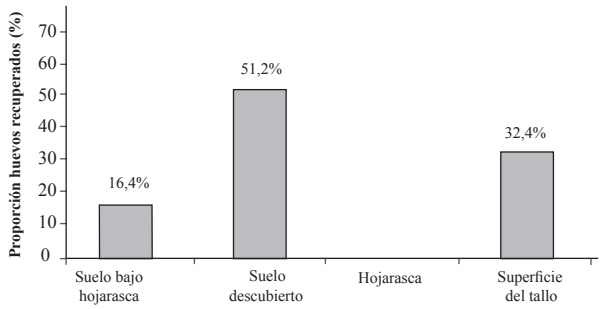


Figura 3. Porcentaje de huevos recuperados para *M. andigena* en cada uno de los sustratos evaluados en condiciones de casa de malla.

fueron recuperados en el suelo bajo hojarasca y superficie de la planta, respectivamente. No se recuperaron huevos de la hojarasca. Adicionalmente, se determinó una fertilidad del 93,3% para las hembras de *M. andigena* bajo las condiciones del estudio, con una mortalidad del 6,7% de huevo-ninfa (Fig. 3).

Dentro del comportamiento observado para *M. andigena* durante el ensayo, se resalta la preferencia de las ninfas por la parte aérea (axilas de las hojas y/o cogollos) para establecerse y continuar su desarrollo. Además, hubo un comportamiento agregado expresado en la facilidad de encontrar dentro de una masa de espuma diferentes instares ninfales.

Discusión

Se pudo establecer la eficacia de la metodología usada para el estudio de *M. andigena*, teniendo en cuenta algunas modificaciones producto del comportamiento diferencial de esta especie con respecto a otras especies estudiadas anteriormente por el CIAT. Al igual que otras especies de salivazo, *M. andigena* presenta dimorfismo sexual expresado por el mayor tamaño de las hembras, los instares ninfales pueden diferenciarse por ciertas características morfológicas externas, y los huevos incrementan su tamaño con el desarrollo. El ancho de la cápsula cefálica, permitió identificar los cincos instares observados para *M. andigena* al ajustarse a la ley de Dyar, presentando una progresión geométrica regular de 1,5 veces en cada muda (Cole 1980; Magalhães *et al.* 1987; Francisco y Prado 2001; Hernández *et al*. 2005).

El comportamiento de las ninfas en las condiciones de cría especificadas difiere del observado en otras especies, pero no de las observaciones realizadas en campo donde éstas se encuentran en la parte aérea de la planta de los hospederos reportados (Rodríguez observación personal). El color característico exhibido por las ninfas durante su desarrollo facilita diferenciarlas de las ninfas de otras especies estudiadas para Colombia (Peck *et al.* 2002; Rodríguez *et al*. 2002; Rodríguez *et al*. 2003).

La duración del ciclo de vida de *M. andigena* (75,5 días) es superior al de las otras ocho especies estudiadas en Colombia de los géneros *Aeneolamia* (45,3-52,6 días), *Mahanarva* (64,6 días), *Prosapia* (72,5 días) y *Zulia* (61,5-69,6 días) (CIAT 1998; Ballesteros y Gallego 1999; Peck *et al.* 2002; Rodríguez *et al.* 2002; Rodríguez *et al*. 2003). *M. andigena* es la especie colombiana que hasta la fecha exhibe la mayor duración para el estado ninfal, superando 1,9 veces la duración de *Aeneolamia reducta* (Lallemand) (Peck *et al.* 2002). De igual forma, el estado adulto de *M. andigena* es 3,0 veces más prolongado que lo establecido para *Aeneolamia varia* (Fabricius). *M. andigena* al igual que *P. simulans*, son las dos únicas especies estudiadas hasta ahora en Colombia cuyo ciclo de vida supera los 70 días (Rodríguez *et al*. 2002; Rodríguez *et al*. 2003). La duración del ciclo de vida de *M. andigena* difiere de lo reportado para otras especies del género en la literatura, *M. posticita* y *M. fimbriolata* con 79,1 y 60,4 días (García 2002; García *et al*. 2006). La preferencia por el suelo descubierto (51,2%) como sustrato de oviposición es similar al comportamiento de otras especies estudiadas (*A. lepidior, A. reducta, A. varia, Mahanarva trifissa* (Walker)*, Zulia carbonaria* (Lallemand) y *Zulia* sp. nov.) (CIAT 1998; Ballesteros y Gallego 1999; Peck *et al.* 2002; Rodríguez *et al.* 2002; Rodríguez *et al*. 2003). La flexibilidad de las hembras de *M. andigena* de ovipositar sobre la superficie de la planta (32,4%) es comparable con lo establecido para *Zulia pubescens* (Fabricius) y *P. simulans* con el 59,2 y 82,6% de los huevos recuperados en este sustrato, respectivamente (Rodríguez *et al*. 2002; Rodríguez *et al.* 2003).

La fertilidad de las hembras de *M. andigena* (94,2%) es comparable con la establecida bajo las mismas condiciones para *P. simulans* y *Z. carbonaria* 95,1 y 97,9%, respectivamente (CIAT 2002). La mortalidad de huevo-ninfa exhibida por *M. andigena* es igual a la establecida para *P. simulans*, pero 1,5 veces menor a la de *Z. carbonaria* bajo las mismas condiciones de estudio (CIAT 2002).

Tabla 4. Duración en días de los estados ninfales de *M. andigena* (n = 40).

Parámetro	Instar					
	I	II	III	IV	V	Total
Promedio ± E.E.	6,35 ± 1,03 a	8,64 ± 1,10 c	8,18 ± 1,30 b	10,14 ± 1,50 c	15,05 ± 3,80 d	48,36 ± 9,85
Rango	(5 – 8)	(7 – 10)	(8 – 11)	(8 – 13)	(9 – 23)	(41 – 54)

Promedios seguidos de letras diferentes son estadísticamente diferentes (P < 0,05).

Conclusiones

El comportamiento aéreo registrado por las ninfas de *M. andigena* en campo y bajo las condiciones del estudio, las diferencia de las demás especies de salivazo hasta la fecha estudiadas en Colombia; convirtiéndose en una característica propia del género, aspecto que tiene implicaciones en las tácticas de manejo establecidas hasta el momento, tendientes a disminuir el impacto de esta plaga en campo.

Los resultados obtenidos amplían la variación biológica conocida de este grupo de insectos plaga de gramíneas en Colombia. Destacándose la flexibilidad que exhibe *M. andigena* por el sustrato de oviposición, lo que implica un manejo

Tabla 5. Caracterización morfológica (mm) de los adultos de *M. andigena* por sexo (promedio ± E.E., rango, n = 40).

Sexo	Ancho cápsula cefálica	Largo estilete	Largo cuerpo con ala	Largo cuerpo sin ala	Largo ala anterior	Ancho del cuerpo
Hembra	2,54 ± 0,08 a	1,14 ± 0,06 a	10,97 ± 0,50 a	10,16 ± 0,92 a	8,61 ± 0,45 a	5,19 ± 0,28 a
	(2,29 – 2,64)	(1,05 – 1,28)	(9,71 – 11,93)	(8,43 – 12,00)	(7,71 – 10,07)	(4,14 – 5,71)
Macho	2,28 ± 0,09 b	1,03 ± 0,06 b	9,96 ± 0,46 b	9,05 ± 0,78 b	7,95 ± 0,32 b	4,72 ± 0,24 b
	(2,07 – 2,50)	(0,91 – 1,14)	(9,07 – 10,71)	(7,14 – 10,36)	(7,21 – 8,50)	(4,21 – 5,21)

En cada columna, promedios seguidos de letras diferentes son estadísticamente diferentes (P < 0,05).

adecuado de los materiales de propagación vegetal para evitar la dispersión de esta especie en zonas del país donde aun no ha sido reportada.

Los estudios biológicos de *M. andigena*, constituyen los primeros avances en el conocimiento de esta especie de salivazo asociada a caña en Colombia. Esto permite establecer protocolos para estudios biológicos posteriores de otras especies de salivazo, que en su momento se puedan constituir en plagas potenciales de la caña en Colombia.

Agradecimientos

Se agradece al grupo de Bioecología y MIP del Salivazo del CIAT por la colaboración prestada para el desarrollo de este trabajo, de igual forma al personal del C. I. el MIRA del ICA, Tumaco, por facilitar los muestreos en esta zona del país. Este trabajo se realizó gracias al apoyo prestado por el Proyecto IP-5 Gramíneas y Leguminosas Tropicales, CIAT y ayuda financiera parcial del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA).

Literatura Citada

BALLESTEROS, G. Y. X.; GALLEGO, R. C. P. 1999. Biología y comportamiento de *Mahanarva* sp. (Homoptera: Cercopidae) bajo condiciones de invernadero. Trabajo de grado de Zootecnista. Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia. 98 p.

CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). 1998. Annual Report 1998. Project IP-5. Tropical Grasses and Legumes: Optimizing Genetic Diversity for Multipurpose Use. Cali, Colombia. pp. 44-58.

CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). 2002. Annual Report, Project IP-5, Tropical Grasses and Legumes: Optimizing Genetic Diversity for Multipurpose Use. CIAT, Cali, Colombia. pp. 30-62.

COLE, J. B. 1980. Growth ratios in holometabolous and hemimetabolous insects. Annals of the Entomological Society of America 64: 540-544.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; COELHO, A. L.; FERREIRA, J. M. G. 2004. Influência da época de aplicação de inseticidas no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), na qulidade e na produtividade da cana-de-açúcar. Neotropical Entomology 33 (1): 91-98.

FEWKES, D. W. 1969. The biology o f sugar cane froghoppers, pp. 283-307. En: Williams, J. R.; Metcalfe, J. R.; Mungomery, R.W.; Mathes, R. (eds.). Pests of Sugar Cane. Elsevier, Amsterdam, Holanda.

FORS, L. A. 2000. El salivazo aéreo *Mahanarva andigena*. Sugar Journal. Octubre. pp. 28-31.

FRANCISCO, O.; PRADO, A. P. do. 2001. Characterization of the larval stages *of Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) using head capsule width. Revista Brasileira de Biologia 61 (1): 125-131.

GARCIA, J. F. 2002. Técnica de criação e tabela de vida de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae). Disertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. 59 p.

GARCIA, F. J.; BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P. 2006. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de açucar. Scientia Agricola 63 (4): 317-320.

GUAGLIUMI, P. 1972. Pragas da Cana-de-Açúcar, Nordeste do Brasil. Colecao Cana vieira. No. 10. Brasil. 622 p.

HERNÁNDEZ, R. A.; LLANDERAL, C. C.; CASTILLO, M. L. E. 2005. Identificación de instares larvales de *Comadia redtenbacheri* (Hamm) (Lapidoptera: Cossidae). Agrociencia 39(5): 539-544.

HOLMANN, F.; PECK, D. C. 2002. Economic damage caused by spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: a first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens* pastures. Neotropical Entomology 31 (2): 275-284.

LAPOINTE, S. L.; MILES, J. W. 1992. Germplasm case study: *Brachiaria* species. En: Pastures for the Tropical Lowlands, CIAT, Cali, Colombia. pp. 43-55.

LAPOINTE, S. L.; SOTELO, G.; SERRANO, M. S.; ARANGO, G. 1989. Cría masiva de especies de cercópidos en invernadero. Pasturas Tropicales 11: 25-28.

MAGALHÃES, B. P.; PARRA, J. R. P.; SILVA, A. B. 1987. Técnica de criação e biología de *Deois incompleta* em *Brachiaria*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 22 (2): 137-144.

MENDOZA, J. R. 2001. Bioecología del salivazo de la caña de azúcar, *Mahanarva andigena* (Homoptera: Cercopidae), en el Ecuador. Primer Taller Latinoamericano sobre Plagas de la Caña de Azúcar. Memorias, Guayaquil, Ecuador. Noviembre 28-30, pp. 40-47.

NILAKHE, S. S. 1985. Ecological observations on spittlebugs with emphasis on their occurrence in rice. Pesquisa Agropecuária Brasileira 20 (4): 407-414.

PECK, D. C. 2001. Diversidad y distribución geográfica del salivazo (Homoptera: Cercopidae) asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador. Revista Colombiana de Entomología 27 (3/4): 129-136.

PECK, D. C.; PÉREZ, A. M.; MEDINA, J. W. 2002. Biología y hábitos de *Aeneolamia reducta* y *A. lepidior* en la Costa Caribe de Colombia. Pasturas Tropicales 24 (1): 16-25.

PECK, D. C.; RODRÍGUEZ CH., J.; GÓMEZ, L. A. 2004. Identity and first record of the spittlebug *Mahanarva bipars* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae) on sugarcane in Colombia. Florida Entomologist 87 (1): 82-84.

PINDER, J. E.; WIENER, J. G.; SMITH, M. H. 1978. The Weibull distribution: a new method of summarizing survivorship data. Ecology 59: 175-179.

RODRÍGUEZ CH., J. 2001. Biología comparada de tres especies de salivazo del género *Zulia* (Homoptera: Cercopidae). Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. (Trabajo de grado de Ingeniero Agrónomo). 99 p.

RODRÍGUEZ CH., J.; PECK, D.; CANAL, N. 2002. Biología comparada de tres especies de salivazo de los pastos del género *Zulia* (Homoptera: Cercopidae). Revista Colombiana de Entomología 28 (1): 17-25.

RODRÍGUEZ CH., J.; CASTRO, U.; MORALES, A.; PECK, D. C. 2003. Biología del salivazo *Prosapia simulans* (Walker) (Homoptera: Cercopidae), nueva plaga de gramíneas cultivadas en Colombia. Revista Colombiana de Entomología 29 (2): 149-155.

SHORTMAN, S. L.; BRAMAN, S. K.; DUNCAN, R. R.; HANNA, W. W.; ENGELKE, M. C. 2002. Evaluation of turfgrass species and cultivars for potential resistance to twolined spittlebug (Hemiptera: Cercopidae). Journal of Economic Entomology 95 (2): 478-486.

Recibido: 02-mar-2006 • Aceptado: 10-feb-2007

Nuevos registros en el género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) para Colombia

New records in the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) for Colombia

JAVIER O. MARTÍNEZ-ALAVA[1]

Resumen. Se registran por primera vez para Colombia cinco especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha*: *A. alveata* Stone, 1942, *A. antunesi* Lima, 1938, *A. palae* Stone, 1942, *A. parishi* Stone, 1942 y *A. shannoni* Stone, 1942. Las especies fueron recolectadas en los municipios de Arauca (Departamento de Arauca), Cereté (Departamento de Córdoba) y La Mesa (Departamento de Cundinamarca). Se presenta además información acerca de la distribución y variación morfológica de estas especies.

Palabras clave. Moscas de la fruta. Variación morfológica de *Anastrepha*. *A. alveata. A. antunesi. A. palae. A. parishi. A. shannoni.*

Abstract. Five species of fruit flies of the genus *Anastrepha* are recorded for the first time from Colombia: *A. alveata* Stone, 1942, *A. antunesi* Lima, 1938, *A. palae* Stone, 1942, *A. parishi* Stone, 1942, and *A. shannoni* Stone, 1942. The species were collected from the municipalities of Arauca (department Arauca), Cereté (department Córdoba), and La Mesa (department Cundinamarca). Information is also provided about the distribution and morphological variation of these species.

Key words. Fruit flies. Morphologic variation of *Anastrepha*. *A. alveata. A. antunesi. A. palae. A. parishi. A. shannoni.*

Introducción

Anastrepha es considerado el género más diverso de los Tephritidae nativos de América; hasta el 2004 Norrbom incluye 204 especies, que se ubican en al menos 17 grupos de especies (Norrbom *et al*. 1999; Hernández-Ortiz 2003; Norrbom 2004a). Las especies del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) presentan una distribución neotropical y son consideradas las plagas nativas más importantes de una amplia gama de plantaciones frutales y de otras plantas cultivadas (Hernández-Ortiz 1992, 1993; Norrbom 2002; Norrbom *et al*. 1999). Su importancia económica radica tanto en las pérdidas directas que ocasiona al dañar las frutas como en las fuertes restricciones cuarentenarias que son impuestas a los países exportadores (Núñez 1981, 1988; Olarte 1987; Yepes y Vélez 1989; Arévalo *et al*. 1997; Vélez 1997; Barón 2004).

En Colombia, este género se encuentra distribuido en numerosos pisos climáticos siguiendo la ubicación altitudinal del tipo de hospedero con el cual se encuentra relacionado. Núñez (1981) determinó que las especies se distribuyen desde el nivel del mar hasta 2.130 m de altitud, con temperaturas que varían entre los 16 y 30°C, y según Arévalo *et al*. (1997), las localidades en el departamento de Antioquia situadas entre los 1.000 y 2.000 m de altitud (zonas de vida bh-P y bmh-P) mostraron la mayor diversidad de especies.

En Colombia, los registros de especies de *Anastrepha* se concentran en 18 departamentos, principalmente de la Región Andina (Martínez y Serna 2004). Algunos departamentos poseen registros de especies para un número significativo de localidades gracias a los importantes trabajos realizados por Yepes y Vélez (1989) para Antioquia, Carrejo y González (1993, 1994) para el Valle del Cauca, y Canal y Sánchez (1999) para el Tolima. Mientras que en departamentos como Amazonas, Caquetá y La Guajira, sólo se registra este género en una localidad y para departamentos como Chocó, Casanare, Guania, Guaviare, Vichada y Vaupés no existe ningún registro.

Recientemente, Martínez y Serna (2005) llevaron a cabo el reconocimiento formal de las especies de este género para el departamento de Cundinamarca (Colombia). Como resultado se encontraron 14 especies distribuidas en seis grupos y una especie de ubicación incierta. Asimismo, en ese estudio se compilaron datos de localización geográfica del género para 22 municipios y se registraron por primera vez para este departamento *A. grandis* (Macquart), *A. manihoti* Lima, *A. mucronota* Stone, *A. limae* Stone, *A. ornata* Aldrich y *A. serpentina* (Wiedemann). De acuerdo con esta información y con base en la revisión bibliográfica, se conocen 48 especies del género para Colombia (Martínez y Serna 2004).

Existe escasa información acerca de la variabilidad intraespecífica en la morfología de numerosas especies de *Anastrepha*; información vital que además no se incluyó en las descripciones originales (Stone 1942a; Zucchi 1978; Caraballo 1981; Hernández-Ortiz 1992). Esta variabilidad morfológica con frecuencia ocurre en la escala regional así como resultado de la fuente de alimentación, lo cual dificulta la confirmación de una identificación o el reconocimiento de nuevas especies, sobretodo si las identificaciones involucran sólo unos pocos individuos (Hernández-Ortiz 1992). Así, una especie como *A. obliqua* (Macquart) se alimenta de frutas grandes como el mango (*Mangifera indica* L.), pero también se alimenta de frutas pequeñas como el jobo (*Spondias* sp.), presentando diferencias en el tamaño de las moscas. Por esta razón es necesario documentar detalladamente las variaciones locales de los caracteres para que las identificaciones de especies sean más precisas. En este artículo se documenta por primera vez la presencia de cinco especies de *Anastrepha* en Colombia, ampliando su rango de distribución y su rango de variación morfológica.

1 Candidato a Magíster en Ciencias - Biología, Línea Sistemática. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia. *jomartineza@unal.edu.co*

Materiales y Métodos

Se examinaron los especímenes depositados en el "Museo Entomológico Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia-UNAB". Esta colección tiene una cobertura geográfica que involucra principalmente departamentos de la Región Andina colombiana.

Se estudió la terminalia de los especímenes siguiendo la metodología propuesta por Caraballo (1981) y White y Elson-Harris (1992). Asimismo, se emplearon varias claves para la determinación de los especímenes (Stone 1942a; Steyskal 1977; Zucchi 1978; Caraballo 1981; Norrbom 1985, 1991; Hernández-Ortiz 1992; Korytkowski 2003, 2004). Las alas se desprendieron del individuo y se transfirieron a una lámina portaobjetos. Posteriormente se le agregaron algunas gotas de glicerina y se cubrieron con una laminilla para ser fotografiadas bajo el estereomicroscopio. Todas las estructuras desprendidas se preservaron con glicerina en un microvial que se sujetó al mismo alfiler del espécimen.

Resultados y Discusión

A continuación se presentan las cinco especies que se registran por primera vez para Colombia. Para cada especie se detallan las diferencias que se encontraron con relación a la descripción original.

Anastrepha alveata Stone, 1942
(Figs. 1A, E; 2C)

A. alveata Stone, 1942a: 72

Material examinado: COLOMBIA. Cundinamarca. La Mesa, 4º 38' 05'' N 74º 27' 57'' W, 1298 m. En mango Tommy Atkins. Trampa casera con miel. abr-2002. J. Martínez [1♀ UNAB, Nº cat. 2201].

Distribución: México, Guatemala, Panamá, Venezuela, Perú, Brasil, Argentina (Stone 1942a; Fernández Yépez 1953; Blanchard 1961; Foote 1967; Caraballo 1981; Hernández-Ortiz 1990, 1992; Hernández-Ortiz y Aluja 1993; Korytkowski 2001, 2003, 2004; Norrbom 2004a). Aquí se documenta por primera vez para Colombia.

Plantas hospederas: Dos de los paratipos se criaron de una especie indeterminada de la familia Myrtaceae provenientes de El Valle, Venezuela (Stone 1942a). Blanchard (1961) menciona que esta especie vive dentro de frutos de Myrtaceae en Panamá y Venezuela; sin embargo Korytkowski (2001) menciona que especímenes de *A. alveata* han sido criados en Olacaceae de México y Norrbom (2004b) registra que ha sido criada en frutos de *Ximenia americana* L. (Olacaceae) en México y en *Citrus* sp. en Brasil.

Comentarios: Especie muy similar a *A. alveatoides* Blanchard, 1961 (según Hernández-Ortiz y Aluja 1993 y Norrbom 2004a, conocida solo para Brasil y Argentina), de la cual se diferencia por los siguientes caracteres: en *A. alveata* el oviscapo o sintergosternito mide 1,65-1,8 mm mientras que en *A. alveatoides* mide 2,00 mm (Blanchard 1961; Korytkowski 2003, 2004); el *aculeus* mide 1,38-1,5 mm frente a 1,68 mm de *A. alveatoides* (Blanchard 1961; Steyskal 1977; Korytkowski 2003, 2004); el vértice de la banda V está completo, mientras que en *A. alveatoides* es difuso (Blanchard 1961; Steyskal 1977; Norrbom 1985) y los márgenes aserrados de la punta del *aculeus* son sinuosos, en tanto que en *A. alveatoides* son convexos (Fig. 1E) (Blanchard 1961; Caraballo 1981). Los

Tabla 1. Comparación en las dimensiones de algunos caracteres de especies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con respecto a las descripciones originales.

Especie	Carácter	Norrbom (1985)	Norrbom (1991)	Carballo especímenes venezolanos (1981)	Korytkowski (2004)	Descripción original (mm)	Especímenes estudiados (mm)	Rango de variación propuesto para el carácter
Anastrepha alveata	Ubicación de los espiráculos del oviscapo	-	-	0,76	-	0,78	0,675*	0,675-0,780
	Longitud de la punta del *aculeus*	-	-	0,22	0,14**	-	0,192*	0,140-0,22
Anastrepha antunesi	Longitud de la punta del *aculeus*	-	-	0,20	-	-	0,192-0,208	0,192-0,208
Anastrepha palae	Longitud del mesonoto	-	-	-	-	2,95 - 3,60	2,400 - 3,200	2,400 - 3,600
	Longitud ala	-	-	-	7,00 - 8,25	7,00 - 8,25	5,800 - 7,300	5,80 - 8,25
	Longitud del oviscapo	-	-	-	3,57 - 4,22	3,57 - 4,22	3,200 - 3,475	3,20 - 4,22
	Ubicación de los espiráculos del oviscapo	-	-	-	-	1,22	1,000 - 1,275	1,000 - 1,275
	Ancho del *aculeus*	-	-	-	0,119	-	0,088 - 0,128	0,088 - 0,128
	Longitud del *aculeus*	< 4,1	-	-	3,40 - 4,00	3,40 - 4,00	2,875 - 3,325	2,875 - 4,00
	Punta del *aculeus*	>0,6	-	-	-	-	0,592 - 0,616	0,592 - 0,616
Anastrepha parishi	Longitud mesonoto	-	-	3,16 – 3,40	-	3,25	3,000 - 3,200	3,00 - 3,40
	Longitud ala	-	-	7,13 - 7,47	-	7,50	7,000 - 7,200	7,00 - 7,50
	Longitud del oviscapo	-	-	2,72 – 2,80	2,70 – 2,80	2,70	2,500 - 2,525	2,50 - 2,80
	Longitud del *aculeus*	-	-	2,48	2,48 –2,50	2,50	2,400	2,40 - 2,50
	Longitud de la punta del *aculeus*	-	-	0,26	-	0,26	0,232 - 0,248	0,232 - 0,260
Anastrepha shannoni	Longitud del mesonoto	-	3,65 - 3,90	-	-	3,90	3,250*	3,250 - 3,900
	Longitud del ala	-	8,10 - 8,60	-	-	8,58	7,800*	7,80 - 8,60
	Longitud del oviscapo	-	3,30 - 3,95	-	4,00	-	3,650*	3,30 – 4.00
	Longitud del *aculeus*	-	3,00	-	-	-	3,150*	3,00 - 3,15
	Ancho del *aculeus*	-	0,13-0,14	-	-	-	0,120*	0,12 – 0,14
	Longitud de la punta del *aculeus*	-	0,23	-	-	-	0,192*	0,192 - 0,230

* Solo se dispuso de un espécimen para estos casos. ** Korytkowski (2001).

dientes dorsobasales de la membrana eversible en el espécimen observado se ajustan a lo descrito para *A. alveata* (Fig. 2C).

El espécimen examinado de *A. alveata* presenta las siguientes diferencias con respecto a la descripción original: alas con bandas amarillo café (Fig. 1A), mientras que en la descripción se indica que son amarillo naranja. Mesonoto con pilosidad amarilla, otras partes del cuerpo con pilosidad café.

También hay diferencias en las dimensiones de la posición de los espiráculos del oviscapo. Vale anotar que aunque el descriptor señala 37 especímenes para la serie típica, de las cuales 14 son hembras, sólo provee una medida para la posición de los espiráculos del oviscapo, presumiblemente correspondiente al holotipo. La posición de los espiráculos del oviscapo del espécimen estudiado no concuerda con lo indicado en la descripción ni con lo señalado por Caraballo (1981) para el único espécimen revisado de Venezuela (Tabla 1); teniendo en cuenta el espécimen aquí revisado, se amplía el rango de variación para este caracter el cual mide de 0,675 a 0,780 mm (Tabla 1). La longitud de la punta del *aculeus* no se consignó en la descripción original, sin embargo, si se consideran los registros puntuales dados por la literatura, la punta del *aculeus* tiene una longitud que va de 0,14 a 0,22 mm (Caraballo 1981; Korytkowski 2001); el espécimen aquí revisado se encuentra dentro de ese rango (Tabla 1).

Anastrepha antunesi Lima, 1938
(Figs. 1B, F)

A. antunesi Lima, 1938: 61-64

Material examinado: COLOMBIA. Cundinamarca. La Mesa, Vda. Lagunas, Finca Ibáñez, 700 m. 4º 36' N 74º 27' W, Trampa casera con miel, ubicada en un cultivo de *Mangifera indica* (Tommy Atkins). 21-nov-2003. M. Cabrera (1 ♀ UNAB, N° cat. 104); Córdoba. Cereté. 08º 53' 08'' N 75º 47' 48'' W, 12 m. Trampa McPhail. 27-ago-2004. J. Sampayo [3 ♀, 2 ♂ UNAB].

Distribución: Guatemala a Venezuela, Trinidad, Brasil y Perú (Stone 1942a; Fernández Yépez 1953; Foote 1967; Korytkowski y Ojeda 1968; Zucchi 1978; Caraballo 1981; Jirón *et al.* 1988; Hernández-Ortiz y Aluja 1993; Korytkowski 2003; Norrbom 2004a). En la clave para las especies del género, Norrbom y Hernández-Ortiz (1993) mencionan que *A. antunesi* se distribuye desde Costa Rica hasta Brasil, siendo esta la única referencia que incluye Colombia, pero sin datos de localidad. Aquí se documenta por primera vez para la región de Cundinamarca, Colombia.

Plantas hospederas: *Dovyalis hebecarpa* (Gardner) Warb. (Flacourtiaceae) en Venezuela (Caraballo 1981); *Genipa americana* L. (Rubiaceae), *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (Sapotaceae), *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) en Brasil (Norrbom 2004b); *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) en Brasil, Panamá, Trinidad y Venezuela (Norrbom 2004b); *S. purpurea* L. y *S. dulcis* (Anacardiaceae), *Eugenia stipitata* (Myrtaceae) en Brasil (Norrbom 2004b). *Spondias* sp. (Anacardiaceae) en Perú (Norrbom 2004b).

Comentarios: Esta especie puede confundirse con *A. coronilli* Carrejo y González, 1993 que en Colombia está registrada únicamente para el Valle del Cauca, y con *A. obliqua,* especie de amplia distribución en Colombia, pero se diferencia de éstas por no presentar el medioterguito y el subescutelo oscurecidos lateralmente; de igual forma se puede diferenciar de *A. obliqua* ya que ésta presenta de nueve a 15 dientecillos en la punta del *aculeus* mientras que *A. antunesi* cuenta con aproximadamente cinco (Fig. 1F) (Stone 1942a; Fernández Yépez 1953; Korytkowski y Ojeda 1968; Steyskal 1977; Zucchi

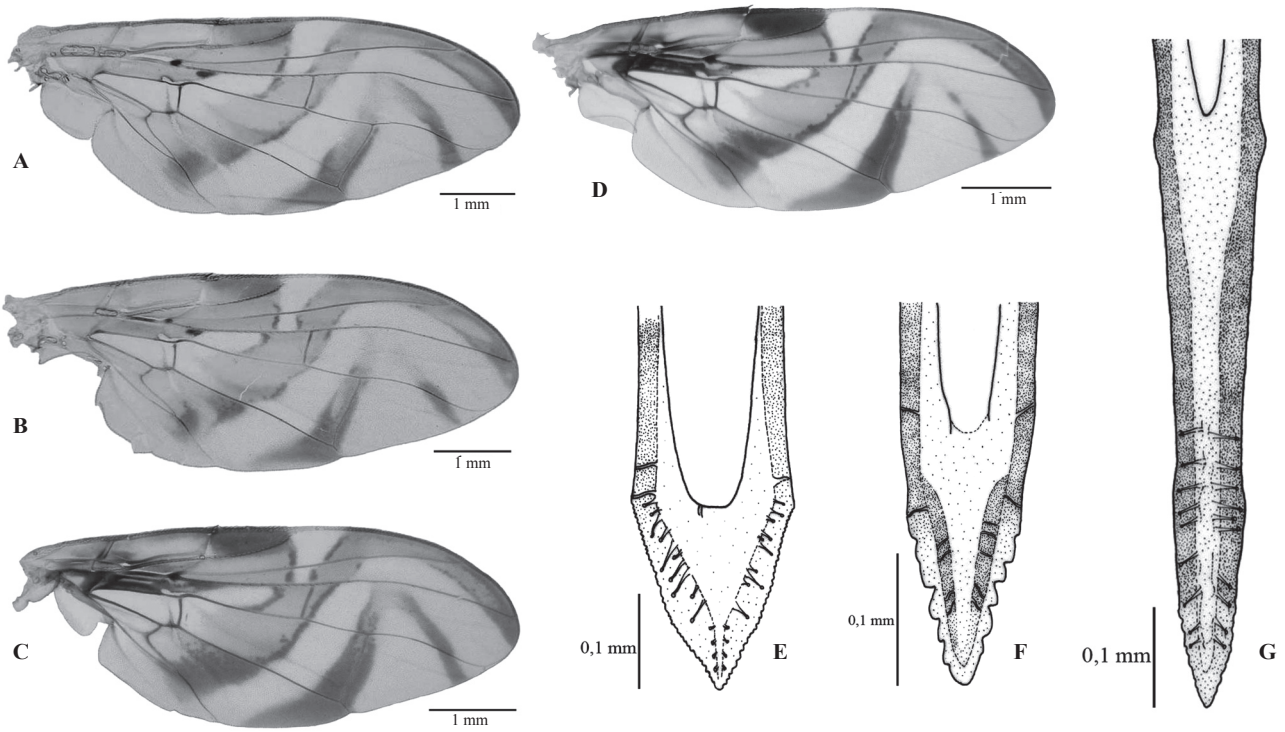


Figura 1. **A**. Ala de *A. alveata*. **B**. Ala de *A. antunesi*. **C**, **D**. Ala de *A. palae*. **E**. Punta del *aculeus* de *A. alveata*. **F**. Punta del *aculeus* de *A. antunesi*. **G**. Punta del *aculeus* de *A. palae*.

1978; Caraballo 1981; Norrbom 1985; Korytkowski 2004). Aunque Caraballo (1981) revisó 107 especímenes, sólo 53 eran hembras, de las cuales registró 0,20 mm como único valor para la longitud de la punta del *aculeus*; en los especímenes aquí revisados se aprecia un rango entre 0,192 y 0,208 mm.

Anastrepha palae Stone, 1942
(Figs. 1C, D, G)

A. palae Stone, 1942a: 58

Material examinado: COLOMBIA. Cundinamarca. La Mesa, Vda. Lagunas, Finca Ibáñez, 700 m. 4º 36' N 74º 27' W. Trampa casera con miel, ubicada en un cultivo de *Mangifera indica* (Tommy Atkins). 30-ene-2004. M. Cabrera [1 H UNAB Nº Cat. 132]; 24-jul-2004, Y. Peña [1 ♀ UNAB].

Distribución: Panamá (Stone 1942a; Hernández-Ortiz y Aluja 1993; Korytkowski 2003, 2004). Norrbom (2004a) listó esta especie para Colombia sin indicar una localidad. No obstante, Allen Norrbom (com. pers. 16 de junio de 2006) sugirió anexar a este trabajo, los datos de recolección de uno de los especímenes que él examinó: "COLOMBIA: Cundinamarca: La Mesa, McPhail trap in mango, Nov 1988, G. Sánchez, 3m3f (USNM USNMENT00212741-46)".

Plantas hospederas: Desconocidas.

Comentarios: Esta especie se puede confundir por la forma del *aculeus* con *A. binodosa* Stone, 1942, especie aún no conocida en el país; se diferencia de ella por no presentar la banda V unida a la banda S (Figs. 1C, D) (Stone 1942a; Steyskal 1977; Norrbom 1985); el oviscapo es más corto en *A. palae* 3,57 a 4,22 mm, mientras que es 5,0 a 5,5 mm de longitud en *A. binodosa* (Stone 1942a; Korytkowski 2004), las sedas son negras en *A. palae* mientras que en *A. binodosa* son naranja (Stone 1942a; Steyskal 1977; Norrbom 1985).

En términos generales los especímenes examinados presentan, además de dimensiones menores a las propuestas en la descripción original (Tabla 1), las siguientes discrepancias: seda katepisternal corta y débil. Lóbulos postpronotales, franja media expandida posteriormente hasta incluir las sedas acrosticales pero no tocando el escutelo, franjas sublaterales desde la sutura transversa hasta el escutelo y el escutelo, amarillo pálidos. Pleura amarilla. Parte dorsal del anepisternum, parte dorsoanterior del katepisternon y metapleuron amarillo pálido. Región ventral de la base de las alas amarillo con amarillo pálido. En uno de los especímenes la banda V del ala presenta el brazo distal reducido (Fig. 1D).

El mesonoto presenta un rango de variación en la descripción original que va de 2,95 a 3,6 mm (Stone 1942a); considerando el material aquí estudiado el mesonoto tendría un rango de 2,40 a 3,60 mm (Tabla 1). Según la literatura, la longitud del ala tiene un rango que va de 7,00 a 8,25 mm de longitud (Stone 1942a; Korytkowski 2003, 2004); el material aquí estudiado ampliaría el rango de 5,80 a 8,25 mm (Tabla 1). Para el oviscapo de *A. palae*, Korytkowski (2003, 2004) propone el mismo rango de variación registrado por Stone (1942a) en la descripción original; al incluir el material aquí estudiado el rango iría de 3,20 a 4,22 mm (Tabla 1). Conforme con la literatura, el *aculeus* tiene un rango que va de 3,4 a 4,0 mm de longitud (Stone 1942a; Norrbom 1985; Korytkowski 2003, 2004). Teniendo en cuenta la medida mencionada y los especímenes revisados, el rango de variación va de 2,88 a 4,00 mm (Tabla 1). El ancho del *aculeus* no es tenido en cuenta en la descripción original; sin embargo, Korytkowski (2003, 2004) indica que el *aculeus* tiene un ancho de 0,119 mm. En los especímenes revisados el ancho del *aculeus* (medida tomada en el punto medio de su longitud) varió de 0,088 a 0,128 mm, por consiguiente, se determina éste como el rango de variación en esta especie (Tabla 1).

En la descripción original solo se indica que la punta del *aculeus* es usualmente alargada; Norrbom (1985) señala que ésta mide más de 0,6 mm de longitud. Así, el rango de variación de la punta del *aculeus* para esta especie puede establecerse entre 0,592 y 0,616 mm de longitud (Tabla 1).

Esta especie fue descrita por Stone (1942a) a partir de cinco hembras capturadas en El Cermeño (Panamá) y desde esa fecha no había sido registrada en otra localidad. Los especímenes aquí estudiados presentan diferencias en tamaño; sin embargo, la forma del *aculeus* es idéntica a la ilustrada en la descripción original. Las diferencias en tamaño son atribuibles a una variación altitudinal, ya que el material tipo proviene

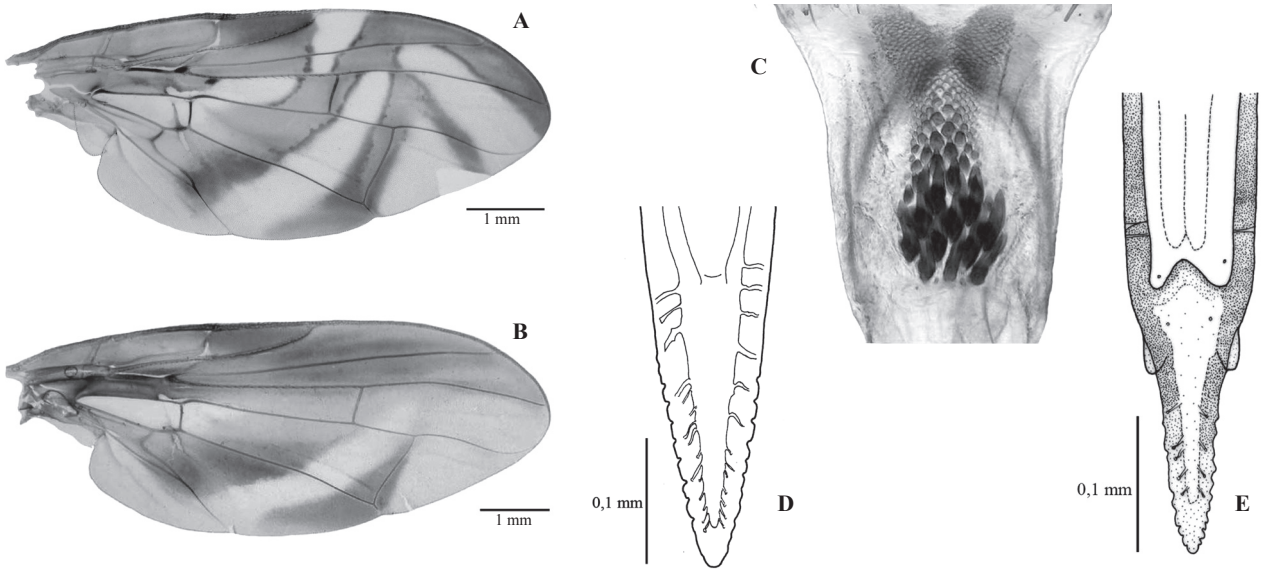


Figura 2. **A**. Ala de *A. parishi*. **B**. Ala de *A. shannoni*. **C**. Ganchos de la membrana eversible de *A. alveata*. **D**. Punta del *aculeus* de *A. parishi*. **E**. Punta del *aculeus* de *A. shannoni.*

de una localidad ubicada a 130 m de altitud, mientras que los especímenes aquí estudiados se capturaron a 700 m de altitud, en el valle interandino del río Magdalena. El conocimiento de su planta hospedera daría indicios de las variaciones por causa de la fuente de alimentación.

Anastrepha parishi Stone, 1942
(Figs. 2A, D)

A. parishi Stone, 1942b: 298-304

Material examinado: COLOMBIA. Arauca. Mun. Arauca, Vda. Monserrate, Finca Galíndez, 1 km aguas abajo del puente internacional en el río Arauca. 07º 05' 25'' N 70º 45' 42'' W, 124 m. Trampa McPhail con proteína hidrolizada, en intercalado de Mango, *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) y Guayaba, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae). 7-abr-2004. J. Prada [2 ♀ UNAB].

Distribución: Esta especie se conoce para Venezuela y Guyana (Stone 1942b; Caraballo 1981; Hernández-Ortiz y Aluja 1993; Norrbom 2004a). Aquí se documenta por primera vez para Colombia.

Plantas hospederas: Guayaba, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) en Venezuela (Caraballo 1981).

Comentarios: *A. parishi* se reconoce porque el ala presenta la banda V fuertemente unida a la banda S (Fig. 2A) (Stone 1942b; Steyskal 1977; Caraballo 1981; Korytkowski 2003, 2004) y la punta del *aculeus* uniformemente ahusada con cerca de 10 dientecillos algo planos en cada lado (Fig. 2D) (Stone 1942b; Caraballo 1981).

Los especímenes revisados presentan las siguientes diferencias con respecto a la descripción original que se basó en una hembra: la pleura es amarilla, mientras que en la descripción original es amarilla café, las sedas son café oscuro, la seda katepisternal está presente pero débil, aproximadamente 1,2 veces la seda postocelar. También hay diferencias en las dimensiones de mesonoto, ala, oviscapo y longitud del *aculeus* (Tabla 1).

Caraballo (1981), a partir de siete especímenes (cinco hembras) sugiere que el mesonoto de esta especie para los ejemplares venezolanos varía entre 3,16 y 3,40 mm de longitud; teniendo en cuenta la descripción y los especímenes revisados, el mesonoto de esta especie va de 3,00 a 3,40 mm (Tabla 1). De acuerdo con la literatura, la longitud del ala tiene un rango que va de 7,13 a 7,5 mm (Stone 1942b; Caraballo 1981); teniendo en cuenta la medida mencionada y los especímenes aquí revisados, el rango de variación va de 7,0 a 7,5 mm de longitud (Tabla 1).

La longitud conocida del oviscapo tiene un rango de 2,7 a 2,8 mm (Stone 1942b; Caraballo 1981; Korytkowski 2004); si se incluyen los especímenes aquí revisados, el rango de variación va de 2,5 a 2,80 mm de longitud (Tabla 1). Por otro lado, la longitud del *aculeus* tiene un rango conocido de 2,48 a 2,5 mm (Stone 1942b; Caraballo 1981; Korytkowski 2004); apoyado en esta variación y en los especímenes aquí revisados, se establece que el *aculeus* de esta especie varía entre 2,4 y 2,5 mm de longitud (Tabla 1). En la descripción original la punta del *aculeus* tiene una longitud de 0,26 mm, la misma reportada para los cinco especímenes venezolanos (Caraballo 1981); a partir del examen de los especímenes del presente estudio, se puede establecer un rango de variación que va de 0,232 a 0,260 mm de longitud (Tabla 1).

Anastrepha shannoni Stone, 1942
(Figs. 2B, E)

A. shannoni Stone, 1942a: 23

Material examinado: COLOMBIA. Cundinamarca. La Mesa, Vda. Lagunas, Finca Ibáñez, 700 m. 4º 36' N 74º 27' W. Trampa casera con miel, ubicada en un cultivo de *Mangifera indica* (Tommy Atkins). 12-dic-2003. M. Cabrera [1 ♀ UNAB, N° cat. 112].

Distribución: Brasil, Perú, Venezuela (Stone 1942a; Foote 1967; Korytkowski y Ojeda 1968; Norrbom 1991; Hernández-Ortiz y Aluja 1993; Korytkowski 2001, 2004; Norrbom 2004a). Aquí se documenta su presencia en Colombia.

Plantas hospederas: Desconocidas. Sin embargo, Korytkowski y Ojeda (1968) mencionan que presumiblemente es muy similar a *A. grandis* en sus hábitos de alimentación.

Comentarios: Esta especie es muy similar a *A. grandis* pero se diferencia por la presencia de una banda de color amarillo claro sobre los terguitos abdominales (Stone 1942a; Korytkowski y Ojeda 1968; Norrbom 1985, 1991), por el diseño alar con la celda br (basal radial) enteramente infuscada (Fig. 2B) (Stone 1942a; Norrbom 1991; Korytkowski 2003, 2004), el escuto predominantemente café oscuro (Stone 1942a; Steyskal 1977; Norrbom 1991) y la punta del *aculeus* adornada con dos proyecciones dorsolaterales basales (Fig. 2E) (Norrbom 1985, 1991; Korytkowski 2003, 2004).

El espécimen revisado presenta las siguientes diferencias con respecto a la descripción original realizada a partir de un macho: La pleura café oscura excepto por una porción amarillo pálido en algunas áreas (franja dorsoposterior sobre el katepisternon, área alrededor de la base del ala, porción dorsoposterior del anepisternon, todo el meron y el metapleuron). Mediotergito y subescutelo café oscuro, con una franja media de color amarillo café. El patrón de coloración del ala se presenta café naranja oscuro en el espécimen revisado y el brazo proximal de la banda V se extiende anterior a la vena M (Fig. 2B). Del mismo modo, en la descripción original se indica que esta especie no presenta seda anepisternal; sin embargo, el espécimen revisado si presenta esta seda. También hay diferencias en las dimensiones de mesonoto, ala, oviscapo, *aculeus* y longitud de la punta del *aculeus* como se describe más adelante.

Norrbom (1991) en su revisión de *Anastrepha* grupo *grandis,* completa la descripción y describe la variación de *A. shannoni* incluyendo dos hembras; allí, reporta que el mesonoto de *A. shannoni* tiene una longitud que va de 3,65 a 3,90 mm; si se tiene en cuenta el espécimen aquí revisado, el rango de variación de la longitud del mesonoto iría de 3,25 a 3,90 mm (Tabla 1). Así mismo, la longitud del ala teniendo en cuenta los reportes publicados y el espécimen aquí revisado, tendría un rango de variación de 7,8 a 8,60 mm (Tabla 1). El oviscapo no fue tenido en cuenta en la descripción original ya que ésta se estableció con base en un macho, no obstante, Korytkowski (2004) considera que para esta especie este segmento tiene una longitud menor a 4,00 mm y Norrbom (1991) sugiere que este segmento abdominal tiene una variación que va de 3,30 a 3,95 mm de longitud; el espécimen revisado tiene una longitud de 3,65 mm, de tal forma que se ajusta a las medidas propuestas para esta especie.

Norrbom (1991) indica que el *aculeus* mide 3,00 mm de

longitud y en el espécimen revisado mide 3,15 mm, así que el rango de variación de esta estructura va de 3,00 a 3,15 mm. El ancho del aculeus documentado en Norrbom (1991) va de 0,13-0,14 mm; el ancho de esta estructura en el espécimen revisado es de 0,12 mm de longitud, de tal forma que su rango para *A. shannoni* va de 0,12 a 0,14 mm de longitud. La longitud de la punta del *aculeus* en el espécimen revisado fue de 0,192 mm y Norrbom (1991), señaló que esta estructura mide 0,23 mm longitud. Entonces, el rango de variación para la punta del *aculeus* va de 0,192 a 0,230 mm de longitud.

A. shannoni fue descrita por Stone (1942a); este autor comenta que describe esta especie de un único espécimen "mohoso" que fue considerado por Greene (1934) como *A. grandis*, cuya localidad tipo es Chimbotes, Amazonas, Perú y cuyo colector es R. C. Shannon. Norrbom (1991) sugiere que las descripciones e ilustraciones del patrón alar y el patrón de coloración del escuto de los especímenes revisados por Korytkowski y Ojeda (1968) para el Perú se ajustan a aquellos del holotipo de *A. shannoni*, excepto por el patrón de la franja media amarilla del escuto que es tan ancha posteriormente que se extiende lateralmente más allá de las sedas dorsocentrales. Además sugiere que la forma de la punta del *aculeus*, los dientes dorsobasales de la membrana eversible y los surstilos de estos especímenes, son similares a los de *A. grandis* y difieren marcadamente de otros especímenes de *A. shannoni* que el estudió. Él indica, además, que la longitud del oviscapo (4,58 mm) y del *aculeus* (4,83 mm) es intermedia entre *A. grandis* y las hembras de *A. shannoni* de Venezuela; posteriormente menciona que es posible que Korytkowski y Ojeda (1968) confundieran la terminalia de estos especímenes, la cual pertenecía a *A. grandis* o que por el contrario podría tratarse de una especie no descrita.

Por su parte, Korytkowski (2001) considera que las apreciaciones de Norrbom (1991) sobre la descripción y caracterización del *aculeus* y los dientes dorsobasales de la membrana eversible de *A. shannoni* difieren sustancialmente de lo descrito por Korytkowski y Ojeda (1968); sin embargo, teniendo en cuenta los caracteres del mesonoto y el ala, se puede asumir que los machos citados por dichos autores corresponden a *A. shannoni*.

Consideraciones sobre distribución geográfica

De las 204 especies descritas para el género (Norrbom *et al*. 1999; Hernández-Ortiz 2003; Norrbom 2004a), Panamá tiene 63 especies (32%), Venezuela 41 especies (21%), Brasil 83 especies (42%) (Hernández-Ortiz y Aluja 1993), Ecuador 31 (16%) (Tigrero 1998), Perú 34 (17%) (Korytkowski 2001) y Colombia 48 (24%) (Martínez y Serna 2004). Entre Brasil y Panamá se comparten 21 especies, de las cuales cinco podrían estar en Colombia.

Tres de las cinco especies encontradas aquí amplían su rango de distribución, estas son: *A. palae*, conocida solo para la localidad tipo (El Cermeño, Panamá); *A. shannoni*, conocida solo para Brasil, Perú, Venezuela y *A. parishi*, conocida para Venezuela y Guyana. Era de esperarse que especies como *A. alveata* y *A. antunesi* se encontraran en Colombia ya que existían registros en México, Guatemala, Panamá, Venezuela, Brasil, Argentina para la primera y Guatemala a Venezuela, Trinidad, Brasil y Perú para la segunda. Esta situación pone en evidencia que es necesario desarrollar una investigación que abarque gran parte del territorio nacional, para poder dar a conocer una cifra más precisa de la cantidad de especies presentes en el país.

Vale anotar que durante la elaboración de las fases finales de este documento, se realizó el XXXIII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, donde Canal *et al*. (2006) indican que *A. alveata* y *A. palae*, se registran por primera vez para Colombia. Considerando que el presente artículo aporta información tanto de la distribución como de la variabilidad morfológica de estas especies en Colombia y teniendo en cuenta que la publicación de artículos en revistas de amplia difusión garantiza que la información esté al alcance de numerosos investigadores, se decide publicar estas dos especies como nuevos registros para Colombia.

Agradecimientos

A Francisco J. Serna. Al "Museo Entomológico Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia-UNAB", por permitir el acceso al material. A Carlos Sarmiento, Vicente Hernández-Ortiz y Allen Norrbom por la revisión crítica y aportes al documento.

Literatura Citada

ARÉVALO P., E.; RESTREPO A., A.; AREIZA G., M. A. 1997. Las moscas de las frutas del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) en el departamento de Antioquia-Colombia, pp. 271-282. Seminario Aconteceres Entomológicos. Memorias.

BARÓN R., J. 2004. El proyecto moscas de la fruta en el Tequendama: alianza entre la academia y el sector productivo. Simposio Moscas de las Frutas, pp. 193-196. En: Memorias. XXXI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Bogotá.

BLANCHARD, E. E. 1961. Especies argentinas del género *Anastrepha* Schiner. Revista de Investigaciones Agrícolas 15 (2): 281-342.

CANAL, N. A.; SÁNCHEZ G. 1999. Especies de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en el departamento del Tolima. Resúmenes. XXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín. p. 48.

CANAL, N. A.; CASTAÑEDA, M. del R.; OSORIO A. 2006. Nuevas referencias de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) para Colombia. XXXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Manizales. p. 143.

CARABALLO, J. 1981. Las moscas de las frutas del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) de Venezuela. Tesis de Magister Scientiarum en Entomología. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay.

CARREJO, N. S.; GONZÁLEZ O., R. 1993. Una nueva especie de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) de Colombia. Boletín del Museo Entomológico de la Universidad del Valle 1 (2): 47-53.

CARREJO, N. S.; GONZÁLEZ O., R. 1994. Lista preliminar de las moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Dip.: Tephritidae) en el departamento del Valle del Cauca. Boletín del Museo Entomológico de la Universidad del Valle 2 (1,2): 85-93.

FERNÁNDEZ YÉPEZ, F. 1953. Contribución al estudio de las moscas de las frutas del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Trypetidae) de Venezuela. II Congreso de Ciencias Naturales y Afines. Caracas. Cuaderno 7. 42 p.

FOOTE, R. H. 1967. Family Tephritidae (Trypetidae, Trupaneidae). En: A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Departamento de Zoologia, Secretaria da Agricultura, São Paulo 57: 1-91.

GREENE, C. T. 1934. A revision of the genus *Anastrepha* based on a study of the wings and on the length of the ovipositor sheath (Diptera: Trypetidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 36 (6): 127-179.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 1990. Lista preliminar de especies mexicanas del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con descripción de nuevas especies, registros y sinonimias. Folia Entomológica Mexicana 80: 227-244.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae) Taxonomía, Distribución y sus Plantas Huéspedes. Instituto de Ecología, Sociedad Mexicana de Entomología. Xalapa. México. 162 p.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 1993. Taxonomy, distribution, and natural host plants of *Anastrepha* fruit flies in Mexico, pp. 32-34. En: Aluja, M.; Liedo, P. (eds.). Fruit flies: biology and management, Springer-Verlag New York, Inc. Washington.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 2003. Familia Tephritidae: Clasificación actual, relaciones filogenéticos y distribución de taxa Americanos. Memorias del XV curso internacional sobre moscas de la fruta, Centro Internacional de Capacitación en Moscas de la Fruta, Programa MOSCAMED-MOSCAFRUT SAGARPA-IICA. Metapa de Domínguez, Chiapas. pp. 11-23 (manuscrito inédito).

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V.; ALUJA, M. 1993. Listado de especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. Folia Entomológica Mexicana 88: 89-105.

JIRÓN, L. F., J. SOTO M.; NORRBOM, A. L. 1988. A preliminary list of the fruit flies of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in Costa Rica. Florida Entomologist 71 (2): 130-137.

KORYTKOWSKI G., C. 2001. Situación actual del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) en el Perú. Revista Peruana de Entomología 42: 97-158.

KORYTKOWSKI G., C. 2003. Manual de identificación de mosca de la fruta. Parte II. Género *Anastrepha* Schiner, 1868. Universidad de Panamá Vice-rectoría de Investigación y Post-Grado Programa de Maestría en Entomología. Panamá. 139 p. (manuscrito inédito).

KORYTKOWSKI G., C. 2004. Manual de identificación de mosca de la fruta. Parte II. Género *Anastrepha* Schiner, 1868. Universidad de Panamá Vice-rectoría de Investigación y Post-Grado Programa de Maestría en Entomología. Panamá. 139 p. (manuscrito inédito).

KORYTKOWSKI G., C.; OJEDA P., D. 1968. Especies del género *Anastrepha* Schiner 1868 en el noroeste Peruano. Revista Peruana de Entomología 11 (1): 32-70.

LIMA, A. M. DA COSTA. 1938. Novas moscas de frutas do genero *Anastrepha* (Diptera: Trypetidae) [concl.]. O Campo 9 (Janeiro): 61-64.

MARTÍNEZ A., J. O.; SERNA C., F. J. 2004. ¿Se conocen las especies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) de Colombia? pp. 163-172. En: Memorias. XXXI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Bogotá.

MARTÍNEZ A., J. O.; SERNA C., F. J. 2005. Identificación y localización geográfica de especies del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) en Cundinamarca (Colombia). Agronomía Colombiana 23 (1): 102-111.

NORRBOM, A. L. 1985. Phylogenetic analysis and taxonomy of the *cryptostrepha, daciformis, robusta*, and *schausi* groups of *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). Ph. D. Dissertation. Pennsylvania State University, University Park.

NORRBOM, A. L. 1991. The species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) with a *grandis*-type wing pattern. Proceedings of the Entomological Society of Washington 93 (1): 101-124.

NORRBOM, A. L. 2002. A revision of the *Anastrepha serpentina* species group (Diptera: Tephritidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington 104 (2): 390-436.

NORRBOM, A. L. 2004a. Updates to Biosystematic Database of World Diptera for Tephritidae through 1999. Diptera Data Dissemination Disk 2. [véase: www.sel.barc.usda.gov:591/ diptera/Tephritidae/ TephIntro.html].

NORRBOM, A. L. 2004b. Host plant database for *Anastrepha* and *Toxotrypana* Diptera: Tephritidae: Toxotrypanini). Diptera Data Dissemination Disk 2. [véase: www.sel.barc.usda.gov:591/ diptera/Tephritidae/TephIntro.html].

NORRBOM, A. L.; HERNÁNDEZ-ORTIZ., V. 1993. Manual del curso internacional de taxonomía de moscas de la fruta. Centro Internacional de Capacitación en Moscas de la Fruta (cicmf). Programa Moscamed-México. Metapa de Domínguez, Chiapas (manuscrito inédito).

NORRBOM, A. L.; ZUCCHI, R. A.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. 1999. Chapter 12 Phylogeny of the genus *Anastrepha* and *Toxotrypana* (Trypetinae: Toxotrypanini) based on morphology. pp. 299-342. En: Aluja, M.; Norrbom, A. L. (eds.). Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior. CRC Press, Boca Raton. Florida. 944 p.

NÚÑEZ B., L. 1981. Contribución al reconocimiento de las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en Colombia. Revista ICA 16 (4): 173-179.

NÚÑEZ B., L. 1988. Las moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae). Sociedad Colombiana de Entomología Miscelánea 5: 3-15.

OLARTE E., W. 1987. Control integrado de las moscas de las frutas *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). Revista Colombiana de Entomología 13 (1): 12-18.

STEYSKAL, G. C. 1977. Pictorical key to species of the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). (Publicación especial) The Entomological Society of Washington, Washington D. C., 35 p.

STONE, A. 1942a. The fruit flies of the genus *Anastrepha*. United States Department of Agriculture Miscellaneous Publication 439, 112 p.

STONE, A. 1942b. New species of *Anastrepha* and notes on others (Diptera, Tephritidae). Journal of the Washington Academy of Sciences 32 (10): 298-304.

TIGRERO, J. 1998. Revisión de especies de moscas de la fruta presentes en el Ecuador. Editorial Facultad de Ciencias Agropecuarias-Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí. Ecuador. 55 p.

VÉLEZ A., R. 1997. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: Bionomía y manejo integrado, pp. 418-430. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. 1992. Fruit Flies of Economic Significance: Their identification and bionomics. CAB International, Wallingford. 601 p.

YEPES R., F.; VÉLEZ A., R. 1989. Contribución al conocimiento de las moscas de las frutas (Tephritidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia. Revista Facultad Nacional de Agronomía (Medellín) 42 (2): 73-98.

ZUCCHI, R. A. 1978. Taxonomia das espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) Assinaladas no Brasil. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Tese para obtenção do titulo de Doutor em Entomologia. Piracicaba São Paulo.

Este trabajo fue completamente supervisado durante su evaluación por el Dr. Fernando Cantor, vicepresidente de SOCOLEN.

Recibido: 05-sep-2006 • Aceptado: 10-mar-07

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 43-44 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9314

Sección Médica

Nota científica

Dos nuevos registros de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) para el Departamento de Risaralda, Colombia

Two new records of *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) for the Department of Risaralda, Colombia

EDUAR ELÍAS BEJARANO[1], DIANA SIERRA[2], IVÁN DARÍO VÉLEZ[3]

Resumen. Se registran por primera vez para el departamento de Risaralda, Colombia, dos especies de flebotomíneos pertenecientes al género *Lutzomyia*: *Lutzomyia atroclavata* y *Lutzomyia* sp serie *townsendi*. Los especimenes de *L. atroclavata* se obtuvieron con una trampa de luz tipo CDC actividad entre las 18:00 y las 06:00 horas, mientras que los de *Lutzomyia* serie *townsendi* se coleccionaron usando cebo humano entre las 18:00 y las 22:00 horas. Se describen las principales características diagnósticas morfológicas de las especies encontradas.

Palabras clave. Phlebotominae. *Lutzomyia*. Risaralda. Colombia.

Abstract. Two species of *Lutzomyia* sand flies are recorded for the first time in the department of Risaralda, Colombia: *Lutzomyia atroclavata* and *Lutzomyia* sp. series *townsendi*. The specimens of *L. atroclavata* were collected with a CDC light trap activated from 18:00 to 06:00 hours, whereas those of *Lutzomyia* serie *townsendi* were collected using human baits between 18:00 and 22:00 hours. The main diagnostic morphological characteristics of the species are described.

Key words. Phlebotominae. *Lutzomyia*. Risaralda. Colombia.

Introducción

La alta prevalencia de enfermedades transmitidas por artrópodos en Colombia, hace necesario conocer la distribución geográfica de los insectos vectores. La leishmaniosis es una parasitosis transmitida al humano mediante la picadura de hembras hematófagas del género *Lutzomyia* França, 1924, no obstante, también se ha demostrado la transmisión mecánica del parásito por la mosca de los establos *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus, 1758) (Alvar 1997) sin que se conozca la importancia epidemiológica de estos hallazgos. Aunque hasta la fecha están registradas 141 especies de *Lutzomyia* en el territorio colombiano (Bejarano 2006; Bejarano *et al.* 2006), abarcando todas las unidades biogeográficas del país, sólo 12 taxones se han encontrado en el departamento de Risaralda: *L. cirrita* Young y Porter, 1974, *L. hartmanni* (Fairchild y Hertig, 1957), *L. scorzai* (Ortiz, 1965), una especie no precisada *L.* sp. de Pichindé (Young 1979), *L. bifoliata* Osorno, Morales, Osorno y Hoyos, 1970, *L. gomezi* (Nitzulescu, 1931), *L. lichyi* (Floch y Abonnenc, 1950), *L. trapidoi* (Fairchild y Hertig, 1952), *L. ayrozai* (Barretto y Coutinho, 1940), *L. panamensis* (Shannon, 1926), *L. columbiana* (Ristorcelli y Van Ty, 1941) y *L. pia* (Fairchild y Hertig, 1961) (Montoya-Lerma y Ferro 1999). El bajo número de especies informadas en este departamento refleja la falta de investigaciones sobre la fauna de psicódidos que habita la región, salvo por los trabajos puntuales de Barreto *et al.* (1997) y Alexander *et al.* (2001).

Durante el desarrollo de estudios entomológicos en el municipio de Marsella, Risaralda, se obtuvieron ejemplares de dos especies flebotomíneas que constituyen nuevos registros para este departamento. Los especímenes se coleccionaron usando cebo humano entre las 18:00 y las 22:00 horas, y una trampa de luz tipo CDC (Communicable Disease Center) activada entre las 18:00 y las 06:00 horas, durante tres noches consecutivas en febrero y mayo de 2004. Las características ecológicas de la zona corresponden a bosque húmedo tropical. Los insectos se identificaron con la clave taxonómica de Young y Duncan (1994) y se depositaron en la "Colección de Vectores y Hospedadores Intermediarios de Enfermedades Tropicales" (VHET) del Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales (PECET) de la Universidad de Antioquia en Medellín, Colombia.

Subfamilia Phlebotominae Rondani, 1840

Lutzomyia atroclavata (Knab, 1913)

Material examinado: 2 ♂. COLOMBIA. Risaralda. Marsella. 4° 55' N, 75° 58' W, 1500 m. 26-feb-2004. Trampa CDC. D. Sierra y E. E. Bejarano [VHET].

Se describen las principales características diagnósticas morfológicas de los ejemplares coleccionados: Cabeza con palpómero quinto de mayor longitud que el tercero y flagelómero I más largo que el labro-epifaringe, alcanzando la mitad basal del tercer palpómero. Ascoides pareados y simples sobre el flagelómero II, sin sobrepasar el ápice del segmento. Coxita con cuatro setas gruesas implantadas en la parte media, con la seta distal de mayor longitud y espesor que las setas precedentes. Estilo con cuatro espinas en posición 1-1-1-1, insertadas en la mitad distal y sin seta subterminal. Parámero con el ápice curvo y recubierto por setas largas en la parte superior. Lóbulo lateral corto y grueso mostrando una longitud similar a la del parámero.

Comentarios: *L. atroclavata* pertenece a la serie *atroclavata* Fairchild, 1955, del subgénero *Sauromyia* Artemiev, 1991, del género *Micropygomyia* Barretto, 1962, según Galati (2003)

1 Autor para correspondencia: M. Sc. Grupo de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Sucre. Carrera 14 No. 16 B-32, Sincelejo, Colombia. *eduarelias@yahoo.com*

2 M. Sc. Department of Microbiology, Immunology and Pathology, Colorado State University, Central receiving 200 W. Lake St. Campus Delivery 1619, CO 80523, USA. *dsierra68@yahoo.com*

3 Ph. D. Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales – PECET, Universidad de Antioquia. Calle 62 No. 52-59, Medellín, Colombia. *id_velez@yahoo.com*

y al subgénero *Micropygomyia*, del género *Lutzomyia* de acuerdo con Young y Duncan (1994), que está representado en el país por *L. cayennensis cayennensis* (Floch y Abonnenc, 1941), *L. micropyga* (Mangabeira, 1942), *L. venezuelensis* (Floch y Abonnenc, 1948), *L. yencanensis* (Ortiz, 1965) y *L. atroclatava*. La distribución geográfica de esta última especie abarca los departamentos de Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Norte de Santander, Santander, Sucre y Tolima (Montoya Lerma y Ferro 1999; Bejarano 2006). El presente constituye el primer informe del taxón para Risaralda. Dentro del subgénero *Micropygomyia*, *L. atroclavata* es morfológicamente similar a *L. venezuelensis*, pero se diferencia de esta última por el número y grosor de las setas de la coxita y por la forma del parámero. Desde el punto de vista epidemiológico, si bien la especie parece ser no antropofílica, se le considera un potencial vector de *Leishmania infantum* Nicolle, 1908, en Isla Guadalupe (Courmes *et al.* 1966).

Lutzomyia* sp. serie *townsendi Kreutzer *et al.* 1990

Material examinado: 6 ♀. COLOMBIA. Risaralda. Marsella. 4° 55' N, 75° 58' W, 1500 m. 26-feb-2004. Cebo humano. D. Sierra y E. E. Bejarano [VHET]. 2 ♀. con los mismos datos, excepto 19-may-2004. [VHET].

A continuación se describen las principales características diagnósticas morfológicas de los especímenes coleccionados. Cabeza con palpómero quinto de mayor longitud que la suma del tercero y cuarto y el flagelómero I más corto que el labro-epifaringe. Ascoides pareados y simples en el flagelómero II, sin sobrepasar el ápice del segmento. Cibario con cuatro dientes horizontales y una hilera de dientes verticales. Espermatecas en forma de saco, con estrías transversales y un botón terminal prominente. Ductos espermáticos lisos y delgados, con el ducto común de longitud similar a la del ducto individual.

Comentarios: Por primera vez una especie de la serie *townsendi* es registrada para el departamento de Risaralda. Las hembras de la serie se caracterizan por ser morfológicamente indistinguibles, en tanto que los machos se diferencian entre sí, básicamente, por la sutil distribución de setas en el parámero. Durante el estudio, los intentos para coleccionar machos fueron infructuosos a pesar del empleo alterno de trampas de luz tipo Shannon. Esta serie pertenece al grupo *verrucarum* Theodor, 1965, del género *Lutzomyia* según Young y Duncan (1994) y al subgénero *Pifanomyia* Ortiz y Scorza, 1963, del género *Pintomyia* Costa Lima, 1932, de acuerdo con la clasificación de Galati (2003). Actualmente, el taxón está compuesto por diez especies (Bejarano *et al.* 2003; Andrade Filho *et al.* 2006), siete de las cuales se han encontrado en el país: *L. townsendi* (Ortiz, 1959), *L. spinicrassa* Morales, Osorno, Osorno y Munoz, 1969, *L. longiflocosa* Osorno, Morales, Osorno y Munoz, 1970, *L. quasitownsendi* Osorno, Osorno y Morales, 1972, *L. sauroida* Osorno, Morales y Osorno, 1972, *L. youngi* Feliciangeli y Murillo, 1987, y *L. torvida* Young, Morales y Ferro, 1994. Las especies que se encuentran más cercanas geográficamente al sitio de colección son *L. longiflocosa*, registrada en el departamento de Tolima, *L. townsendi*, hallada en el departamento de Valle del Cauca, y *L. youngi*, presente en los departamentos de Caldas y Valle del Cauca (Bejarano 2006). Es de resaltar que la mayoría de las especies de la serie *townsendi* revisten importancia en salud pública como transmisores de *Leishmania* spp. en los Andes colombo-venezolanos (Montoya-Lerma y Ferro 1999).

Agradecimientos

A las autoridades de Salud del Municipio de Marsella, departamento de Risaralda, por su colaboración durante el trabajo de campo, y a la Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología del Banco de la República (código No. 1606), por el apoyo financiero.

Literatura Citada

ALEXANDER, B.; AGUDELO, L. A.; NAVARRO, F.; RUIZ, F.; MOLINA, J.; AGUILERA, G.; QUIÑONES, M. L. 2001. Phlebotomine sandflies and leishmaniasis risks in Colombian coffee plantations under two systems of cultivation. Medical and Veterinary Entomology 15 (4): 364-373.

ALVAR, J. P. 1997. Las Leishmaniasis: de la biología al control. Junta de Castilla y León, Consejería de Sanidad y Bienestar Social. Gráficas Heraldo de Zamora, Zamora, España. 151 p.

ANDRADE FILHO, J. D.; FALCAO, A. L.; GALATI, E. A. B.; BRAZIL, R. P. 2006. *Pintomyia* (*Pifanomyia*) *paleotownsendi,* a new sand fly from the Miocene amber of Dominican Republic (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 101 (Suppl. 2): 57-58.

BARRETO, M.; BURBANO, M. E.; BARRETO, P. 1997. Nuevos registros de flebotominos (Diptera: Psychodidae) y triatominos (Hemiptera: Reduviidae) para Risaralda, Cauca y Valle del Cauca, Colombia. Colombia Médica 28 (3): 116-122.

BEJARANO, E. E. 2006. Lista actualizada de los psicódidos (Diptera: Psychodidae) de Colombia. Folia Entomológica Mexicana 45 (1): 47-56.

BEJARANO, E. E.; DUQUE, P.; VÉLEZ, I. D. 2006. Redescripción de la hembra de *Lutzomyia vattierae* (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) de la serranía de La Macarena, Colombia. Biomédica 26: 556-561.

BEJARANO, E. E.; ROJAS, W.; URIBE, S.; VÉLEZ, I. D. 2003. Sistemática de especies de *Lutzomyia* del grupo *verrucarum* Theodor, 1965 (Diptera: Psychodidae). Biomédica 23 (1): 87-102.

COURMES, E.; ESCUDIE, A.; FAURAN, P.; MONNERVILLE, A. 1966. Premier cas autochtone de leishmaniose viscerale humaine a la Guadeloupe. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique 59: 217-225.

GALATI, E. A. B. 2003. Morfologia, terminologia de adultos e identificação dos táxons da América, pp. 53-175. En*:* Rangel, E. F.; Lainson, R. (eds.). Flebotomíneos do Brasil. Editora Fiocruz, Rio do Janeiro, Brasil. 368 p.

MONTOYA-LERMA, J.; FERRO, C. 1999. Flebótomos (Diptera: Psychodidae) de Colombia, pp. 211-245. En: Amat, G.; Andrade-C., G.; Fernández, F. (eds.). Insectos de Colombia. Volumen II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. No. 13. Editora Guadalupe Ltda., Santafé de Bogotá, Colombia. 492 p.

YOUNG, D. G. 1979. A review of the bloodsucking psychodid flies of Colombia (Diptera: Phlebotominae and Sycoracinae), Technical Bulletin 806. Gainesville, Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences, Agricultural Experiment Stations.

YOUNG, D. G.; DUNCAN, M. A. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). Memories of the American Entomological Institute, Number 54. Associated Publishers, Gainesville, Florida, USA. 881 p.

Recibido: 18-jul-2006 • Aceptado: 26-mar-2007

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 45-53 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9315

Sección Morfología, Comportamiento, Ecología, Evolución y Sistemática

Cambios en edafofauna asociada a descomposición de hojarasca en un bosque nublado

Changes in soil fauna associated with litterfall decomposition in a cloud forest

AMANDA VARELA[1], CAMILO CORTÉS[2], CATALINA COTES[3]

Resumen. Se estudió la diversidad funcional y el papel de la edafofauna sobre la descomposición de hojarasca en bosque nublado al suroccidente de la Sabana de Bogotá. Se montó un experimento de descomposición, confinando 10 g de hojarasca en bolsas de malla. Se colocaron 24 bolsas en total, la mitad de las cuales contenían naftalina para evitar el ingreso de la edafofauna. A los dos, cuatro y 12 meses se recogieron cuatro bolsas del tratamiento y cuatro del control. Cada bolsa se colocó en un embudo Tullgreen para extraer la edafofauna asociada. Ésta se identificó hasta el menor nivel taxonómico posible y se clasificó en grupos funcionales. Se calculó la riqueza y la diversidad con el índice de Shannon y el de Simpson. La hojarasca se secó y se pesó para determinar el porcentaje de descomposición. En la hojarasca tratamiento se encontró una reducción en la abundancia o ausencia de edafofauna por efecto de la naftalina durante los primeros 60 días, pero no hubo diferencia en el porcentaje de descomposición entre el tratamiento y el control. Hubo una mayor abundancia de detritívoros, seguidos de los transformadores de hojarasca y fitófagos en los tres períodos muestreados. La riqueza de los grupos funcionales, la dominancia y la equidad no fueron distintas entre la hojarasca tratamiento y el control. Esto sugiere que el papel de la edafofauna en la descomposición de hojarasca en este bosque es menos relevante que en bosques de tierras bajas.

Palabras clave. Artrópodos. Diversidad funcional. Función. Proceso ecosistémico. Bosque montano.

Abstract. The functional diversity and role of soil fauna on litterfall decomposition were studied in a cloud forest located southwest of the Sabana de Bogota. A decomposition experiment was set up, confining 10 g of litterfall in mesh bags. A total of 24 bags was set out, half of which contained naphthalene to avoid the entry of soil fauna. At two, four and 12 months, four bags of the treated litterfall and four of the control were collected. Each bag was placed in a Tullgren funnel to extract the associated soil fauna. This was identified to the lowest taxonomic level possible and classified into functional groups. Richness and diversity were calculated using Shannon and Simpson indices. Litterfall was dried and weighed in order to calculate percent decomposition. In the litterfall treatment there was a reduction in the abundance or absence of soil fauna during the first 60 days due to naphthalene, but there was no difference in percent decomposition between the treatment and control. There was a greater abundance of detritivores, followed by litter transformers and phytophages over the three sampling periods. Richness, dominance and equitability of functional groups were not different between the litterfall treatment and the control. This suggests that the role of soil fauna in the decomposition of litterfall is less relevant in this forest than lowland forests.

Key words. Arthropods. Functional diversity. Function. Ecosystem process. Montane forest.

Introducción

En Colombia los bosques altoandinos han sido los más afectados por la fragmentación, definida ésta como un proceso en el que se cambia la configuración del hábitat que lleva a la formación de fragmentos más o menos aislados, como consecuencia de actividades antrópicas que interrumpen la continuidad del hábitat original (Hamilton *et al*. 1995; Fahrig 2003). A escala mundial, el bosque altoandino es uno de los ecosistemas más amenazados, e incluso en la Cordillera de los Andes se estima que el 90% de los bosques de este tipo ha desaparecido (Hamilton *et al*. 1995). El bosque altoandino es el ecosistema que forma una franja entre los 2.500 y 3.500 m de altitud en las montañas tropicales, donde mejor se desarrolla el bosque nublado (Cuatrecasas 1958; Carrizoza 1990; Webster 1995). Este tipo de bosque juega un papel importante dentro del ciclo hidrológico, al capturar agua tanto de la neblina como de la lluvia horizontal, que de otra manera se perdería. Esto hace que este tipo de bosque tenga un alto valor en términos de mantenimiento de agua y protección de las cuencas altas de la Región Andina; papel muy diferente al de otros bosques o de suelos con diferente uso (Cavelier *et al.* 2001). Por otra parte, los estudios sobre este tipo de bosque se han centrado en aspectos descriptivos y poco se conoce acerca de su funcionamiento como ecosistemas. Uno de los aspectos funcionales es la descomposición de la materia orgánica, proceso vital en los ecosistemas boscosos, ya que determina la biomasa y productividad (Melillo *et al.* 1982; Liu *et al.* 2000). La descomposición y el ciclaje de nutrientes están regulados por factores fisicoquímicos ambientales, la calidad del sustrato y la comunidad de organismos descomponedores (Lavelle *et al.* 1993; Joffre y Ågren 2001). Estos organismos están principalmente representados por la microbiota (hongos y bacterias) y la fauna edáfica (artrópodos). Pese a que en los últimos años varios estudios se han enfocado en las relaciones entre la estructura de las comunidades y el funcionamiento de los ecosistemas (Hector *et al.* 1999; Huston *et al.* 2000), pocos se han centrado en la estructura de la comunidad de fauna del suelo y el funcionamiento del mismo (Cortet *et al.* 2003).

La relación entre la diversidad de especies y la función de los ecosistemas es un tópico central en ecología hoy en día (Johnson *et al.* 1996). Las relaciones establecidas han generado interés y controversia y con pocas excepciones los estudios empíricos se han restringido a los pastizales y sistemas acuáticos de laboratorio (Duffy 2002) y se ha dado poca atención a cómo cambios en la diversidad de la fauna pueden influenciar procesos ecosistémicos. La realización de

1 Ph.D., Pontificia Universidad Javeriana, Cra. 7 No. 43-82, Edificio 53, Oficina 406B, *avarela@javeriana.edu.co*

2 B.Sc., Pontificia Universidad Javeriana, Cra. 7 No. 43-82, Edificio 53, Oficina 406B, *ccortes@javeriana.edu.co*

3 Estudiante Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Cra. 7 No. 43-82, Edificio 53, Oficina 406B, *mcotes@javeriana.edu.co*

investigaciones en esta dirección es necesaria para esclarecer en qué medida estos mecanismos se ven afectados por la reducción o pérdida de especies. Aunque las especies son el resultado de la interacción entre el genoma y el ambiente, se reconoce que hay una redundancia entre especies en términos de su contribución a los procesos ecosistémicos (Brussaard 1998). Adicionalmente, los datos disponibles sugieren que no solamente la riqueza de especies sino el mantenimiento de estos procesos y la diversidad funcional son importantes para mantener la integridad de los ecosistemas (Wall 1999). Entre los bienes que la biodiversidad ofrece está el de sostener los ciclos de nutrientes y de energía (Wall *et al.* 2004). Por este motivo una aproximación es la reunión de dichas especies en grupos funcionales, debido a que el suelo es un hábitat altamente complejo y a la gran riqueza de los taxa que lo habitan (Brussard *et al.* 1997; Wall y Virginia 1999). Aunque en los ecosistemas terrestres, la diversidad biológica de los suelos se conoce muy poco (Wall y Virginia 2000) se ha establecido que los grupos funcionales de la biota del suelo contribuyen a la regulación de procesos vitales para el funcionamiento de los ecosistemas, tales como la descomposición, el secuestro de carbono y el ciclaje de nutrientes (Groffman y Bohlen 1999; Liiri *et al.* 2002). Sin embargo, no se conoce en ecosistemas de alta montaña cuál es realmente la importancia y el papel que cumple la fauna edáfica como reguladora del proceso de descomposición, ni tampoco la variedad de grupos taxonómicos que la componen (diversidad). Existe entonces el reto de determinar la importancia de la diversidad biótica de los suelos en relación con el funcionamiento de los ecosistemas, los bienes y servicios ecológicos que presta en estos ecosistemas en particular (Adams y Wall 2000).

Por esto, el presente estudio determinó la importancia de la fauna del suelo sobre la tasa de descomposición de la hojarasca de una especie de planta, y cómo cambia su diversidad al nivel de grupos funcionales, en distintas etapas del proceso en un bosque altoandino. Las hipótesis del estudio fueron: 1) la velocidad de descomposición está determinada por la fauna presente en el suelo, 2) la fauna del suelo acelera la descomposición de la hojarasca durante la primera etapa del proceso, y, 3) la diversidad de los grupos funcionales es mayor al principio de la descomposición. De esta manera se realiza una aproximación al funcionamiento de los bosques altoandinos, contribuyendo así a apoyar esfuerzos para su conservación, y a esclarecer la relación entre la diversidad a nivel funcional y el funcionamiento ecosistémico, que probablemente no se puede generalizar para todos los ecosistemas. Vale la pena mencionar que este estudio se encuentra enmarcado dentro del Global Litter International Decomposition Experiment Project, una investigación comparada a nivel mundial que se realizó con el objetivo de definir el papel funcional de la fauna edáfica dentro del proceso de descomposición en distintos ecosistemas.

Materiales y Métodos

Se seleccionó un área de bosque nublado altoandino en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental, conocida como falla de Bogotá, localizada al occidente de la Sabana de Bogotá (Fig. 1). Es una franja entre 2.600 y 2.800 msnm y comprende bosque continuo de más o menos 80 km de longitud. La escogencia se realizó con base en estudios previos en el área (Caro 2002; Varela 2004) que permitieron conocer algunos aspectos de su diversidad y funcionamiento. En general, el área de estudio se caracteriza por presentar un clima frío semihúmedo, con temperatura anual que varía entre 6-15°C, humedad relativa promedio de 90%, precipitación mensual promedio en el rango de los 1.000-2.000 mm, con patrón bimodal, siendo los meses lluviosos abril-mayo y octubre-noviembre (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2004). Predominan allí los suelos del orden de los Andisoles e Inceptisoles, de tipo Andic Humitropept y Typic Distrandept (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1985). El bosque es alto semi-abierto con abundancia de epífitas (criptógamas, bromelias y orquídeas) y el sotobosque es medianamente denso; está dominado por *Weinmannia* L., *Chusquea scandens* Kunth, *Palicourea angustifolia* Kunth, *Hedyosmum bonplandianum* Kunth, *Miconia* spp., *Fucsia boliviana* Carr. (Mendoza 1999; Caro 2002).

El área del bosque tiene una inclinación entre 10° y 15°. El estudio se hizo entre diciembre de 2001 y diciembre de 2002, mediante el montaje de un experimento de descomposición, usando el método de confinamiento del material a descomponer en bolsas de malla de fibra de vidrio, de 20x20 cm con un tamaño de poro de 1,5 mm. Cada bolsa contenía 10 g de hojarasca de una gramínea (*Agropyron cristatum* (L.) Garent.) previamente secados al aire durante una semana y esterilizados con radiación gama durante 1 h, con el fin de eliminar los microorganismos propios del material vegetal. Se utilizó esta especie de planta, como material estándar para poder realizar posteriormente comparaciones con los experimentos de descomposición montados simultáneamente en otros bosques alrededor del mundo.

En el área de estudio se colocaron 24 bolsas, ubicadas mediante la selección al azar de un par de coordenadas, con un mínimo de 100 m de distancia del borde del bosque, 12 bolsas para la hojarasca tratamiento (hojarasca con 10 g de naftalina) y, 12 para control (hojarasca solamente). La naftalina ha sido

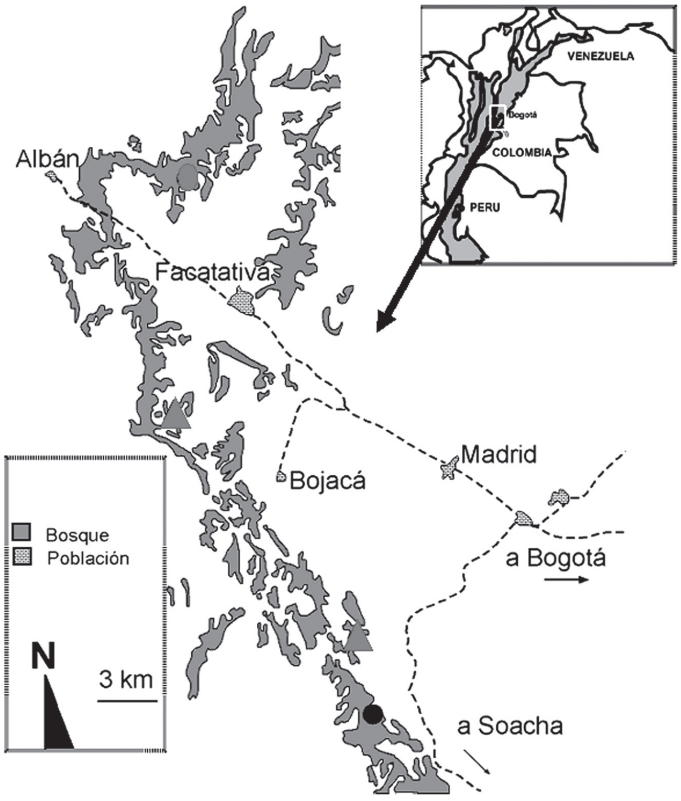


Figura 1. Localización geográfica del sitio de estudio dentro de la franja de bosque continuo.

usada en otros trabajos para disuadir la entrada de artrópodos a las bolsas de descomposición (Seastedt y Crossley 1983; Heneghan *et al.* 1999b). La distancia entre las bolsas estuvo entre 15 y 20 m. Se recogieron al azar cuatro bolsas del tratamiento y cuatro del control en los períodos definidos previamente: 60, 120 y 365 días después de colocadas. Las bolsas se limpiaron de las partículas de suelo adheridas, raíces y cualquier otro material extraño y se empacaron en bolsas plásticas selladas, para ser llevadas al laboratorio.

El contenido de cada bolsa se colocó en un embudo Tullgreen para extraer la edafofauna asociada (Bater 1996), dejando las muestras durante cinco días. Se determinó la abundancia de la fauna extraída y esta se conservó en alcohol al 95% en recipientes de vidrio. Posteriormente se identificaron al menor nivel taxonómico posible y se clasificaron en los grupos funcionales microdetritívoros, depredadores, transformadores de hojarasca, fitófagos e ingenieros del ecosistema, de acuerdo con Faber (1991), Coleman y Crossley (1996), Lavelle (1997) y Brussaard (1998). La diversidad de los grupos funcionales para cada período de muestreo se calculó con base en la dominancia usando el índice de Simpson y la equidad, utilizando el índice de Shannon. Adicionalmente se determinó la riqueza usando el índice alfa de Fisher (Magurran 2004).

Posteriormente a la extracción, la hojarasca de cada bolsa se secó a 80°C por 48 h y fue pesada para calcular el porcentaje de descomposición por diferencia entre el peso seco inicial y el peso seco final de la hojarasca (Ilangovan y Paliwal 1996). Para el peso inicial y final se utilizó una balanza con 0,0001 g de precisión. La calidad de la hojarasca inicial y final se determinó por la relación C:N. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Bogotá), donde se determinó la cantidad de carbono por espectrofotometría de absorción infrarroja y de nitrógeno mediante espectrofotometría por conductividad térmica (Skoog y West 1983). Se tomaron los datos de precipitación y temperatura ambiental durante el experimento de descomposición registrados en la estación climática Acapulco, la más cercana al área de estudio (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2004).

La comparación de los porcentajes de descomposición entre el tratamiento y el control, y entre períodos de muestreo, se realizó mediante un análisis de varianza de doble vía (Sokal y Rohlf 2001) con el programa Statistica 5.5 (Statsoft, Inc. 2000). Las relaciones entre la abundancia de la fauna edáfica y la precipitación y la temperatura ambiental se determinaron con un análisis de correlación por rangos de Spearman (Siegel y Castellan 1995) con el programa Statistica 5.5 (Statsoft Inc. 2000). La diversidad entre las tres etapas de muestreo se comparó con base en la técnica de remuestreo de Bootstrap, con el fin de establecer los intervalos de confianza del 95% (Magurran 2004).

Resultados y Discusión

Los registros de las condiciones climáticas durante la época de muestreo mostraron que la temperatura estuvo alrededor de los 13ºC, con pocas variaciones a lo largo del año. La precipitación exhibió dos períodos altos (enero-abril y octubre-diciembre) y un período bajo o más seco (mayo-agosto). Este es el comportamiento típico de ambos factores climáticos en la región de estudio.

Se extrajeron 511 artrópodos de los cuales el 61% provinieron de la hojarasca control y el 38% de la hojarasca tratamiento. Los ejemplares fueron identificados hasta el nivel de orden y fueron clasificados en los diferentes grupos funcionales definidos (Tabla 1). El número de individuos extraídos de la hojarasca disminuyó con el tiempo: 225 individuos a los 60 días (225 en el control y 0 en el tratamiento), 179 a los 120 días (110 en el control y 69 en el tratamiento) y 83 a los 365 días (51 en el control y 32 en el tratamiento) (Tabla 1). De acuerdo con Lavelle *et al.* (1995) los artrópodos del suelo tienden a disminuir en número cuando los suelos son ácidos, como en este caso en donde el pH del suelo es cercano a 5,0 (González *et al.* 1999), pero su disminución es más marcada debido a la presencia de material vegetal de baja calidad. Esto puede explicar por qué se encontraron pocos individuos de fauna edáfica en los diferentes muestreos. Además es posible

Tabla 1. Abundancia relativa de los artrópodos de la hojarasca encontrados en cada uno de los tratamientos, con su respectiva identificación y asignación a grupos los funcionales.

Grupo funcional	Orden	Tiempo de descomposición (días)	Abundancia en la hojarasca control	Abundancia en la hojarasca tratamiento
Detritívoros	Acarina	60	44	0
	Collembola	60	19	0
Transformadores de hojarasca	Coleoptera	60	93	0
	Polydesmida	60	9	0
Herbívoros	Lepidoptera	60	25	0
	Diptera	60	21	0
Depredadores	Aranae	60	14	0
Detritívoros	Acarina	120	95	38
	Collembola	120	5	9
Transformadores de hojarasca	Coleoptera	120	7	4
	Polydesmida	120	2	5
	Isopoda	120	1	8
Herbívoros	Diptera	120	1	2
Depredadores	Aranae	120	0	2
	Pseudoescorpiones	120	0	1
Detritívoros	Acarina	365	40	28
	Collembola	365	4	0
Transformadores de hojarasca	Coleoptera	365	1	0
	Glomerida	365	1	0
Herbívoros	Diptera	365	2	2
	Orthoptera	365	2	0
Depredadores	Pseudoescorpiones	365	0	2
Ingenieros del ecosistema	Hymenoptera	365	1	0

considerar que la naftalina colocada en las bolsas tratamiento pudo tener un efecto disuasivo sobre la fauna edáfica también en las bolsas control, debido al fuerte olor que despide. Respecto a estos resultados igualmente hay que tener en cuenta que la naftalina no logró evitar por completo el ingreso de la fauna edáfica a las bolsas, sino sólo al comienzo del experimento. A los 120 y 365 días sólo se logró disuadir su ingreso en un 38%. Esto hace suponer que los resultados no permiten definir con seguridad el efecto de la fauna edáfica en el proceso de descomposición, que se requiere un cambio más frecuente de la naftalina, por ejemplo cada mes, para mantener su efecto y que se tendría una mejor aproximación con un sustrato nativo del bosque.

Haciendo ya referencia a la clasificación en grupos funcionales, los grupos con mayor abundancia tanto en la hojarasca control como en la de tratamiento, fueron los detritívoros y los transformadores de hojarasca. Dicho resultado podría variar si se utiliza hojarasca propia del bosque y sería importante evaluarlo posteriormente. Sin embargo, hay que resaltar que este es uno de los pocos trabajos que hay en Colombia con el enfoque de grupos funcionales. Los pocos estudios que han abordado el componente de la edafofauna desde el punto de vista funcional, han mostrado que la mayoría de ésta corresponden a los omnívoros y, en menor medida, a los depredadores y saprófagos (Amat y Soto 1988) o a los fitófagos (Quijano *et al.* 2000). El grupo de los omnívoros fue el más abundante en la cobertura bajo bosque en el Caquetá, según los autores, debido a que son los que más contribuyen en los procesos de circulación de nutrientes (Quijano *et al.* 2000) y, de acuerdo con esta descripción, en el presente caso este grupo sería equiparable al de los detritívoros. Esto sugiere que a mayor altitud, la proporción de los diferentes grupos puede cambiar y por tanto también su participación en el proceso de descomposición, entre otros procesos edáficos. Sin embargo hacen falta más estudios a nivel de grupos funcionales, incluso en gradientes altitudinales, para establecer estos cambios, pues en términos globales se sabe que la abundancia de la edafofauna disminuye con la altitud (Leaky y Proctor 1987).

La proporción de cada uno de los grupos cambió con el transcurso de la descomposición tanto para la hojarasca tratamiento como para la de control (Fig. 2). A los 120 días en la hojarasca control se redujo el número de grupos funcionales a dos, los detritívoros y los transformadores de hojarasca, mientras que el máximo de grupos funcionales correspondiente a todos los grupos establecidos para el estudio se encontró al final del experimento. El cambio temporal de la abundancia de artrópodos encontrado no coincide con el planteamiento inicial, según el cual se suponía un mayor número de grupos funcionales al comienzo del proceso de descomposición. Este planteamiento se hizo con base en los patrones de sucesión encontrados en otros estudios (Santos y Whitford 1981; Vreeken-Buijs y Brussaard 1996), en los cambios en la riqueza de especies de artrópodos que suceden con el tiempo (Osler *et al.* 2004) y en las modificaciones en la calidad del sustrato durante el proceso de descomposición de la hojarasca (Lagerlöf y Andrén 1985; Siepel 1990). La disminución de los grupos funcionales a los 120 días es difícil de explicar a la luz de los resultados encontrados. Podría deberse a características climáticas y edáficas del área de estudio como pH ácido, bajas temperaturas durante el año y alta humedad ambiental, factores que pueden reducir la abundancia, riqueza y actividad de la fauna edáfica en general. De esta manera, sólo cuando la calidad del sustrato mejora por acción de los microorganismos, estos y el sustrato en el que se encuentran ofrecen mejores fuentes de alimento que favorecen la aparición de otros grupos de artrópodos. Sin embargo, también es necesario considerar el efecto que pudo tener la hojarasca no nativa utilizada, por lo cual es necesario realizar experimentos de descomposición con mezclas de esta, con el objeto de establecer con certeza el patrón de cambio temporal en la abundancia de artropofauna encontrada.

La contribución del grupo ingenieros del ecosistema al proceso de descomposición fue baja ya que sólo se encontraron, y en baja cantidad en el último muestreo (Fig. 2). La abundancia de las lombrices dentro de este grupo funcional en particular puede ser baja debido a la altitud del sitio de estudio, como lo sugieren Leaky y Proctor (1987) o podría responder a las características de la hojarasca de la gramínea no nativa usada. Por otra parte, ya que la artropofauna ingresó a las bolsas de descomposición después del segundo muestreo, es posible que mientras más tiempo dure el experimento de descomposición sea necesario adicionar con mayor frecuencia naftalina, para mantener los niveles del compuesto que permiten disuadir a la fauna de ingresar a las bolsas con hojarasca. Sin embargo, en algunos trabajos como el de Heneghan *et al.* (1999b) se ha sugerido que este método es más eficiente que el uso de malla con un tamaño de poro reducido para impedir la participación de la fauna edáfica en la descomposición. Por tanto, para posteriores evaluaciones se sugiere utilizar una combinación de métodos físicos y químicos de exclusión, sobre todo teniendo en cuenta que en el presente estudio se observaron pequeñas perforaciones en algunas de las bolsas de malla usadas en el experimento.

Con base en la comparación de los intervalos de confianza, la riqueza de los grupos funcionales (índice alfa de Fisher), la

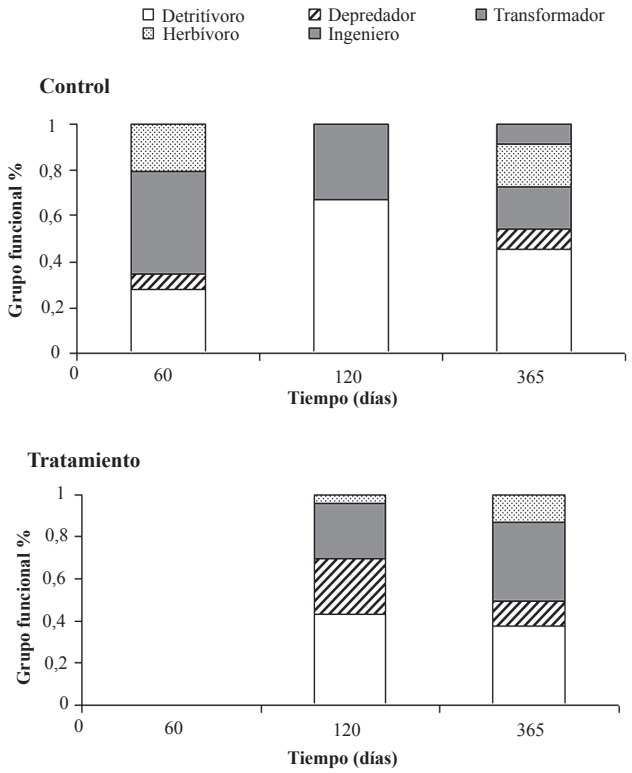


Figura 2. Proporción de los distintos grupos funcionales de la hojarasca control y tratamiento a los 60, 120 y 365 días de descomposición.

dominancia y la equidad no fueron distintas entre la hojarasca tratamiento y la control (Fig. 3). Aunque el anterior resultado pudiera ser lógico debido a la ausencia de una exclusión efectiva de los artrópodos del experimento de descomposición, que no permitió establecer una clara diferencia de las abundancias de los artrópodos entre la hojarasca tratamiento y control, el resultado no necesariamente debería ser el mismo para otros atributos como la riqueza y diversidad de los artrópodos. No obstante, como se muestra en la Tabla 1, se encontraron prácticamente los mismos órdenes de artrópodos en los dos tipos de hojarasca, lo que soporta los resultados de diversidad y riqueza. Los resultados sugieren que para este bosque altoandino, con el método usado, la fauna edáfica no juega un papel tan relevante en la determinación del porcentaje de descomposición, como se había supuesto, al menos en la primera etapa del proceso. Esto se basa en que la artropofauna se vio reducida en un 100% a los 60 días de montado el experimento en la hojarasca tratamiento, mientras que el porcentaje de descomposición en este mismo período fue de 46,67 ± 1,17, muy similar a la control (46,45 ± 1,29), etapa en la que se presenta la pérdida de peso más importante del material. Estos resultados no eran los esperados por cuanto se suponía que la fauna edáfica cumple una función importante en procesos que se dan al nivel del suelo, como la descomposición de la material orgánico (Liiri *et al.* 2002), existiendo evidencia de que en su ausencia la descomposición se ve reducida (Santos y Whitford 1983b). Sin embargo, esta suposición se basa en al generalización de su papel, con base en estudios de ecosistemas de zona templada (Heneghan *et al.* 1999b) o en ambientes extremos o perturbados (Santos y Whitford 1983b; Blair y Crossley 1988). Hasta hace pocas décadas se comenzaron a explorar otros ecosistemas como los tropicales, pero los estudios se han centrado en ecosistemas de tierras bajas, cercanos al nivel del mar (Heneghan *et al.* 1999a) o en experimentos de microcosmos (Liiri *et al.* 2002; Cortet *et al.* 2003; Heemsbergen *et al.* 2004). Uno de los primeros planteamientos de que los artópodos y los microorganismos tenían mayores implicaciones en la determinación de las tasas de descomposición de la materia orgánica que los factores climáticos, en los ecosistemas tropicales, fue propuesta por Lavelle *et al.* (1993). De todos modos, hasta el momento prácticamente no se conocen estudios que hayan tratado de probar este planteamiento. En los ecosistemas de alta montaña el proceso de descomposición es lento y puede no responder como se espera, por las condiciones particulares del suelo (acidez) y de la hojarasca (de baja calidad), baja temperatura constante y humedad alta debida a la presencia casi constante de neblina. En este sentido el porcentaje de descomposición encontrado fue bajo, como se esperaba.

Los porcentajes de descomposición se aprecian en la Figura 4 y no fueron diferentes entre la hojarasca control y la tratamiento ($F = 2,52$, $P = 0,10$). Por el contrario, se apreciaron diferencias entre los períodos de muestreo ($F = 103,75$, $P = 0,001$) con respecto a la descomposición, siendo los tres períodos distintos entre sí ($F = 9,68$, $P = 0,001$). Sin embargo, no se encontró interacción entre los tratamientos y el tiempo de muestreo ($F = 1,09$, $P = 0,35$). El encontrar diferencias entre los distintos períodos muestreados entre la hojarasca tratamiento y control indicaría un efecto de la fauna edáfica sobre el proceso; pero la abundancia de la fauna no varió con el tiempo ($F = 1,39$, $P = 0,27$) y por lo tanto no habría una etapa del proceso en el que la fauna tuviera una mayor incidencia en la determinación de la velocidad de descomposición.

En general, el porcentaje de descomposición al final del experimento (365 días) fue alrededor del 60%. Este porcentaje es relativamente alto si se tiene en cuenta que la hojarasca utilizada no es nativa del sitio de estudio y que en un experimento de descomposición en este mismo sitio fue, en promedio, del 55% después de 365 días (Varela 2004). En este último experimento se utilizó una mezcla de hojarasca nativa del bosque y no una gramínea no nativa, lo que puede hacer diferir los porcentajes de descomposición, ya que esta última puede contener una menor concentración de polifenoles y otros compuestos complejos que la hojarasca nativa, las cuales normalmente retardan las tasas de descomposición como lo han mencionado algunos autores (Kuiters 1990). A pesar de esto se utilizó hojarasca no nativa, ya que al ser este un estudio comparativo permite explorar el papel de la edafofauna en

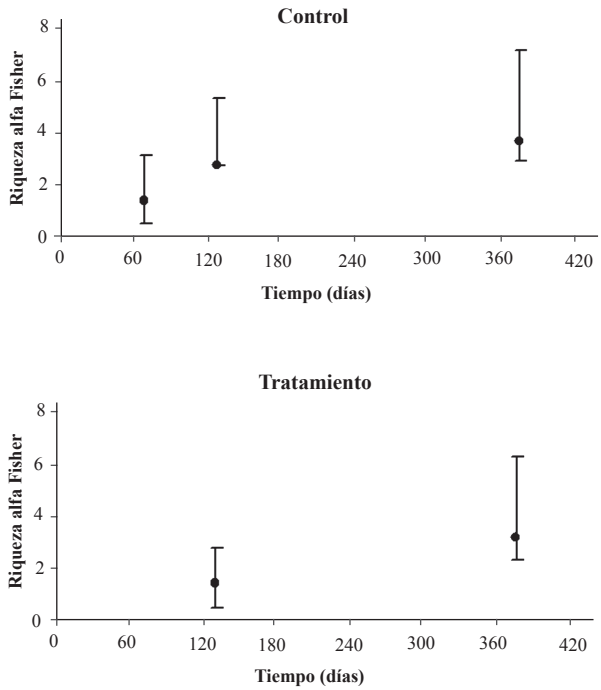


Figura 3. Valores del índice de alfa de Fisher de los grupos funcionales de artrópodos de la hojarasca control, con los respectivos intervalos de confianza.

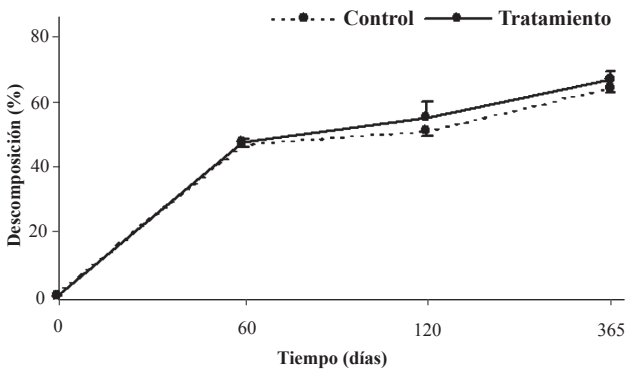


Figura 4. Porcentaje de descomposición de la hojarasca tratamiento y control en los diferentes períodos de estudio.

el proceso de descomposición, y se plantea la necesidad de realizar un experimento similar con hojarasca nativa.

La relación C:N inicial de la hojarasca fue de 31,70 en promedio, la cual es similar a la de la hojarasca nativa (C:N = 37 en promedio), usada en experimentos de descomposición previos realizados en este mismo sitio (Varela 2004). Esta relación fue un poco más baja que al final del experimento, lo que sugiere la predominancia de procesos de inmovilización sobre los de mineralización por parte de la microbiota edáfica (Swift *et al.* 1979; Lambers *et al.* 1998). Dicha predominancia normalmente ocurre cuando la calidad del recurso a descomponer es muy baja para los microorganismos, siendo la calidad inicial más adecuada entre 15 y 25 (Anderson y Swift 1983). De esta manera, un sustrato con bajas cantidades de nitrógeno se descompone lentamente, como se encontró en este estudio, debido en parte a que el nitrógeno es un nutriente clave para el metabolismo microbiano, a menos que haya una adición de nitrógeno que satisfaga las necesidades microbianas de los microorganismos libres y en asociación mutualista con la fauna edáfica.

La calidad del sustrato al final del proceso de descomposición, medida en términos químicos como la relación C:N, fue en promedio 27,6 para la hojarasca control y 24,6 para la hojarasca tratamiento. Aunque esta diferencia no fue significativa ($U = 0,41$, $P > 0,05$) indica una tendencia a que la hojarasca control sea de mayor calidad, debido a una menor utilización del nitrógeno, lo que podría sugerir una reducción en la actividad microbiana por efecto de la naftalina. No obstante, la ausencia de diferencias en la calidad final de la hojarasca en descomposición está acorde con los resultados encontrados en cuanto a los porcentajes de descomposición de la hojarasca, que tampoco fueron significativamente distintos entre la hojarasca tratamiento y la control e indica que no habría efectos sobre la mineralización del C y N de la hojarasca. Esto también concuerda con resultados experimentales de dos bosques tropicales y uno templado, en los que una reducción de la comunidad de microartrópodos con naftalina no tuvo efectos drásticos en la mineralización del C y N de la hojarasca (Heneghan *et al.* 1999a).

Los cambios en la temperatura no se relacionaron con la abundancia de los grupos funcionales de fauna edáfica ($r^2 = -0,15$, $P = 0,63$), probablemente porque los cambios en los primeros fueron poco marcados (estuvieron entre 12,3-12,6°C), mientras que la abundancia varió entre cero y 13 individuos. A pesar de las diferencias en la cantidad de precipitación entre distintas épocas (141 a 401 mm mensuales), ésta tampoco se relacionó con la abundancia de los grupos funcionales de edafofauna ($r^2 = -0,09$, $P = 0,40$); probablemente debido a la alta humedad prevaleciente durante todo el año por la entrada de agua en forma de neblina en este tipo de bosque. Cambios en la precipitación como los observados, no generan efectos en la abundancia de los artrópodos como sí se ha reflejado en estudios en ecosistemas con periodos estacionales de lluvias muy marcados tales como los bosques secos subtropicales y deciduo tropical (Levings y Windsor 1985; Castellanos *et al.* 2003) o en bosques templados que involucran muestreos entre estaciones (Santos y Whitford 1981; Santos y Whitford 1983a, b; Cepeda 2006). Adicionalmente, es posible que a otro nivel, las condiciones microclimáticas del suelo y de la hojarasca sí tuvieran alguna relación con la abundancia de la fauna que participa en el proceso.

Los resultados aquí encontrados permiten proponer que en el proceso de descomposición de la hojarasca, en este tipo de ecosistema, la fauna edáfica tiene un papel menos relevante del que se había considerado en principio (Seastedt 1984; Verhoef y Brussard 1990); advirtiendo, eso si, que el uso de hojarasca no nativa pudo reducir la participación de la edafofauna en el proceso. Esto no significa que la edafofauna pueda ser reducida o eliminada sin consecuencias para éste y otros aspectos funcionales del ecosistema, sino que por el contrario, se debe seguir investigando en éste y otros ecosistemas tropicales, particularmente los de montaña, sobre todo con hojarasca propia del bosque. Este trabajo es uno de los primeros para bosques nublados que abordan la diversidad funcional de la fauna edáfica y su relación con procesos ecosistémicos como la descomposición de materia orgánica, por lo cual sirve de base a estudios encaminados a ratificar o refutar los resultados aquí encontrados. Además, el trabajo sirve para definir el papel de la fauna edáfica en diferentes ecosistemas usando gradientes altitudinales. De esta manera, se pueden proponer nuevos enfoques de investigación acerca del papel de los artrópodos en este tipo de procesos ecosistémicos y establecer la importancia de las implicaciones que podría tener la reducción de la diversidad a este nivel en ecosistemas no intervenidos y en los agrosistemas adyacentes, en términos de la regulación de poblaciones de artrópodos y de microorganismos y de los ciclos de nutrientes (particularmente de nitrógeno) en el suelo.

Conclusiones

En este bosque nublado la descomposición, a los 60 días, de la hojarasca utilizada, no se vio afectada como proceso en sí cuando se redujo la participación de la fauna edáfica. Sin embargo, queda por explorar la posibilidad de establecer los efectos de la ausencia de edafofauna en etapas posteriores del proceso, dado que el uso de la naftalina la excluyó por completo sólo en los primeros meses y, el efecto de dicha exclusión sobre la descomposición utilizando hojarasca nativa del bosque no ha sido estudiada. Con respecto a los factores ambientales, la temperatura y precipitación no parecen afectar la abundancia de la fauna edáfica, por lo que sería necesario explorar estas mismas pero a nivel de microclima de la hojarasca y suelo u otras variables como la calidad de la hojarasca.

Asimismo, la diversidad de grupos funcionales de la fauna edáfica que participa en el proceso no cambió sustancialmente a lo largo del proceso de descomposición, posiblemente debido al método usado para la exclusión de la fauna. De esta manera, se aporta evidencia preliminar acerca de la implicación que tiene la diversidad funcional de la fauna edáfica en el proceso de descomposición de hojarasca en el bosque nublado estudiado. El papel de dicha diversidad sería menor que el propuesto en otros estudios, en el sentido de no encontrarse porcentajes de descomposición significativamente diferentes cuando se excluye del proceso con respecto a cuando no (primera etapa de descomposición). Además, deja entrever una reducción de parte de la macrofauna edáfica (particularmente lombrices) a estas altitudes, por lo cual se plantea el interrogante de cómo es la variación con la altitud, de los diferentes grupos funcionales de fauna edáfica y su relación con ciertos procesos claves en el funcionamiento de los ecosistemas. Por tanto, desde el punto de vista de la funcionalidad de los ecosistemas, es importante seguir explorando los mecanismos que mantienen los distintos procesos y el efecto que la pérdida de diversidad podría tener sobre estos, mediante experimentos controlados y mediante la modelación de dichos procesos usando datos empíricos.

Agradecimientos

Agradecemos a la National Science Foundation por la financiación parcial de este estudio y en particular a Diana Wall por permitirnos participar en el proyecto Global Litter Invertebrate Decomposition Experiment (GLIDE). A la Pontificia Universidad Javeriana y en particular al Laboratorio de Ecología Funcional del Departamento de Biología por el apoyo logístico. Finalmente a los dos revisores, quienes realizaron sugerencias y comentarios que permitieron mejorar el escrito.

Literatura Citada

ADAMS, G. A.; WALL, D. 2000. Biodiversity above and below surface of soils and sediments: linkages and implications for global change. BioScience 50 (12): 1043-1048.

AMAT, G.; SOTO, L. 1988. Efectos del uso actual del suelo sobre la macrofauna edáfica en la región del Guëjar (Reserva Natural Integral La Macarena, Meta). Pérez-Arbelaezia 2 (6-7): 44-67.

ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. 1983. Decomposition in tropical forest, pp. 547-569. En: Sutton, S. L.; Whitmore, T. C.; Chadwick, A. C. (eds.). Tropical rain forest: ecology and management. Elsevier. New York, U.S.A. 714 p.

BATER, J. E. 1996. Micro- and Macro-arthropods, pp. 163-174. En: Hall, G. S. (ed.). Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments. Cab International. United Kingdom. 307 p.

BLAIR, J. M.; CROSSLEY, D. A., Jr. 1988. Litter decomposition, nitrogen dynamics and litter microarthropods in a southern Appalachian hardwood forest 8 years following clearcutting. Journal of Applied Ecology 25: 683-698.

BRUSSAARD, L. 1998. Soil fauna, guilds, functional groups and ecosystem processes. 1998. Applied Soil Ecology 9: 123-135.

BRUSSAARD, L.; BEHAN-PELLETIER, V. M.; BIGNELL, D. E.; BROWN, V. K.; DIDDEN, W. A. M.; FOLGARAIT, P. I.; FRAGOSO, C.; FRECKMAN, D. W.; GUPTA, V. V. S. R; HATTORI, T.; HAWKSWORTH, D.; KLOPATEK, C.; LAVELLE, P.; MALLOCH, D.; RUSEK, J.; SÖDERSTRÖM, B.; TIEDJE, J. M.; VIRGINIA, R. A. 1997. Biodiversity and ecosystem functioning in soil. Ambio 26: 563-570.

CARO, O. 2002. Análisis comparativo de la estructura y composición de la vegetación entre áreas de bosque andino fragmentado y no fragmentado en el borde suroccidental de la Sabana de Bogotá (Cundinamarca-Colombia). Trabajo para obtener el título de Ecóloga. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C. 91 p.

CARRIZOZA, U. J. 1990. La selva Andina, pp. 151-184. En: Carrizoza, U. J.; Hernández, C. (eds.). Selva y Futuro. El Sello Editores. Bogotá, Colombia.

CASTELLANOS, M. L.; PARDO, L. C.; CARABALÍ, A.; DORIA, C. 2003. Algunas características de la macrofauna del suelo en la Serranía de la Macuira, Guajira, Colombia. Suelos Ecuatoriales 33 (2): 157-161.

CAVELIER, J.; LIZCAÍNO, D.; PULIDO, M.T. 2001. Colombia, pp. 443-496. En: Kapelle, M.; Brown, A. D. (eds.). Bosques nublados del Neotrópico. INBio, FUA, NC-UICN, UvA, LIEY. San José. Costa Rica. 698 p.

CEPEDA, J. 2006. Distribución altitudinal de microartópodos edáficos, pp. 123-147. En: Cepeda, J. (ed.). Geoecología de los Andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui. Ediciones Universidad de La Serena. Santiago de Chile, Chile. 351 p.

COLEMAN, D.; CROSSLEY, D. A., Jr. 1996. Fundamentals of soil ecology. Academic Press. San Diego, U.S.A. 205 p.

CORTET, J.; JOFFRE, R.; ELMHOLT, S.; KROGH, H. P. 2003. Increasing species and trophic diversity of mesofauna affects fungal biomass, mesofauna community structure and organic matter decomposition. Biology and Fertility of Soils 37 (5): 302-312.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Fisicoquímicas y Naturales 10 (2): 221-264.

DUFFY, J. E. 2002. Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. Oikos 99: 201-219.

FABER, J. H. 1991. Functional classification of soil fauna: a new approach. Oikos 62 (1): 110-117.

FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology and Systematics 34: 487-515.

GONZÁLEZ, X.; GONZÁLEZ, L.; VARELA, A. 1999. Incidencia de la cobertura vegetal sobre poblaciones de bacterias nitrificantes autótrofas en un fragmento de bosque andino. Suelos Ecuatoriales 29 (1): 83-88.

GROFFMAN, P. M.; BOHLEN, P. J. 1999. Soil and sediment biodiversity: cross-system comparisons and large-scale effects. BioScience 49: 139-148.

HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. 1995. The Puerto Rico Tropical Cloud Forest Symposium: Introduction and Workshop Synthesis, pp. 1-37. En: Tropical Montane Cloud Forest. Hamilton, L.S., J.O. Juvik; Scatena, F. N. (eds.). Springer-Verlag New York, Inc.

HECTOR, A.; SCHMID, B.; BEIERKUHNLEIN, C.; CALDEIRA, M. C.; DIEMER, M.; DIMITRAKOPOULOS, P. G.; FINN, J. A.; FREITAS, H.; GILLER, P. S.; GOOD, J.; HARRIS, R.; HÖGBERG, P.; HUSS-DANELL, K.; JOSHI, J.; JUMPPONEN, A.; KÖRNER, C.; LEADLEY, P. W.; LOREAU, M.; MINNS, A.; MULDER, C. P. H.; O'DONNOVAN.; OTWAY, S. J.; PEREIRA, J. S.; PRINZ, A.; READ, D. J.; SCHERER-LORENZEN, M; SCHULZE, E. D.; SIAMANTZIOURAS, A. S. D.; SPEHN, E. M.; TERRY, A. C.; TROUMBIS, A. Y.; WOODWARD, F. I.; YAHCI, S.; LAWTON, J. H. 1999. Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. Science 286: 1123-1127.

HEEMSBERGEN, D. A.; BERG, M. P.; LOREAU, M.; VAN HAL, J. R.; FABER, J. H.; VERHOEF, H. A. 2004. Biodiversity effects on soil processes explained by interspecific functional diversity. Science 306: 1019-1020.

HENEGHAN, L., COLEMAN, D. C., CROSSLEY, D. A.; ZOU, N. 1999a. Nitrogen dynamics in decomposing chesnut oak (*Quercus prinus* L.) in mesic temperate and tropical forest. Applied Soil Ecology 13: 169-175.

HENEGHAN, L., COLEMAN, D. C., ZOU, X., CROSSLEY, D. A., HAINES, B. L. 1999b. Soil microarthropod contributions to decomposition dynamics: Tropical-temperate comparisons of a single substrate. Ecology 80: 1873-1882.

HUSTON, M. A.; AARSSEN, L. W.; AUSTIN, M. P.; CADE, B. S.; FRIDLEY, J. D.; GARNIER, E.; GRIME, J. P.; HODGSON, J.; LAUENROTH, W. K.; THOMPSON, K.; VANDEMEER, J. H.; WARDLE, D. A. 2000. No consistent effect of plant diversity on productivity. Science 289: 1255.

ILANGOVAN, M.; PALIWAL, K. 1996. Changes in mass and nutrient during decomposition of *Leucaena leucocephala*

and *Cymbopogon* citrates and the effect of substrate quality, weather variables on mass loss during decomposition in a semi-arid ecosystem, Madurai, India. Journal of Tropical Forest Science 8 (3): 317-332.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2004. Datos de precipitación y temperatura estación Acapulco (No. 2120828). Bogotá, D.C. Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1985. Estudio general de suelos de los sectores sur y suroeste del Departamento de Cundinamarca. Subdirección Agrológica. Bogotá, D. E.

JOFFRE, R.; ÁGREN, G. 2001. From plant to soil: litter production and decomposition, pp. 83-99. En: Roy, J.; Saugier, B.; Mooney, H. A. (eds.). Global terrestrial productivity: past, present , future. Academic Press. San Diego. California. 237 p.

JOHNSON, K. H.; VOGT, K. A.; CLARK, H. J.; SCHMITZ, O. J.; VOGT, D. J. 1996. Biodiversity and the productivity and stability of ecosystems. Trends in Ecology and Evolution 11: 372-377.

KUITERS, A. T. 1990. Role of phenolic substances from decomposing forest litter in plant soil interactions. Acta Botany Neerlandica 39: 329-348.

LAGERLÖF, J.; ANDRÉN, O. 1985. Succession and activity of microarthropods and enchytraeids during barley straw decomposition. Pedobiologia 28: 343-357.

LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S.; PONS, T. L. 1998. Plant physiological ecology. Second edition. Springer-Verlag. New York, U.S.A. 540 p.

LAVELLE, P. 1997. Faunal activities and soil processes: adaptative strategies that determine ecosystem function. Advances in Ecological Research 27: 93-102.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S. 1993. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. Biotropica 25 (2): 130-150.

LAVELLE, P.; CAHUVEL, A.; FRAGOSO, C. 1995. Faunal activity in acid soils, pp. 201-211. En: Date, R. A.; Grundon, N. J.; Rayment, G. E.; Probert, M. E. (eds.). Plant-soil interactions at low pH: principles and management (developments in plant and soil sciences). Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 415 p.

LEAKY, R. J. G.; PROCTOR, J. 1987. Invertebrates in the litter and soil at a range of altitudes in Gunung Silam, a small ultrabasic mountain in Sabah. Journal of Tropical Ecology 3: 119-129.

LEVINGS, S. C.; WINDSOR, D. M. 1985. Seasonal and annual variation in litter arthorpod populations, pp. 355-387. En: Leigh, E. G.; Rand, A. S.; Windsor, D. M. The Ecology of a Tropical Forest: seasonal rythms and long-term changes. Smithsonian Institution Press. Washington, U.S.A. 432 p.

LIIRI, M.; SETÄLÄ, H.; PENNANEN, T.; FRITZE, H. 2002. Relationship between soil microarthropod species diversity and plant growth does not change when the system is disturbed. Oikos 96: 137-149.

LIU, W.; FOX, J.E.; XU, Z. 2000. Leaf litter decomposition of canopy trees, bamboo and moss in a montane moist evergreen broad-leaved forest on Ailao Mountain, Yunnan, south-west China. Ecological Research 15: 435-447.

MAGURRAN, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing. Malden, U.S.A. 256 p.

MELILLO, J. M., ABER, J. D.; MURATORE, J. F. 1982. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. Ecology 63: 621-626.

MENDOZA, J. E. 1999. Análisis multitemporal (1940-1996) del cambio de la cobertura vegetal en dos áreas del bosque suroccidental de la Sabana de Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Trabajo de grado como requisito parcial para optar por el título de Biólogo. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C. 128 p.

OSLER, G. H. R.; GAUCE, C. S.; ABBOTT, L. K. 2004. Limited evidence for short-term succession of microarthropods during early phases of surface litter decomposition. Pedobiologia 48: 37-49.

QUIJANO, S. A.; ALZATE, C. P.; CIPAGAUTA, M.; GÓMEZ, J. E. 2000. Comparación de la fauna edáfica asociada a diferentes coberturas vegetales en algunos ultisoles del Caquetá, Colombia. Suelos Ecuatoriales 30 (1): 93-98.

SANTOS, P. F.; WHITFORD, W. G. 1981. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chiauhuan desert ecosystem. Ecology 62: 654-663.

SANTOS, P. F.; WHITFORD, W. G. 1983a. Seasonal and spatial variation in the soil microarthropod fauna of the White Sands National Monument. The Southwestern Naturalist 28 (4): 417-421.

SANTOS, P. F.; WHITFORD, W. G. 1983b. The influence of soil biota on decomposition of plant material in a gypsum sand dune habitat. The Southwestern Naturalist 28 (4): 423-427.

SEASTEDT, T. R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. Annual Review of Entomology 29: 25-46.

SEASTEDT, T. R.; CROSSLEY, D. A., Jr. 1983. Nutrients in forest litter treated with naphthalene and simulated throughfall: a field microcosm study. Soil Biology and Biochemistry 15: 159-165.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. 1995. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Cuarta edición. Editorial Trillas. México, D. F., México. 437 p.

SIEPEL, H. 1990. Decomposition of leaves of *Avenella flexuosa* and microarthropod succession in grazed and ungrazed grasslands. Pedobiologia 34: 19-30.

SKOOG, D.A.; WEST, D. M. 1983. Análisis instrumental. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F., México. 718 p.

SOKAL, R. R., ROHLF, F. J. 2001. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Third edition, W.H. Freeman and Company. New York, U.S.A. 887 p.

STATSOFT, Inc. 2000. STATISTICA for Windows [computer program manual]. Tulsa, OK: Statsoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104.

SWIFT, M. J.; MEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell Scientific Publications. Oxford, U.S.A. 371 p.

VARELA, A. 2004. Efecto de la fragmentación sobre la producción y descomposición de hojarasca en bosque altoandino nublado: patrones, mecanismos y modelos. Tesis para optar al título de Doctora en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. 330 p.

VERHOEF, H. A.; BRUSSARD, L. 1990. Decomposition and nitrogen mineralization in natural and agroecosystems: the contribution of soil animals. Biogeochemistry 11: 175-211.

VREEKEN-BRUIJS, M. J.; BRUSSAARD, L. 1996. Soil mesofauna dynamics, wheat residue decomposition and nitrogen mineralization in buried litter bags. Biology and Fertility of Soils 23: 374-381.

WALL, D. H. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning. BioScience 49: 107-108.

WALL, D. H.; VIRGINIA, R. A. 1999. Controls on soil

biodiversity: insights from extreme environments. Applied Soil Ecology 13: 137-150.

WALL, D. H.; VIRGINIA, R. A. 2000. The world beneath our feet: soil biodiversity and ecosystem functioning, pp. 225-241. En: Raven, P. R.; Williams T. (eds.). Nature and human society: the quest for a sustainable world. National Academy of Sciences and National Research Council, Washington, D.C., U.S.A. 450 p.

WALL, D. H., BARDGETT, R. D., COVICH, A. P., SNELGROVE, P. V. R. 2004. The need for understanding how biodiversity and ecosystem functioning affect ecosystem services in soils and sediments, pp. 1-12. En: Wall, D. H. (ed.). Sustaining biodiversity and ecosystem services in soils and sediments. Island Press. Washington, D.C., U.S.A. 275 p.

WEBSTER, G. L. 1995. The panorama of neotropical cloud forests, pp. 53-78. En: Churchill, S. P.; Balslev, H.; Forero, E.; Luteyn, J. L. (eds.). Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. The New York Botanical Garden. New York, U.S.A. 702 p.

Recibido: 24-ene-2006 • Aceptado: 07-mar-2007

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 54-63 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9316

Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia

Diversity of diurnal butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) in Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia

LORENA RAMÍREZ RESTREPO[1,4], PATRICIA CHACÓN DE ULLOA[2], LUÍS MIGUEL CONSTANTINO[3]

Resumen. Entre marzo y agosto de 2004 se realizaron muestreos de mariposas diurnas con jama aérea y trampas Van Someren-Rydon, en seis zonas urbanas y una zona suburbana, que cubren aproximadamente 210,2 ha del municipio de Santiago de Cali, en el departamento del Valle del Cauca. El inventario aportó 193 especies, agrupadas en cinco familias, siendo Nymphalidae la de mayor riqueza (72 especies), seguida por Hesperiidae (67), Lycaenidae (28), Pieridae (19) y Papilionidae (siete). La riqueza promedio fue de 70,9 ± 24,4 especies, con un valor máximo en el Ecoparque del Río Pance (124), ubicado en la zona suburbana al sur de la ciudad, y un mínimo de 50 especies en el Parque del Amor, la localidad más cercana a la zona industrial de la ciudad. Se compara la riqueza y composición de especies entre las zonas verdes muestreadas. Para fomentar la presencia de estos insectos en la zona urbana, se proponen acciones concretas como siembra de plantas nutricias para larvas y adultos, y el establecimiento de fuentes de humedad permanente.

Palabras clave. Conservación. Lepidópteros. Parques recreativos. Ecología urbana.

Abstract. Between March and August 2005, diurnal butterflies were sampled with aerial nets and Van Someren-Rydon traps, in six urban zones and one suburban zone that cover approximately 210 ha of the municipality Santiago de Cali, in the department Valle del Cauca. The inventory recorded 193 species grouped in five families, Nymphalidae being the family with the greatest richness (72 species), followed by Hesperiidae (67), Lycaenidae (28), Pieridae (19) and Papilionidae (seven). The mean richness was 70.9 ± 24.4 species, with a maximum value at the Ecoparque del Río Pance (124), located in the suburban zone south of the city, and a minimum of 50 species at the Parque del Amor, the locality closest to the city's industrial zone. Richness and species composition are compared among the sampled green zones. To encourage the presence of these insects in the urban zone, concrete actions are proposed such as growing food plants for larvae and adults, and the establishment of permanent humidity sources.

Key words. Conservation. Lepidopterans. Recreational parks. Urban ecology.

Introducción

A pesar de que los asentamientos humanos se han convertido en la fuente de cambio en el uso de la tierra globalmente prevalente, la ecología urbana ha recibido relativamente poco énfasis entre los biólogos de la conservación (McKinney 2002; Ormerod *et al.* 2002). Según Miller y Hobbs (2002), esto se debe al enfoque tradicional de la investigación en la conservación de ecosistemas "naturales" para preservarlos y protegerlos de los asentamientos y actividades humanas. Este enfoque investigativo ha llevado a la carencia de información sobre cómo el uso del suelo afecta la diversidad biológica en general (Blair y Launer 1997).

La urbanización es una de las principales causas de pérdida del hábitat en el mundo; es una tendencia demográfica dominante y un componente importante de la transformación global del suelo. Poco menos de la mitad de la población mundial reside actualmente en las ciudades; esta cifra está proyectada a aumentar casi un 60% en los próximos 30 años (United Nations 1993). Entre las muchas actividades antrópicas que causan pérdida del hábitat, el desarrollo urbano produce unas de las mayores tasas de extinción local y frecuentemente elimina la gran mayoría de especies nativas (Vale y Vale 1976). A diferencia de otras formas de perturbación, donde los bosques se pueden regenerar con el paso del tiempo a través de la sucesión ecológica, la urbanización usualmente reemplaza irreversiblemente los hábitats naturales con artificiales persistentes (p. ej.: las ciudades), dando como resultado un impacto negativo de larga duración sobre la biodiversidad local (Pin Koh y Sodhi 2004).

La sociedad humana pronto se convertirá en una sociedad urbana (Robinson 1996). Colombia no es la excepción; los centros urbanos están experimentando un crecimiento acelerado a causa de diferentes problemáticas sociales. Santiago de Cali es la segunda ciudad con mayor tasa de crecimiento en América del Sur; en un lapso de 54 años (1938 a 1992), la población residente en Cali aumentó 19,5 veces, siendo esta la urbe con las tasas más altas de crecimiento demográfico en Colombia (Velásquez y Meyer 1994). Aun así, pocos estudios se han dedicado a identificar las especies animales que habitan en Cali y a comprender su distribución dentro del casco urbano.

Entre los animales más vistosos que habitan los ecosistemas urbanos, las aves y las mariposas ocupan lugares destacados (Ruszczyk 1986 (87)). Según Blair (1999), las mariposas son especialmente buenas indicadoras de los cambios de la diversidad de especies que ocurren con las transformaciones antrópicas del paisaje, y son excelentes indicadoras ecológicas del estado de la biota en cuanto a parámetros como biodiversidad o grados de intervención humana. La aparición de cualquier especie de mariposa es un indicador seguro de la presencia simultánea de otras especies de plantas (recursos alimenticios de la oruga y el adulto), animales (parásitos y depredadores) y un conjunto especial de factores ambientales (Salazar y Vélez 1991). Son sensitivas a cambios de temperatura, microclima, humedad y

1 Autor para correspondencia: Bióloga. Departamento de Biología. Universidad del Valle. A.A. 25360 Cali. *bioramirez@gmail.com*

2 Bióloga, Ph. D., Profesora. Departamento de Biología. Universidad del Valle. A.A. 25360 Cali. *pachacon@uniweb.net.com*

3 Entomólogo, Ms.C, Investigador Asociado Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafé. Chinchiná. *luismiguel.constantino@cafedecolombia.com*

4 Dirección actual: Instituto de Ecología A.C., Km. 2.5 carretera antigua a Coatepec 351, Congregación El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México.

nivel de luminosidad, parámetros que típicamente se alteran con la perturbación de un hábitat determinado (Constantino 1997). Diferentes investigaciones han demostrado que la riqueza de mariposas disminuye a medida que el grado de urbanización aumenta (Blair y Launer 1997; Hardy y Dennis 1999; Blair 1999; Brown y Freitas 2002), no solo porque la construcción de edificaciones y carreteras reemplace o reduzca el área de los hábitats naturales y seminaturales sino porque la calidad de los hábitats residuales se ve afectada por varias formas de polución (Hardy y Dennis 1999). El objetivo principal de este trabajo fue conocer las mariposas existentes en siete zonas verdes de Santiago de Cali. Se hizo énfasis en el casco urbano para facilitar la implementación de estrategias de educación ambiental, que promuevan la conservación de la biodiversidad en el municipio de Cali, teniendo en cuenta que las mariposas son insectos que brindan una visión más positiva de los invertebrados debido a su valor estético (Kellert 1993).

Materiales y Métodos

Área de estudio. El municipio de Santiago de Cali, de occidente a oriente, en sentido transversal, se extiende desde lo más escarpado de los Farallones de Cali, a 4.200 msnm, en la divisoria de aguas con el Océano Pacífico, hasta la llanura aluvial del Río Cauca a 995 msnm. Su temperatura promedio es de 23ºC. El área del municipio es de 589 km^2 de los cuales sólo el 22% corresponde al área urbana (Orozco 2003). De acuerdo con la clasificación de Holdridge, Santiago de Cali, entre las cotas de los 1.000 msnm en la zona plana del valle geográfico y los 1.300 msnm en el piedemonte del área rural, pertenece a la zona de vida bosque seco tropical (bs-T) (Espinal 1968). El medio urbano, ocupado por la cabecera y los asentamientos subnormales, es monocéntrico, con tendencia a la descentralización a partir de nodos urbanos como centros comerciales y núcleos de actividades institucionales y recreativas (Orozco 2003). En este estudio se incluyeron cuatro de los cinco Ecoparques de Cali, áreas municipales orientadas tanto a la protección y recuperación de los valores ambientales como al desarrollo de investigación, educación ambiental y recreación (Orozco 2003).

Teniendo en cuenta la facilidad de acceso y logística, se seleccionaron siete zonas verdes con extensiones entre 3,4 y 100 ha siendo el Ecoparque del Río Pance de localización suburbana y los seis restantes urbanos (Fig. 1). Los sitios de muestreo poseen además historias, prácticas de manejo y uso muy diferentes; en la Tabla 1 se describen la localización y principales características de cada zona verde. La distancia promedio entre los sitios de muestreo es de 10,6 ± 6,5 km (Tabla 2).

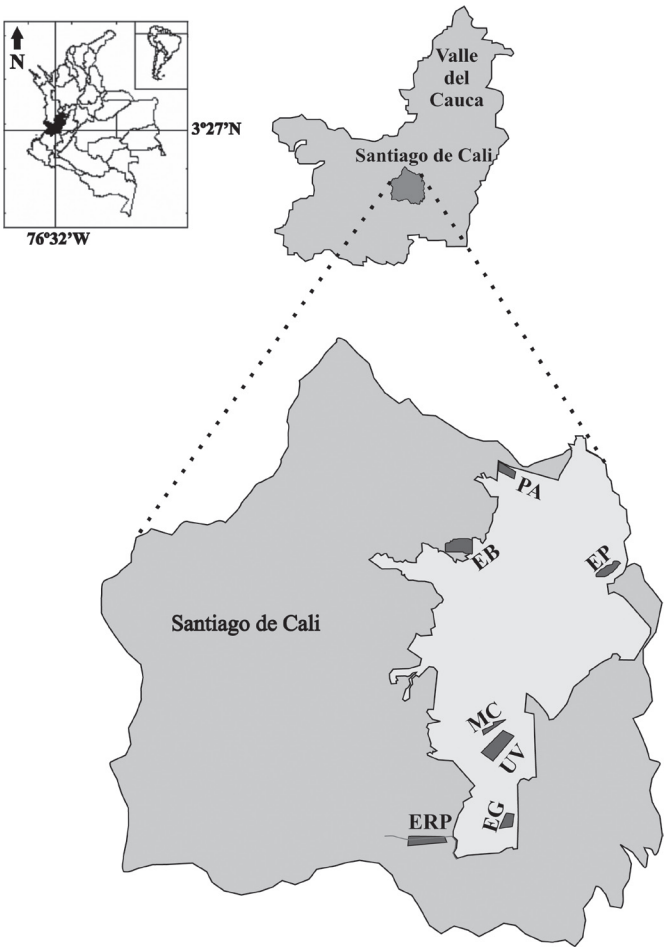


Figura 1. Mapa esquemático mostrando la ubicación de los sitios de muestreo en Santiago de Cali, la zona urbana corresponde al color claro y la oscura al área suburbana. Los conjuntos de letras señalan la localización de las zonas verdes así: **PA**: Parque del Amor. **EB**: Ecoparque Bataclán. **EP**: Ecoparque Pisamos. **MC**: Multicentro. **UV**: Univalle. **EG**: Ecoparque Lago de las Garzas. **ERP**: Ecoparque del Río Pance.

Inventario de mariposas. Durante seis meses (marzo - agosto de 2004), se llevaron a cabo colectas y censos visuales de mariposas. Cada sitio fue visitado cuatro veces durante la época seca y cuatro veces en temporada lluviosa, para un total de 55

Tabla 1. Características generales de los sitios de muestreo.

Zona verde	Localización	Área (ha)	Características generales	
			Físicas	Históricas
Ecoparque de Pance	3º 20' N, 76º 34' W Sur	72	Atravesado por río Pance. Vegetación abundante. Flores y hospederas.	Escenario principal de recreación, alta afluencia de personas.
Ecoparque Lago de las Garzas	3º 19' N, 76º 32' W Sur	4,7	Ecosistema lagunar artificial. Vegetación en regeneración. Gran cantidad de flores y hospederas.	Zona de reciente ocupación habitacional.
Univalle (Meléndez)	3º 22' N, 76º 31' W Sur	100	Campus universitario. Dos lagos artificiales. abundante vegetación, homogénea. Algunas plantas hospederas.	Creado hace 60 años. Poda frecuente, y control de hierbas y arbustos.
Parque de Multicentro	3º 22' N, 76º 32' W Sur	4,2	Al lado río Meléndez. Con zonas abiertas y poda frecuente. Algunas hospederas y nectaríferas.	Quebrada central desviada para uso comercial hace 25 años.
Ecoparque Písamos	3º 26' N, 76º 28' W Nororiente	3,4	Agricultura orgánica urbana. Cercano al río Cauca. Cultivos diversificados. Rodeado por canal de aguas negras.	Antigua hacienda, creado hace 25 años. Alta afluencia de personas.
Ecoparque Bataclán	3º 27' N, 76º 32' W Noroccidente	18	Piedemonte de cerro de la tres cruces. Fuerte erosión. Quebrada sin agua.	Zona minera (carbón) hasta 1994. Invasión subnormal desde 1987.
Parque del Amor	3º 29' N, 76º 31' W Norte	7,5	Poca vegetación arbustiva. Rodeado por canal de aguas sucias. Zonas de juego erosionadas.	Actividades recreativas y deportivas. Poda frecuente.

Tabla 2. Distancia lineal entre las zonas verdes muestreadas, valores de distancia en kilómetros (km). La distancia mínima corresponde a Univalle - Multicentro (1,2 km) y la máxima a Ecoparque Lago de las Garzas - Parque del Amor (18,0 km).

Zona verde	Ec. Garzas	Univalle	Multi-centro	Ec. Pisamos	Ec. Bataclán	P. del Amor
Ec. Pance	4,0	5,0	5,1	13,9	13,3	17,0
Ec. Garzas		4,6	5,5	13,2	14,6	18,0
Univalle			1,2	9,0	10,1	13,5
Multicentro				8,8	9,1	12,6
Ec. Pisamos					6,7	7,6
Ec. Bataclán						3,8

eventos de muestreo. El Ecoparque Bataclán fue muestreado siete veces. Las zonas verdes se recorrieron a paso lento, por senderos preexistentes, colectando y anotando las especies observadas. Los censos se realizaron preferiblemente entre las 10:00 y las 15:30 horas, dependiendo de la extensión del parque, para un total aproximado de 180 horas/persona.

Adicionalmente, se utilizaron dos trampas Van Someren-Rydon (Villarreal *et al.* 2004) de fabricación casera, cebadas con banano fermentado por una semana, ubicadas entre 1 y 3 m del suelo y a mínimo 50 m entre ellas, en zonas donde preferiblemente se presentara exposición parcial de rayos solares para favorecer la evaporación de los líquidos del cebo. Se registraron 192 horas/trampa. Las mariposas de interés se colectaron y sacrificaron ejerciendo presión digital en el tórax, para posteriormente ser transportadas en sobres de papel milano debidamente rotulados, en un recipiente plástico hermético.

Trabajo de laboratorio. Se colectaron, rotularon y montaron 551 mariposas según lo indicado en Borror *et al.* (1992). Los especímenes se determinaron utilizando las guías de García *et al.* (2002), LeCrom *et al.* (2002) y Valencia *et al.* (2005). La colección reposa en el Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MEUV), en la ciudad de Cali.

Análisis de datos. Las observaciones para cada zona de muestreo se organizaron como matrices de presencia-ausencia. Se generó una lista con todas las especies de mariposas encontradas en la ciudad, especificando los lugares y fechas de observación. Las curvas de acumulación de especies se obtuvieron con el programa EstimateS 6.0b1 (Colwell 2000) con 100 aleatorizaciones usando el estimador no paramétrico Jackknife de segundo orden (Jackknife 2) pues presentó las curvas más asintóticas. Para el análisis de similitud entre zonas verdes, se realizó un análisis de conglomerados con el programa PAST versión 1.34 (Hammer *et al.* 2001) utilizando el índice de Jaccard, por ser el de uso más extendido; este índice sólo tiene en cuenta la presencia de las especies sin hacer uso de valores de abundancia (Duque 2000); y el algoritmo de aglomeración de grupos pareados o ligamiento promedio por la media aritmética no ponderada (UPGMA). Por último se calcularon coeficientes de correlación de Pearson (*r*) entre el área de las zonas verdes y los valores de riqueza de especies tanto observados como estimados por Jackknife 2.

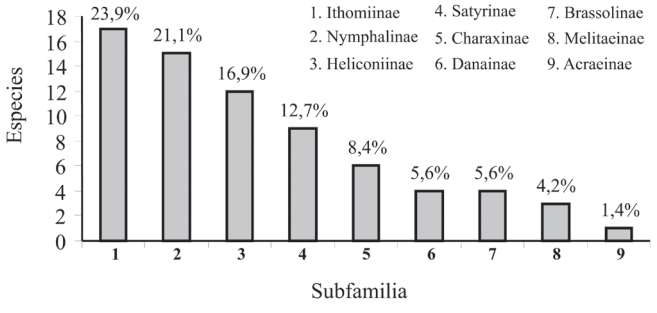


Figura 2. Número y porcentaje de especies por subfamilia de Nymphalidae.

Resultados

El inventario arrojó un total de 193 especies de mariposas (Apéndice), pertenecientes a dos superfamilias: Hesperioidea representada por una sola familia (Hesperiidae) y Papilionoidea

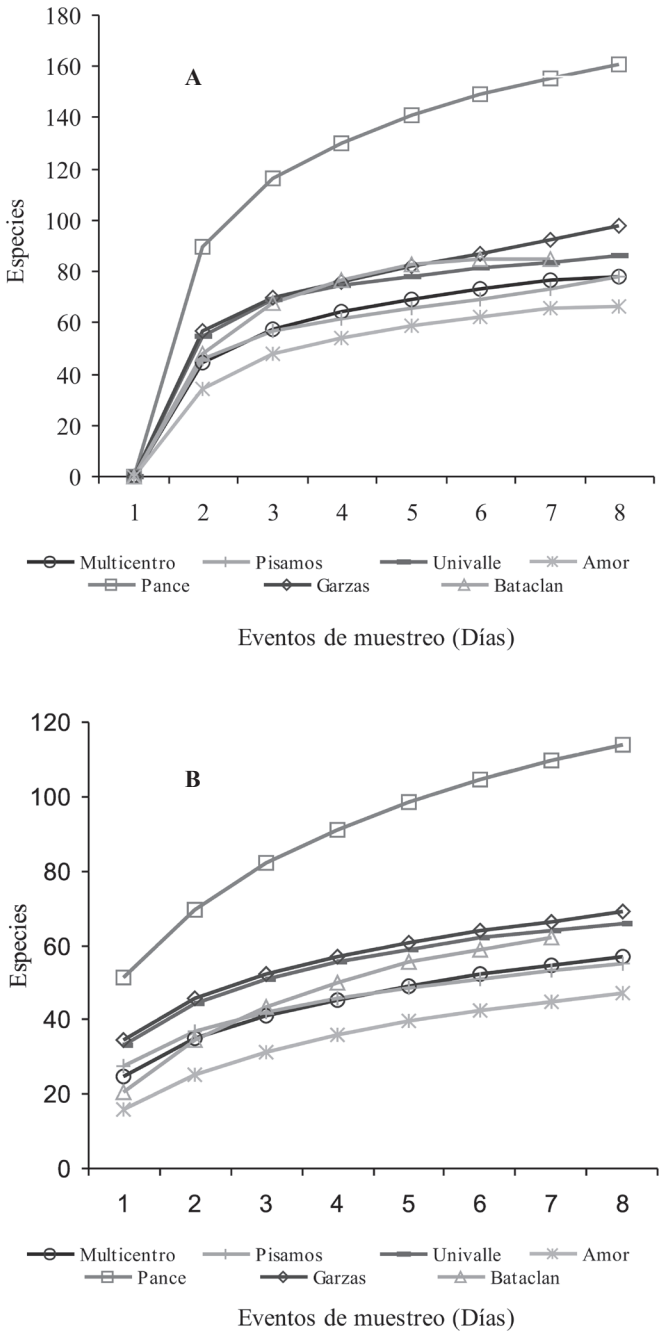


Figura 3. Curvas de acumulación de especies para cada zona verde, **A.** Usando el estimador Jackknife de segundo orden (Jackknife 2). **B.** Usando los registros de especies observadas.

Tabla 3. Especies observadas, estimadas por Jackknife 2, eficiencia de muestreo, especies exclusivas y abundancia relativa para cada zona verde; definida como el número de individuos por zona sobre el número total de individuos.

Zona verde	Riqueza de especies		Eficiencia de muestreo	Especies exclusivas (%)	Abundancia relativa
	Observada	Jackknife 2			
Ecoparque del Río Pance	124	160	77,5	45 (52)	0,25
Ecoparque de las Garzas	75	98	76,5	9 (11)	0,17
Univalle (Meléndez)	68	86	79,0	3 (4)	0,16
Parque de Multicentro	63	78	80,8	4 (5)	0,12
Ecoparque Los Písamos	60	78	77,0	10 (12)	0,14
Ecoparque Bataclán	64	85	75,3	7 (8)	0,08
Parque del Amor	50	72	69,5	7 (8)	0,08

con cuatro familias (Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae y Lycaenidae). Nymphalidae y Hesperiidae fueron las familias más ricas con 72 y 67 especies respectivamente, seguidas por Lycaenidae con 28 especies y Pieridae con 19 especies; la menor riqueza correspondió a Papilionidae con siete especies.

Nymphalidae, la familia con mayor riqueza de especies, estuvo representada por nueve subfamilias de las cuales Ithomiinae, Nymphalinae y Heliconiinae obtuvieron los valores más altos de riqueza específica (Fig. 2). La falta de estabilización en las curvas de acumulación de especies (Figs. 3 y 4), indica que es posible registrar más especies de mariposas para las zonas estudiadas. La eficiencia de muestreo (cociente entre el número de especies observadas y estimadas) por parque osciló entre 69,5% y 80,8%.

En total se muestrearon 210,8 ha de las cuales 72 ha (34,15%) son de carácter suburbano y 138,8 ha (65,82%) pertenecen al casco urbano. En las zonas verdes urbanas se encontraron en total 150 especies, con rango de riqueza entre 50 y 75 especies, y 65 especies exclusivas de la ciudad. Mientras que en la única localidad suburbana, se registraron 124 especies, de las cuales 45 resultaron exclusivas de ese sitio (Tabla 3). El área promedio de las zonas verdes es de 30 ± 39,4 ha y la riqueza promedio de mariposas fue de 72 ± 24,2 especies. No se encontró una correlación significativa entre el área de las zonas verdes y la riqueza de mariposas (r = 0,520; g.l. 10; P > 0,05), ni entre el área y la riqueza obtenida por el estimador Jackknife 2 (r = 0,495; g.l. 5; P > 0,05). En efecto, áreas tan extensas como el campus de la Universidad del Valle (100 ha) mostraron un número menor de mariposas (68 especies) que áreas más pequeñas, como el Ecoparque del Río Pance (72 ha) que alberga 124 especies. El Ecoparque del Río Pance, ubicado en la zona suburbana de la ciudad, presentó la mayor riqueza de especies de mariposas; mientras que el Parque del Amor, al norte de la ciudad, registró el valor de riqueza más bajo.

El análisis de conglomerados mostró alta similitud entre Los Ecoparques del Río Pance y de Las Garzas (Fig. 5), y entre el parque de Multicentro y Univalle.

Discusión y Recomendaciones

Todas las familias de mariposas sobreviven en los ambientes urbanos y suburbanos de Santiago de Cali. Al igual que en un estudio de Brown y Freitas (2002) sobre la comunidad de mariposas en varios fragmentos de bosque urbanos en la ciudad de Campinas (Brasil), se encontró que las mejores supervivientes en las ciudades son Nymphalinae, Heliconiinae

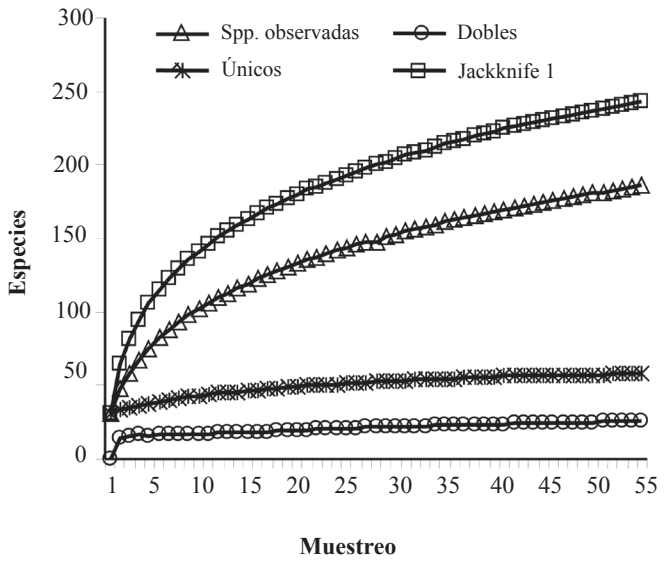


Figura 4. Curvas de acumulación de especies observadas, estimadas por Jackknife 1, singletons (únicos) y doubletons (dobles) para el municipio Santiago de Cali.

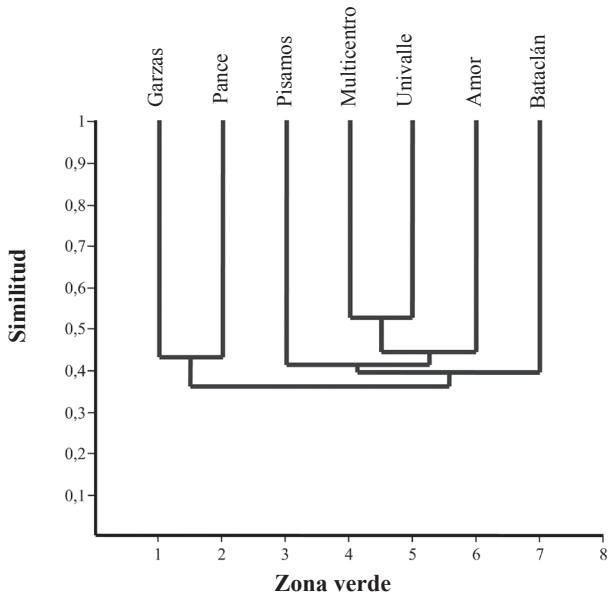


Figura 5. Agrupamiento de las comunidades de mariposas de las zonas verdes muestreadas con base en el índice de similitud de Jaccard y el algoritmo de aglomeración de grupos pareados (UPGMA) con el programa PAST versión 1.34 (Hammer *et al.* 2001).

e Ithomiinae; y que la persistencia de la última subfamilia depende de la formación de "nichos" de humedad en parques arbolados y con buenas fuentes de agua. En Cali, Ithomiinae presentó una disminución de la riqueza específica a medida que mermaron las fuentes de agua, siendo los Ecoparques del Lago de las Garzas (13 especies) y del Río Pance (12 especies), las localidades con mayor riqueza y el Ecoparque Bataclán, sin fuentes de agua importantes, no registró especie alguna de esta subfamilia.

Algunos grupos de mariposas de gran tamaño como Papilionidae y Brassolinae, de hábitos crepusculares, estuvieron muy poco representados en el estudio. Al igual que Hesperiidae y Lycaenidae con 74,6% y 40% de especies de aparición única, lo que sugiere la existencia de poblaciones muy pequeñas y localizadas; un sesgo en su captura, probablemente debido a sus coloraciones opacas, tamaños relativamente pequeños y vuelo particularmente rápido; o alta presencia de especies errantes (vagrants), que además son una fuente importante de sesgo en los inventarios ya que no pueden considerarse habitantes estrictos del área muestreada (Jiménez-Valverde y Hortal 2003). Adicionalmente los recursos especiales requeridos por Lycaenidae, como mutualismos con hormigas (Brown y Freitas 2002), pueden limitar la presencia de este grupo en el casco urbano.

Brown (1984) propone que la distribución y abundancia de cada especie está determinada por combinaciones de muchas variables físicas y bióticas requeridas para la sobrevivencia y reproducción de sus individuos y que especies con las densidades poblacionales más altas tienden a habitar una proporción mayor de lugares dentro de una región y a tener rangos geográficos mayores, mientras que las especies que siempre son raras, poseen distribuciones espaciales restringidas. La disponibilidad de plantas hospederas y determinados recursos podría explicar la ausencia o baja densidad de ciertas especies de mariposas en algunas de las zonas verdes estudiadas o en la ciudad. En mariposas se ha documentado una correlación positiva entre el rango de abundancia de adultos de las especies de mariposas *Heliconius* y el rango de disponibilidad de sus plantas hospederas (Gilbert 1991).

Según Blair (2001), la riqueza específica de algunos taxa como las aves, las hormigas, las plantas y las mariposas, entre otros, tiende a ser mayor en áreas con desarrollo humano bajo-moderado (como las pequeñas agrupaciones de viviendas en las afueras de las ciudades), lo que se reflejó en la riqueza de especies del área suburbana. Aún así, los parques urbanos son refugio para una gran cantidad de especies de mariposas que no se encuentran en zonas verdes adyacentes a la ciudad, como el Ecoparque del Río Pance. Angarita (2002) encontró en la ciudad de Cali un mayor número de especies de aves comparado con otras zonas mejor conservadas como la Buitrera de Cali y la Reserva Natural Nirvana; y propuso que este resultado no sólo se debía al mayor tamaño de Cali, sino también a la mayor heterogeneidad de hábitats que una ciudad presenta. De igual forma, a 48 km de Cali, en la Reserva Natural El Hatico se encontraron 141 especies de mariposas, de las cuales 89 especies se registraron en un parche boscoso de 13 ha, 76 en zona de regeneración de ocho años y 62 en guadual (García 2002).

Brown y Freitas (2002) afirman que los parques urbanos y jardines generalmente incluyen diversa vegetación arbustiva, en parte introducida pero también nativa, con abundantes recursos alimenticios, parches boscosos originales o secundarios, y grandes árboles que sirven de alimento, refugio y sustrato a una amplia variedad de animales. En ellos, la fauna de invertebrados puede ser sorprendentemente rica, especialmente en ausencia de aspersiones generales de biocidas.

Esto se ha evidenciado en parques urbanos de Cali, en los que la diversidad de mariposas no parece depender de la extensión de la zona verde sino de la heterogeneidad vegetal y la presencia de relictos boscosos. Según Brown y Hutchings (1997), la diversidad total de mariposas no parece disminuir con el área de los fragmentos. Para las mariposas el mundo es un mosaico de parches de luz, calor, compuestos químicos y alimento, y su presencia depende de la combinación de éstos y otros factores. La diversidad de especies en los fragmentos está determinada principalmente por la diversidad de microhábitats y de recursos como plantas hospederas para las larvas, o flores y frutos para los adultos.

Al comparar las zonas verdes estudiadas surgen dos grupos (Fig. 4): **a.** Las dos localidades más diversas y además localizadas al sur de la ciudad y **b.** El resto de parques urbanos, entre los cuales sobresale el Ecoparque Los Písamos, en el que se encontró la especie *Danaus eresimus* caracterizada por habitar zonas inundables como los sistemas de humedales y lagunas originados por la influencia del río Cauca. En las huertas de este Ecoparque crecen plantas de uso humano en las cuales se llegan a encontrar muchas mariposas, especialmente de la familia Pieridae en cercanías a los cultivos de coles. Luego se observa la agrupación del parque de Multicentro con el campus de la Universidad del Valle, localidades muy cercanas entre si y con actividades de poda periódicas; a diferencia de los otros sitios de muestreo, en estas zonas verdes se encuentran "leks" de ithomiinos formados principalmente por las especies *Mechanitis polymnia caucaensis* y *M. menapis ocassiva*, entre las cuales se presume están ocurriendo eventos de hibridación. El parque más externo de este grupo es el Parque del Amor, adyacente a la zona industrial de la ciudad y con la menor riqueza de especies encontrada en el estudio. Por último, debido a las características del suelo e historia de explotación minera a la que han sido sometidos sus terrenos, encontramos al Ecoparque Bataclán, zona muy deteriorada por la ocupación indebida de asentamientos humanos, la actividad extractiva, los incendios forestales y la erosión (Orozco 2003). En este sitio, la fuente de agua principal es la quebrada Santa Mónica que ha sido desviada (canalizada) en su totalidad, para consumo de las personas que han invadido el ecoparque, por lo que en épocas de verano no existe en su lecho el más mínimo afluente. Aún así, alberga especies de gran importancia para la fauna de mariposas de Cali pues no se encontraron en el resto de zonas verdes; ellas son *Prepona omphale*, *Oressinoma typhla* y *Eurema phiale* entre otras.

El registro de tantas especies de aparición única sugiere la necesidad de realizar investigación sobre la estructura y dinámica de las poblaciones de mariposas, como herramienta para determinar el estado de conservación de estas; la realización de un inventario más riguroso e intensivo (en tiempo y espacio) tanto de mariposas como de plantas hospederas y nectaríferas de las zonas urbanas y suburbanas del Municipio Santiago de Cali que, a su vez, permita identificar las especies de paso o *vagrants*, las especies invasoras y las susceptibles de extinción. Además, se sugiere la confirmación de los posibles eventos de hibridación entre las dos especies del genero *Mechanitis* encontradas en este trabajo. Se recomienda la siembra y mantenimiento de plantas hospederas y nectaríferas en todos los parques estudiados, así como el establecimiento de fuentes de agua constante en los parques en los que este líquido es escaso,

como el Ecoparque Bataclán y el Parque del Amor. Se sugiere destinar áreas de vegetación para regeneración natural, lo que ayudaría a incrementar la complejidad vegetal en los parques urbanos; proteger los parches boscosos existentes para que sirvan como corredores biológicos dentro de la ciudad. Evitar el uso de pesticidas y fertilizantes en las zonas verdes, al igual que la poda excesiva de árboles, arbustos y malezas. Fomentar, mediante ejercicios de educación ambiental, el aprecio por la biodiversidad urbana entre los habitantes de la ciudad de Cali y realizar más trabajos de investigación básica, a largo plazo, sobre las especies que habitan las ciudades y sus alrededores.

Conclusiones

El municipio de Santiago de Cali alberga un buen número de especies de mariposas (193), de las cuales un alto porcentaje (78%) habita en las zonas verdes de la ciudad. Afortunadamente muchos parques urbanos de Cali todavía poseen áreas de rastrojo, guadual y arboledas, hábitats favorables para el mantenimiento de especies de mariposas por la presencia de plantas hospederas y nectaríferas, nativas y exóticas.

La realización de este inventario permite identificar algunos de los principales factores de perturbación que afectan a las comunidades de mariposas en los parques de Cali, lo que facilita la formulación de estrategias para la conservación y cuidado de estos insectos. Además de la sustentación de programas de educación ambiental y divulgación que promuevan el conocimiento e interés por este grupo de organismos en los parques, zoológicos, ecoparques, jardines y corredores verdes de la ciudad.

Las curvas de acumulación sustentan la existencia de más especies para cada zona verde estudiada y en general para el municipio. Por lo tanto, es deseable realizar más eventos de muestreo en diferentes épocas del año, a fin de complementar la lista de especies obtenida en este estudio.

Agradecimientos

A las directoras de los Ecoparques, Marly Andrade, Alejandra Zamorano y Patricia Andrade Román. A Maria Dolores Heredia, por sus enriquecedores comentarios y aportes al listado de especies, y a dos evaluadores anónimos por su contribución al mejoramiento del documento.

Literatura Citada

ANGARITA, I. 2002. Composición y estructura de la avifauna de la ciudad de Cali. Trabajo de Grado. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Cali. Colombia. 48 p.

BLAIR, R. B. 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: Is urbanization creating a homogeneous fauna?, pp. 33-56. En: Lockwood, J. L.; McKinney, M. L. (eds.). Biotic Homogenization. Norwell (MA): Kluwer.

BLAIR, R. B. 1999. Birds and butterflies along an urban gradient: Surrogate taxa for assessing biodiversity? Ecological Applications 9 (1): 164-170.

BLAIR, R. B.; LAUNER, A. E. 1997. Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient. Biological Conservation 80: 113-125.

BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. H.; JOHNSON, N. F. 1992. An introduction to the study of insects. Sexta edición. 875 p.

BROWN, J. H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. The American Naturalist 124 (2): 255-279.

BROWN, Jr., K. S.; FREITAS, A. V. L. 2002. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. Journal of Insect Conservation. 6: 217-231.

BROWN, Jr., K. S.; HUTCHINGS, R. W. 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies, pp. 91-110. En: Laurence, W. F.; Bierregaard, R. O. (eds.). Tropical forest remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press, USA.

COLWELL, R. K. 2000. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.0b1. http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates. Fecha último acceso: [08 noviembre 06].

CONSTANTINO, L. M. 1997. Lepidópteros diurnos del Chocó Biogeográfico: Diversidad, alternativas productivas sostenibles y estrategias de conservación. Memorias XXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología.

DUQUE, P. 2000. Diversidad de mariposas diurnas en diferentes fragmentos de bosque en la zona de influencia del proyecto hidroeléctrico Porce II. Tesis de maestría. Medellín-Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias y Ciencias Agropecuarias. Medellín. Colombia. 105 p.

ESPINAL, L. S. 1968. Visión ecológica del Departamento del Valle del Cauca. Universidad del Valle, Cali. Colombia. 172 p.

GARCÍA, T. 2002. Composición, riqueza y diversidad de especies de mariposas (Lepidoptera - Rhopalocera) en los sistemas forestales de la Reserva Natural "El Hatico" Cerrito (Valle del Cauca). Trabajo de Grado. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Cali. Colombia. 56 p.

GARCÍA, C.; CONSTANTINO, L. M.; HEREDIA, M. D.; KATTAN, G. 2002. Mariposas comunes de la Cordillera Central de Colombia. Wildlife Conservation Society, Programa Colombia. Feriva editores, Cali. Colombia. 120 p.

GILBERT, L. E. 1991. Biodiversity of a Central American *Heliconius* community: pattern, process, and problems. pp. 403-427. En: Price, P. W.; Lewinsohn, T. M.; Fernandes, G. W.; Benson, W. W. (eds.). Plant-animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and temperate Regions. New York.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Electronica 4 (1): 1-9.

HARDY, P. B.; DENNIS, R. L. H. 1999. The impact of urban development on butterflies within a city region. Biodiversity and Conservation 8: 1261-1279.

JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; HORTAL, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología 8: 151-161.

KELLERT, S. R. 1993. Values and perceptions of invertebrates. Conservation Biology 7(4): 845-855.

LECROM, J. F.; CONSTANTINO, L. M.; SALAZAR, J. A. 2002. Mariposas de Colombia Tomo 1: Familia Papilionidae. Carlec Ltda, Bogotá. Colombia. 120 p.

MARTÍNEZ, P. A.; ECHEVERRI, D. M.; LAREO, M. G.; GÓMEZ, C. 2005. Caracterización preliminar de las mariposas presentes en el ecoparque Las Garzas. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas. Suplemento volumen 17, p. 198. Memorias XL Congreso Nacional de

Ciencias Biológicas. Cali. Colombia.
MCKINNEY, M. L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. BioScience 52 (10): 883-890.
MILLER, J. R.; HOBBS, R. J. 2002. Conservation where people live and work. Conservation Biology 16: 330-337.
ORMEROD, S. J.; N. D. BARLOW; E. J. P. MARSHALL; KERBY, G. 2002. The uptake of applied ecology. Journal of Applied Ecology 39: 1-7.
OROZCO, C. 2003. Ordenamiento territorial y medio ambiente. Incidencia de las normas jurídicas. Valle del Cauca, 1990-1998. Colciencias. Universidad del Valle. Cali. Colombia.
PIN KOH, L.; SODHI, N. S. 2004. Importance of reserves, fragments, and parks for butterfly conservation in a tropical urban landscape. Ecological Applications 14 (6): 1695-1708.
ROBINSON, W. H. 1996. Urban entomology: Insects and mite pests in the human environment. Chapman & Hall. Gran Bretaña. 430 p.
RUSZCZYK, A. 1986 (87). Distribution and abundance of butterflies in the urbanization zones of Porto Alegre, Brazil. Journal of Research on the Lepidoptera 25 (3): 157-178.
SALAZAR, J. A.; VÉLEZ, J. 1991. Mariposas de Colombia. Primera edición. Bogotá. Villegas Editores. 167 p.
UNITED NATIONS, POPULATION DIVISION. 1993. World population prospects: The 1992 revision. Nueva York.
VALE, T. R.; VALE, G. R. 1976. Suburban bird populations in west-central California. Journal of Biogeography 3: 157-165.
VALENCIA, C.; GIL, Z.; CONSTANTINO, L. M. 2005. Mariposas diurnas de la zona central cafetera de Colombia. Cenicafé. Chinchiná. Colombia. 244 p.
VELÁSQUEZ, A.; MEYER, H. 1994. Ofertas y amenazas ambientales en Cali. Publicaciones ocasionales del OSSO, Nº 3. Universidad del Valle. Cali. Colombia. 37 p.
VILLARREAL, H.; ÁLVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M.; UMAÑA, A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia. 236 p.

Recibido: 14-ene-2006 • Aceptado: 10-mar-2007

Apéndice. Especies de lepidópteros diurnos (Papilionoidea y Hesperioidea) encontrados en Santiago de Cali. No se incluyen 24 morfoespecies de Hesperiidae, cuya identificación no ha sido posible. Ausencia en todas las zonas verdes significa que la especie fue registrada en un sitio distinto a los muestreados.

TAXÓN	ZONA VERDE						
	Ecoparque Río Pance	Ecoparque las Garzas	Parque de Multicentro	Univalle (Meléndez)	Ecoparque Písamos	Ecoparque Bataclán	Parque del Amor
HESPERIIDAE							
Achlyodes busirus heros Ehrmann, 1909	0	0	0	0	0	1	0
Achlyodes thraso Hübner, 1807	0	1	0	0	1	0	0
Anthoptus sp. ca. *epictetus* B., 1942	1	0	0	0	0	0	0
Antigonus sp.	1	1	1	1	0	0	0
Argon sp. ca. *argus* E., 1955	0	0	0	0	0	1	1
Astraptes alardus Stoll, 1790	0	0	0	0	1	0	0
Astraptes anaphus Cramer, 1777	0	0	0	0	1	0	0
Astraptes sp.	0	0	0	1	0	0	0
Autochton sp.	1	0	0	0	0	0	0
Callimormus sp.	0	0	1	0	0	0	0
Chiomara sp. ca. *georgina* G. y S., 1899	0	0	0	0	1	0	0
Cobalopsis sp.	0	1	0	0	0	0	0
Conga chydaea Butler, 1877	1	0	0	0	0	0	0
Corticea sp. ca. *corticea* E., 1955	1	0	0	0	0	0	0
Cymaenes trebius Mabille, 1891	0	0	0	0	1	0	0
Eutychide ca. *complana* G., 1900	0	0	0	0	0	1	0
Flaccilla aecas Stoll, 1781	0	0	0	1	0	0	0
Heliopetes arsalte Linnaeus, 1758	1	0	0	0	0	0	0
Heliopetes macaira Reakirt, 1867	1	0	0	0	0	1	0
Heliopetes sp.	1	0	0	0	0	0	0
Hesperia sp. cf.	0	0	0	0	0	0	1
Hylephila phyleus Drury, 1773	1	0	0	0	0	0	0
Joanna sp.	0	0	0	0	0	1	0
Mylon menippus Fabricius, 1793	1	0	0	0	0	0	0
Mylon pulcherius Felder, 1869	1	0	0	0	0	0	0
Nyctelius nyctelius Latreille, 1824	1	0	0	0	0	0	0
Pachyneuria sp.	0	0	0	0	1	0	0
Panoquina evadnes Stoll, 1781	0	0	0	0	0	0	1
Pellicia sp. ca. *dimidiata* H. S., 1870	0	0	0	0	1	1	0

Apéndice. Especies de lepidópteros diurnos (Papilionoidea y Hesperioidea) encontrados en Santiago de Cali. No se incluyen 24 morfoespecies de Hesperiidae, cuya identificación no ha sido posible. Ausencia en todas las zonas verdes significa que la especie fue registrada en un sitio distinto a los muestreados.

	ZONA VERDE						
TAXÓN	**Ecoparque Río Pance**	**Ecoparque las Garzas**	**Parque de Multicentro**	**Univalle (Meléndez)**	**Ecoparque Písamos**	**Ecoparque Bataclán**	**Parque del Amor**
Perichares philetes Gmelin, 1790	0	0	1	1	1	0	0
Pompeius sp.	0	0	0	0	0	0	1
Pyrgus adepta Plötz, 1884	1	0	0	0	0	0	0
Pyrgus oileus orcus Stoll, 1780	1	0	1	1	1	1	1
Saliana triangularis Kaye, 1914	0	0	0	0	0	0	1
Sostrata sp.	1	1	0	0	0	0	0
Spathilepia clonius Cramer, 1775	0	0	0	0	1	0	0
Staphylus mazans Reakirt, 1866	0	0	0	0	1	1	0
Synapte silius Latreille, 1824	0	0	0	0	0	1	0
Synapte malitiosa Herrich-Schäffer, 1865	1	0	0	1	0	1	0
Urbanus proteus Linnaeus, 1758	1	1	1	1	1	1	1
Urbanus sp. ca. *simplicius* H., 1807	0	1	1	0	0	0	1
Xenophanes tryxus Godman y Salvin, 1895	0	1	0	1	1	0	0
Zera hosta Evans, 1953	1	0	0	0	0	0	0
PAPILIONIDAE							
PAPILIONINAE							
Battus crassus lepidus C. y R. Felder, 1861	1	1	0	0	0	0	0
Battus polydamas Linnaeus, 1758	1	1	0	0	0	1	0
Heraclides anchisiades idaeus Fabricius, 1793	1	1	1	0	1	0	0
Heraclides androgeus epidaurus Godman y Salvin, 1890	0	0	1	0	0	0	0
Heraclides thoas nealces Rotschild y Jordan, 1906	1	0	1	1	1	1	0
Parides erithalion cauca Oberthur, 1880	1	1	0	1	0	1	0
Protesilaus protesilaus archesilaus Felder y Felder, 1865	1	0	1	0	0	1	0
PIERIDAE							
COLIADINAE							
Anteos clorinde Godart, 1824	1	1	1	1	1	1	1
Anteos menippe Hübner, 1816[+]	0	0	1	1	0	0	0
Eurema (Pyrsitia) proterpia Fabricius, 1775	1	0	0	1	0	0	1
Eurema albula Cramer, 1776	1	1	1	1	1	1	0
Eurema daira Godart, 1819	0	1	1	0	1	1	1
Eurema gratiosa Doubleday y Hewitson, 1847	1	1	1	1	1	1	1
Eurema leuce Boisduval, 1836	1	0	1	1	0	1	1
Eurema phiale Cramer, 1775	0	0	0	0	0	1	0
Eurema venusta Boisduval, 1836	1	0	1	1	1	0	0
Eurema xanthoclora Kollar, 1850	1	0	0	0	0	0	0
Phoebis agarithe Boisduval, 1836	1	1	1	1	1	1	1
Phoebis neocypris rurina C. y R. Felder, 1861	1	0	1	0	1	1	0
Phoebis philea philea Winhard, 2000	1	0	1	0	1	1	1
Phoebis sennae Linnaeus, 1758	1	1	1	1	1	1	1
DISMORPHINAE							
Dismorphia amphiona Cramer, 1779	1	0	1	1	0	0	0
Enantia licinia nov. subsp. Cramer, 1777	1	0	0	0	0	0	0
Pseudopieris viridula C. y R. Felder, 1861	1	1	0	0	0	0	0
PIERINAE							
Archonias tereas critias C. y R. Felder, 1859	1	0	0	0	0	0	0
Ascia monuste Linnaeus, 1764	1	1	1	1	1	1	1
Melete lycimnia Cramer, 1777	0	0	0	1	0	0	1
NYMPHALIDAE							
CHARAXINAE							
Archaeoprepona amphimacus Fabricius, 1775**	1	0	0	0	0	1	0
Archaeprepona demophon Linnaeus, 1758**	1	1	0	0	0	1	0
Consul fabius Cramer, 1776*	1	1	1	1	1	0	1
Fountainea ryphea Cramer, 1775*	1	0	0	1	0	0	0
Memphis moruus morpheus Staudinger, 1887 **	1	0	0	0	0	0	0
Prepona omphale Hübner, 1819**	0	0	0	0	0	1	0

Apéndice. Especies de lepidópteros diurnos (Papilionoidea y Hesperioidea) encontrados en Santiago de Cali. No se incluyen 24 morfoespecies de Hesperiidae, cuya identificación no ha sido posible. Ausencia en todas las zonas verdes significa que la especie fue registrada en un sitio distinto a los muestreados.

TAXÓN	ZONA VERDE						
	Ecoparque Río Pance	Ecoparque las Garzas	Parque de Multicentro	Univalle (Meléndez)	Ecoparque Písamos	Ecoparque Bataclán	Parque del Amor
NYMPHALINAE							
Adelpha cytherea despoliata Fruhstonfer, 1915	1	0	0	0	0	0	0
Anartia amathea Linnaeus, 1758	1	1	1	1	1	1	1
Anartia jatrophae Linnaeus, 1763	1	1	1	1	1	1	1
Biblis hyperia Cramer, 1779*	1	0	1	1	0	1	0
Colobura dirce Linnaeus, 1758	1	1	0	0	0	0	0
Dynamine theseus Felder y Felder, 1861	1	0	0	0	0	0	0
Euptoieta hegesia Cramer, 1779	1	1	1	1	0	1	1
Hamadryas februa Hübner, [1823]**	1	0	1	0	0	1	0
Hamadryas feronia Linnaeus, 1758*	1	0	1	1	1	1	1
Junonia evarete Cramer, 1779	1	1	1	1	1	0	1
Marpesia petreus Cramer, 1776	1	0	1	1	1	1	1
Marpesia zerynthia Hübner, [1823]	1	0	0	0	0	0	0
Siproeta epaphus Latreille, [1813]	1	1	0	1	0	1	1
Siproeta stelens Linnaeus, 1758	1	1	1	1	0	1	1
Vanessa myrinna Doubleday, 1849	1	0	0	0	0	0	0
MELITAEINAE							
Anthanassa drusilla Felder y Felder, 1861	1	1	1	1	0	1	1
Chlosyne lacinia Geyer, 1837	1	1	1	0	1	1	1
Tegosa anieta Hewitson, 1864	1	1	1	1	0	1	0
HELICONIINAE							
Agraulis vanillae Linnaeus, 1758	1	1	1	0	1	1	1
Dione juno Cramer, 1779	1	1	1	0	1	1	1
Dryadula phaetusa Linnaeus, 1758	1	0	1	0	1	0	0
Dryas iulia Fabricius, 1775	1	1	1	1	1	1	1
Eueides aliphera Godart, 1819	1	1	1	1	1	0	0
Eueides isabella arquata Stichel, 1903*	1	1	1	0	1	1	1
Eueides vibilia vialis Stichel, 1903	1	0	1	0	0	0	0
Heliconius charitonia Linnaeus, 1767	0	0	1	0	0	1	0
Heliconius erato chestertoni Hewitson, 1872	1	1	0	0	0	1	0
Heliconius ethilla metalilis Butle, 1873	0	1	0	0	1	0	0
Heliconius sara brevimaculata Staudinger, 1896	1	1	0	1	0	1	0
Laparus doris obscurus Weymer, 1890	1	1	0	1	0	0	0
ITHOMIINAE							
Athesis clearista Doubleday, 1847++	0	1	0	0	0	0	0
Ceratinia tutia Hewitson, 1852	1	1	1	0	0	0	0
Dircenna dero euchytma C. y R. Felder, 1865*	1	1	1	1	0	0	0
Heterosais giulia Hewitson, [1855]*	1	1	1	0	0	0	0
Hypoleria ocalea Doubleday 1847	1	1	1	1	0	0	0
Hypoleria lavinia Hewitson, [1855]*	0	1	0	0	0	0	0
Hypothyris euclea philetaera Hewitson, 1876	1	1	0	0	0	0	0
Hypothyris lycaste limpida Haensch, 1905	1	0	0	0	0	0	0
Ithomia agnosia Hewitson, [1855]	0	1	0	0	0	0	0
Ithomia patilla Hewitson, 1852	1	1	0	1	0	0	0
Mechanitis menapis occasiva Fox, 1967	1	1	1	1	1	0	1
Mechanitis polymnia caucaensis Haensch, 1909*	1	1	1	1	1	0	1
Napeogenes stella ssp.	1	0	0	0	0	0	0
Napeogenes stella stella Hewitson, 1876	1	0	0	0	0	0	0
Oleria victorine Guérin-Méneville, [1844]+	0	1	0	1	0	0	0
Prittwitzia hymemea caucana Brown, 1970	1	1	0	0	0	0	0
Pteronymia aletta Hewitson, [1855]	0	1	0	0	0	0	0
Pteronymia latilla Hewitson, [1855]	0	1	0	0	0	0	0
Thyridia psidii Linnaeus, 1758	0	0	0	0	0	0	0
DANAINAE							
Danaus eresimus Cramer, 1777	0	0	0	0	1	0	0

Apéndice. Especies de lepidópteros diurnos (Papilionoidea y Hesperioidea) encontrados en Santiago de Cali. No se incluyen 24 morfoespecies de Hesperiidae, cuya identificación no ha sido posible. Ausencia en todas las zonas verdes significa que la especie fue registrada en un sitio distinto a los muestreados.

TAXÓN	ZONA VERDE						
	Ecoparque Río Pance	Ecoparque las Garzas	Parque de Multicentro	Univalle (Meléndez)	Ecoparque Písamos	Ecoparque Bataclán	Parque del Amor
Danaus gilippus Cramer, 1775	1	1	1	0	1	1	1
Danaus plexippus Linnaeus, 1758	1	1	1	0	1	1	1
Lycorea cleobaea atergatis Doubleday, 1847	1	1	0	0	0	0	0
ACRAEINAE							
Actinote anteas Doubleday, [1847]	1	1	1	1	0	1	1
MORPHINAE							
Morpho peleides Kollar, 1850	0	0	0	0	0	0	0
BRASSOLINAE							
Caligo ilioneus Cramer, 1775**	1	1	0	1	1	0	0
Eryphanis automedon lycomedon Felder, 1862*	1	0	0	0	0	1	0
Opsiphanes quiteria Stoll, 1780*	1	0	1	0	0	0	0
Opsiphanes tamarindi Felder y Felder, 1861**	0	0	0	0	1	0	0
SATYRINAE							
Euptychia sp.*	0	0	1	1	1	1	0
Euptychia sp. ca. *terrestris* H., 1818*	1	1	1	1	1	1	0
Hermeuptychia hermes Fabricius, 1775*	1	1	1	1	1	1	0
Magneuptychia ocnus Butler, 1867	1	1	1	1	0	1	0
Manataria maculata Hopffer, 1874	1	0	0	0	0	0	0
Oressinoma typhla Doubleday, [1849]	0	0	0	0	0	1	0
Pareuptychia hesione Sulzer, 1776	1	1	0	0	0	0	0
Pareuptychia metaleuca Boisduval, 1870*	1	1	0	0	0	0	0
Taygetis andromeda Cramer, 1779	0	1	0	0	0	0	0
LYCAENIDAE							
Angulopis sangala Hewitson, 1873	0	1	1	0	0	0	0
Arawacus leucogyna C. y R. Felder, 1865	1	0	0	1	0	1	0
Caerofethra carnica Hewitson, 1873	1	0	0	0	0	0	0
Calycopis sp. ca. *beon* S., 1876	0	0	1	1	0	0	1
Calystryma trebula Hewitson, 1868	1	0	0	0	0	0	0
Chlorostrymon simaethis Drury, 1773	1	0	0	0	0	0	0
Cyanophrys sp. ca. *herodotus* C., 1961	1	1	0	1	0	0	0
Hemiargus hanno Stoll, 1790	0	1	1	1	1	1	1
Leptotes cassius Cramer, 1775	1	1	1	1	1	1	1
Ministrymon una Hewitson, 1873	1	0	0	0	0	0	0
Panthiades bitias Cramer, 1777	1	0	0	0	0	0	0
Pseudolycaena marsyas Linnaeus, 1758	1	0	1	1	0	0	1
Rekoa palegon Cramer, 1780	1	0	1	0	0	0	0
Strymon basilides Geyer, 1837	0	1	0	0	0	0	0
Strymon mulucha Hewitson, 1867	0	0	0	0	1	0	1
Strymon sp. ca. *corsaea* H., 1818	0	1	0	1	0	0	1
Strymon sp. ca. *davara* H., 1818	0	0	0	0	0	0	1
Thecla sp.	0	1	0	0	0	0	0
Zizula cyna Edwards, 1881	1	1	1	1	1	1	1
RIODININAE							
Calephelis laverna Godman y Salvin, 1880	1	0	0	0	0	1	0
Caria lampeto Godman y Salvin, 1886+	0	1	0	1	0	0	0
Emesis mandana Cramer, 1780	1	0	0	0	0	0	0
Lasaia sula Staudinger, 1888+	0	0	0	0	0	0	0
Leucochimona sp.+	0	0	0	0	0	0	0
Melanis iarbas Fabricius, 1787	1	0	1	1	1	0	1
Rhetus arcius Linnaeus, 1763	0	1	0	0	1	0	0
Rhetus periander Cramer, 1777	1	0	0	0	0	0	0
Theope publius C. y R. Felder, 1861	0	0	1	1	0	0	0
Theope virgilius Fabricius, 1793	1	0	0	0	0	0	0

Abreviaturas: ca. = cerca a; cf. = por confirmar. (*) = colectado en trampa. (**) = colectado sólo en trampa. (+) = especies observadas por M. D. Heredia, com. pers. y (++) = registro de Martínez *et al.* (2005), no incluidas en análisis estadístico ni en resultados.

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 64-69 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9317

Ciclo de vida y potencial reproductivo de la hormiga depredadora *Solenopsis* cf. *picea* (Hymenoptera: Formicidae)

Life cycle and reproductive potential of the predator ant *Solenopsis* cf. *picea* (Hymenoptera: Formicidae)

JANINE HERRERA RANGEL [1] e INGE ARMBRECHT [1-2]

Resumen. *Solenopsis* cf. *picea*, también conocida como "la negrita", es una hormiga abundante en los sistemas cafeteros de la zona de Risaralda (Colombia), donde anida en el suelo y se encuentra tanto en cafetales de sombra como monogenéricos. Estudios realizados en campo y en laboratorio han demostrado que depreda sobre la broca del café, convirtiéndola en un organismo que podría ser implementado como control biológico. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar algunos aspectos de su ciclo de vida, en términos de desarrollo del inmaduro y aspectos reproductivos del organismo. Se encontró que el desarrollo (reconocimiento cronológico y morfológico) de inmaduros correspondió a un promedio de 56 días. Las medidas de cápsula cefálica agruparon a los individuos en tres ínstares larvales. El promedio de la postura de huevos durante 24 horas fue significativamente mayor en colonias monoginas acompañadas de densidades altas de obreras y la fecundidad individual de las reinas disminuyó con la presencia de otras reinas en una misma colonia.

Palabras clave. Cápsula cefálica. Monogina. Oviposición. Poligina.

Abstract. *Solenopsis* cf. *picea*, also known as "the little black", is an abundant ant in the coffee systems of Risaralda, Colombia, where it nests in the soil and can be found in both shaded coffee plantations and in coffee monocultures. Studies carried out in the field and laboratory have demonstrated that it predates on the coffee berry borer, making it an organism that could be implemented as a biological control. The objective of this research was to study some aspects of its life cycle, in terms of development of the immature and reproductive aspects of the organism. Results showed that immature development (chronological and morphological recognition) took an average of 56 days. The cephalic capsule measures grouped individuals into three larval instars. Mean number of eggs laid in 24 hours was significantly higher in monogynous colonies accompanied by high densities of workers, and the individual fecundity of the queens decreased with the presence of other queens in the same colony.

Key words. Head capsule. Monogynous. Oviposition. Polygynous.

Introducción

Los sistemas cafeteros en Colombia tienen gran importancia no solo económica, sino también social y ecológica. Alrededor de ellos se teje una cultura que se ha mantenido a través de generaciones presentando poblaciones que basan su economía en estos cultivos. El interés ecológico se relaciona con el sistema de manejo, pues los cafetales de sombra pueden ayudar a conservar fauna silvestre (Moguel y Toledo 1999).

En una caracterización de hábitat para fincas cafeteras de la zona de Risaralda, bajo diferentes sistemas de manejo, Armbrecht (2003a) encontró similitudes entre bosque y plantaciones poligenéricas de café en sombra. Basados en una recopilación de datos, Swift *et al.* (1996) concluyeron que la biodiversidad es frecuentemente más alta en agroecosistemas tradicionales, e incluso significativamente alta en un sistema de intensificación intermedio, pero la transformación a un manejo altamente intensificado o "moderno" resulta en una pérdida sustancial de biodiversidad asociada.

Dependiendo de la situación particular y el lugar involucrado, el policultivo puede promover (mejorando) la utilización de nutrientes, control de plagas, control de malezas y otras funciones agrícolas (Swift *et al.* 1996). El alto número de especies de plantas y animales hospederas en cultivos de café tradicional bajo sombra indican que este sistema puede jugar un papel de conservación como hábitat antropogénico protector para especies originarias de bosque (Moguel y Toledo 1999). Dado el valor de este agroecosistema, es importante que se preserve y sea utilizado como medio complementario de conservación.

Los himenópteros especialmente de la familia Formicidae se han utilizado en estudios ecológicos y de impacto ambiental, no solo por su abundancia sino por sus funciones en la naturaleza pues son depredadores y simbiontes (Agosti *et al.* 2000). La variedad de dietas, de sitios para anidar, la duración de sus ciclos de vida y asociaciones con casi cualquier hábitat dado hace de éstas un grupo atractivo para monitorear (Kaspari 2000). Vélez *et al.* (2001), Armbrecht (2003b) y Gallego (2004) mostraron evidencia en campo y laboratorio que las hormigas de suelo juegan un papel en la depredación de adultos de broca en plantaciones de café de Colombia. En México, Armbrecht y Perfecto (2003) encontraron hormigas pequeñas, como *Solenopsis* spp., que podían penetrar los hoyos hechos por la broca en la cereza del café.

Solenopsis, al contrario de algunos otros agentes de control biológico usados en agroecosistemas, no es especialista sino generalista (Risch y Carroll 1982). Varios estudios han sugerido que este género puede ser un importante controlador biológico de insectos plagas (Risch y Carroll 1982; Way y Khoo 1992; Varón 2002; Vélez *et al.* 2003; Gallego y Armbrecht 2005; Armbrecht y Gallego en prensa). *Solenopsis geminata* mostró ser un predador importante en los agroecosistemas de maíz-calabaza en el sur de México (Risch y Carroll 1982). *Solenopsis* spp., particularmente la introducida, en el sur de Estados Unidos

1 Autor para correspondencia: Universidad del Valle, Departamento de Biología, Ciudad Universitaria Meléndez calle 13 No. 100-00, tel: 321 21 00 ext. 2570. A. A. 25360, Cali, Colombia. *jahera@gmail.com*

2 Universidad del Valle, Departamento de Biología. *inge@univalle.edu.co*

S. invicta tiene un cierto atributo como controlador biológico, de manera tal que ha sido fomentada en localidades donde el daño es pequeño o ninguno (Way y Khoo 1992).

Solenopsis cf. *picea* (en adelante *S. picea*) (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) es una hormiga abundante en los sistemas cafeteros de la zona de Risaralda (Gallego 2004; Armbrecht *et al.* 2005; Gallego y Armbrecht en prensa). Se ha considerado como hormiga dominante de suelo, en sistemas de sombra, estructurada en modelo de distribución discreta, que pierde complejidad en plantaciones de café de sol (Armbrecht *et al.* 2005). Rivera (2003) ubicó a esta especie dentro del gremio de hormigas abundantes en hojarasca en un estudio de cafetales en la misma zona de Risaralda, y es una de las especies de hormigas a la cual se le ha comprobado su función depredadora sobre la broca (Gallego y Armbrecht 2005; Armbrecht y Gallego en prensa).

En anteriores estudios se encontró mayor actividad predadora en la estación lluviosa y *S. picea* resultó ser un significativo componente de la diversidad de hormigas que depredaron la broca. La depredación puede ser un importante mecanismo regulador en granjas cafeteras de sombra en la estación húmeda, siendo esta estación importante para cafeteros en Colombia porque es el tiempo de cosecha, cuando mayor fuente de infestación es generada y quedan residuos de cosecha en el suelo donde confluyen la broca y la hormiga (que anida en el suelo) (Armbrecht 2003b). Teniendo en cuenta el beneficio que puede aportar *S. picea* a diversos sectores de la agricultura, en especial los relacionados con agroecosistemas tradicionales de café, el objetivo del presente estudio fue obtener información biológica básica del desarrollo y reproducción de la hormiga, que no se conoce, y examinar algunos factores que podrían potenciar su cría artificial (p. ej.: número de reinas y número de obreras).

Materiales y Métodos

Obtención de colonias. Las colonias de hormigas se obtuvieron en el municipio de Apía, departamento de Risaralda (5º 08' N; 75º 56' W), ubicado entre un rango altitudinal de 1400-1900 msnm. La región tiene temperaturas entre los 18-20ºC, humedad relativa del 80% y un promedio de precipitación anual de 2.320 mm, con distribución bimodal con picos en mayo y noviembre (Gallego 2004; Armbrecht *et al.* 2005).

Apía es un pueblo rodeado por fincas cafeteras bajo diferentes tipos de manejo, hasta hace poco tiempo predominaron los sistemas tradicionales bajo sombra. Con el tiempo, la tecnificación aumentó en los cultivos, hasta encontrar hoy en día sistemas de monocultivo completamente bajo sol intercalados con cultivos bajo sombra (Armbrecht *et al.* 2005).

Las colonias utilizadas fueron obtenidas de dos fincas, "La María" con sistema de monocultivo de café bajo sol a 1.405 msnm, y "La Playita" con sistema tradicional de café orgánico bajo sombra a 1.490 msnm. Dentro del cultivo de café se ubicaron doce eras. Una "era" se considera como el espacio comprendido entre dos franjas de arbustos de café, por lo que asemeja una línea recta o transecto. En cada era se ubicaron cinco puntos o estaciones con cebos de atún, cada uno de ellos separados por 3 m, hasta que el cultivo lo permitiera o hasta llegar a un tope de 10 cebos. Después de 15 o 20 minutos se revisaba cada estación dentro de las eras, en donde el cebo había atraído a *S. picea* y se realizaba un seguimiento de la pista conformada por las hormigas forrajeando hasta el cebo. En el punto donde el forrajeo, o la pista, era interrumpido se cavaba en el suelo con una pala de mano hasta que se encontraran cámaras con cría del hormiguero. Éstas se extraían con sumo cuidado y se introducían en una bolsa con cierre hermético. Cada colonia se guardó por separado y con cierta frecuencia se abría la bolsa para suministrar aire, hasta que fueran establecidas en el laboratorio.

Establecimiento de la colonia. Las bolsas fueron trasladadas al Laboratorio de Hormigas en la Universidad del Valle (Cali). El método utilizado fue similar al implementado por Gallego (2004), en el cual las colonias se mantuvieron artificialmente en una cámara de cría a una temperatura entre 22-25ºC y humedad relativa de 65%.

A cada colonia se le retiró el exceso de tierra, estableciéndose cada una en cajas plásticas de 24 x 24 x 10 cm. Los bordes internos fueron impregnados con Fluón® de Bioquip (película deslizante que se aplica húmeda) mediante un pincel o algodón para evitar escape de hormigas. Cada caja contenía un nido artificial en su interior para mantener la humedad. El nido artificial fue elaborado de pasta-yeso y protegido de la luz con un recipiente oscuro para que las hormigas se adaptaran con el tiempo a las condiciones artificiales del laboratorio. La caja estaba cubierta por una tapa plástica con dos agujeros cubiertos con malla metálica muy fina para permitir el intercambio de gases.

La alimentación de las colonias se basó en una dieta descrita por Keller *et al.* (1989) para criar varias especies de hormigas. Adicionalmente a ésta se les brindó miel y agua en un vial tapado con un poco de algodón que les sirvió como dosificador. Cada semana se renovó el alimento.

Ciclo de vida. Para cumplir este objetivo se determinó primero la duración de los diferentes estados de desarrollo (huevo, larva, pupa) de la hormiga. Para hacer el seguimiento se separó la reina y algunas obreras de una colonia inicial a una subcolonia. Al cabo de un par de días la reina era devuelta a la colonia de origen (inicial), quedando la subcolonia compuesta de obreras al cuidado de la cría. A esta cría, consistente inicialmente de huevos, se le observó su desarrollo hasta la etapa adulta. Se utilizaron cuatro subcolonias.

Luego del reconocimiento cronológico, se procedió a distinguir cada etapa larval mediante la medición y observación de la cápsula cefálica, mandíbulas y longitud de la larva con la ayuda de un microscopio estereoscopio Nikon SMZ 800 (1X) y SMZ 645 (2X), al cual se adaptó un micrómetro (Arcila *et al.* 2002b). Dado el pequeño tamaño, las larvas y huevos se pueden deshidratar en unos cuantos segundos, por lo cual, durante las mediciones, estos estados se mantuvieron embebidos en solución fisiológica (isotónica) para evitar su muerte; después de tomadas las medidas, estos eran devueltos a la colonia.

La mayoría de las larvas provenían de las colonias más antiguas, establecidas con anterioridad al estudio (aproximadamente dos años), y en menor cantidad de las colonias más recientes (aproximadamente dos meses) que no tenían reinas. Los datos fueron tomados de febrero a abril y de junio a agosto del 2005.

Reproducción

Oviposición de colonias monoginas frente a densidades de obreras. Para estimar la productividad en términos de número de huevos puestos por día, se realizaron pruebas de oviposición como las utilizadas por Arcila *et al.* (2002a) y Ulloa-Chacón (2003). Las pruebas consistieron en aislar cada reina en

compañía de siete u ocho obreras durante 24 horas; al cabo de este tiempo se contaron los huevos puestos.

Se sometieron a prueba seis colonias monoginas (p. ej.: con una sola reina) con alta densidad (300 individuos) de obreras y seis colonias monoginas con baja densidad (20 individuos), para un total de 12 colonias. Cada una de ellas se estableció con un mes de anterioridad antes de ser sometidas a prueba. Se realizaron pruebas de oviposición una vez por mes durante cuatro meses.

Oviposición de colonias monoginas frente a colonias poliginas. Para cumplir con este objetivo, se establecieron colonias con una, dos y cuatro reinas con densidades altas (300 individuos) de obreras. Se emplearon en total nueve colonias y 16 reinas, las cuales fueron sometidas a pruebas de oviposición una vez por mes durante tres meses. De éstas, cuatro fueron monoginas, cuatro poliginas con dos reinas y una poligina con cuatro reinas.

Análisis de datos. Los datos de pruebas de oviposición se analizaron mediante la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene y posteriormente una prueba t-student para muestras independientes. Cuando fue requerido, se utilizaron pruebas no paramétricas de Mann-Whitney y Kruskall Wallis. Estos análisis fueron realizados en el programa estadístico PAST versión 0.98c (Hammer *et al.* 2001). Las gráficas y parte de la estadística descriptiva se realizaron en Excel (2003).

Resultados

Ciclo de vida

Reconocimiento cronológico. El tiempo de desarrollo de *S. picea* desde huevo hasta estado adulto fue de 56 días promedio bajo condiciones de laboratorio (22-25ºC y H. R. 65%). La etapa de huevo se prolongó en promedio 13 días, con un rango de 11 a 15. El estado de larva, incluyendo sus tres estadíos o ínstares larvales, tuvo una duración promedio de 31 días. Al completar este estado el individuo se encuentra entre el día 43 y 45 de edad total, siendo éste el de mayor duración. La pupa tuvo un tiempo promedio de 12 días, finalizando su desarrollo entre el día 55 y 57.

No se obtuvo información sistemática de la longevidad de adultos, pero se puede asegurar que al menos una colonia colectada durante el estudio de Gallego y Armbrecht (2005) sobrevivió por dos años y ocho meses en cautiverio. Esto significa que la reina mantiene su fecundidad al menos dos años.

Se esperaría que en campo la duración del ciclo de vida difiera un poco de los resultados obtenidos en laboratorio, los cuales son una base preliminar pero confiable. De ahí se sugeriría reproducir las colonias para liberarlas en campo de unas tres a seis veces por año, y liberarlas al suelo, en focos de infestación de cafetales, tanto de sol como de sombra, inmediatamente después de la cosecha cafetera. Por observaciones realizadas en campo, en territorios de *S. picea* en fincas cafeteras de Apía (Armbrecht 2003b, capítulo 3) se sospecha que la influencia pueda permanecer en territorios estables por meses.

Etapas larvales. De un total de 88 individuos, a 75 se les midió la amplitud de las mandíbulas. No fue posible medir los 13 restantes debido a que las larvas recién eclosionadas no presentaban esclerotización en las mandíbulas.

La longitud de la larva fue la medida de mayor variación (± 0,33), seguida por el diámetro de la cápsula cefálica (± 0,03) y la de menor variación fue la amplitud mandibular (± 0,01). Para la primera, se encontraron datos desde 0,1 mm hasta 1,44 mm de manera continua, con un promedio de 0,89 mm; mientras que los obtenidos para la segunda medida se encontraron en un rango más estrecho, de 0,10 mm hasta 0,34 mm. Finalmente, en la amplitud mandibular se encontraron datos desde 0,05 mm hasta 0,10 mm. La frecuencia de aparición de individuos para las medidas con menor variación de datos (amplitud mandibular y diámetro de la capsula cefálica), mostraron tendencias similares. Aún así, se consideró el diámetro de la cápsula cefálica debido a que abarca el número total de individuos (n = 88). De esta manera, se agruparon tres intervalos de medidas donde se infiere que hay tres grupos o ínstares (Fig. 1).

No fue posible detectar la muda de las larvas. Posiblemente las larvas recuperan nutrientes ingiriendo (ayudadas por las obreras nodrizas) su propia muda.

Reproducción

Oviposición en colonias monoginas. El promedio de huevos puestos por reina durante las pruebas fue consistentemente mayor en alta densidad de obreras. La primera prueba de oviposición presentó los valores más altos a lo largo del experimento, con un promedio de nueve huevos por reina en condiciones de alta densidad de obreras y un promedio de 3,5 huevos por reina en condiciones de baja densidad de obreras. La postura de huevos se vio negativamente afectada en ambas densidades disminuyendo su número con el tiempo, los resultados más bajos se obtuvieron en la tercera prueba, en donde el promedio de huevos en alta densidad fue de 2,4 y de un huevo para baja densidad por cada reina presente. Para la cuarta prueba se observaron signos de recuperación en ambos casos.

El promedio de huevos puestos por día y obtenidos para cada reina en su colonia también demostró ser mayor en aquellas reinas atendidas por un mayor número de obreras (alta densidad). El promedio de huevos puestos por reina acompañadas por altas densidades de obreras fue de 5,1 huevos en 24 horas con un máximo de 35 huevos por día y el promedio de huevos por reina asociadas a bajas densidades de obreras fue de dos huevos en 24 horas con un máximo de 14 huevos por día. Se presentaron diferencias significativas (U = 94, N_1: 22, N_2: 17, P = 0,008) entre el promedio de huevos puestos de cada reina bajo diferentes densidades (Fig. 2).

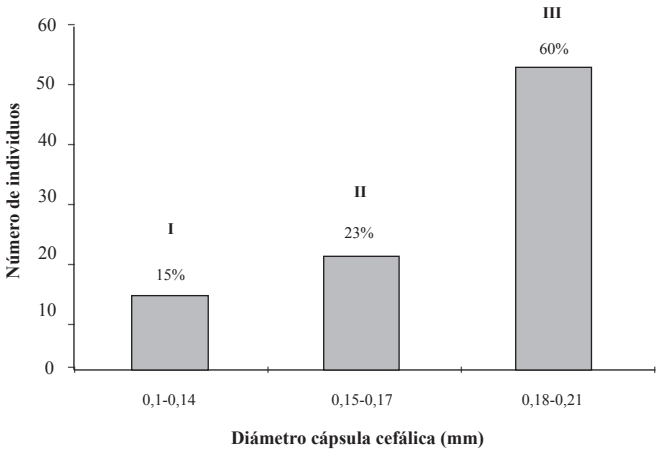


Figura 1. Intervalos de medidas a partir del diámetro de cápsula cefálica de las larvas de *S. picea* criadas en laboratorio.

Oviposición en colonias poliginas. Teniendo en cuenta la productividad de las reinas como el número de huevos puestos en 24 horas, se estableció que las reinas de colonias monoginas muestran una tendencia a ser más productivas que las reinas que se encuentran acompañadas por otras reinas en una misma colonia. Dentro de las colonias poliginas se observó ligeramente que dos reinas son más ponedoras que cuatro reinas acompañadas. El promedio de huevos por día en las reinas solitarias fue de 6,5, en colonias poliginas con dos reinas el promedio fue de 4,5 huevos y con cuatro reinas 2,4 huevos puestos (Fig. 3).

No se encontraron diferencias entre los distintos tipos de colonia (Kruskal-Wallis, H: 5.106, H_c: 5,274, P = 0,07) aunque la no significancia fue marginal (P = 0,05). Se realizaron pruebas que relacionaran colonias monoginas con cada una de las poliginas, y se encontró que entre las colonias poliginas (dos y cuatro reinas) no existen diferencias significativas (t: 1,15, gl: 27, P = 0,25). De igual forma, no existen diferencias en la postura entre reinas únicas y dos reinas (t: 0,83, gl: 24, P = 0,41). Lo contrario ocurrió con reinas únicas y poliginas de cuatro reinas, las cuales presentaron diferencias significativas en la oviposición por día (U: 23,5, N_1: 9 N_2: 12, P = 0,03). Aún así, se puede apreciar claramente una relación negativa (R^2: 0,9) entre el promedio de huevos puestos en 24 horas y el número de reinas presentes en una colonia (Fig. 3).

Discusión

Ciclo de vida y etapas larvales. Al igual que *S. picea,* otros ejemplos de hormigas de interés son *Paratrechina fulva* Mayr, 1862 que bajo condiciones de laboratorio (27ºC, 80% H. R.) en su desarrollo de huevo a adulto, comprende de 23 a 50 días, considerado un tiempo corto comparado con otros miembros de Formicinae (Arcila *et al.* 2002b). El tiempo límite en días para larvas de obreras en la subfamilia Myrmicinae es: huevo 6-29, larva 5-44, pupa 8-28 (Wheeler y Wheeler 1976). Para la "hormiga roja de fuego", *Solenopsis invicta*, dependiendo de la temperatura, pueden tomar de 20 a 45 días (Oklahoma Department of Agriculture 2005). En *Solenopsis molesta* el tiempo mínimo que puede alcanzar los estados de huevo, larva, prepupa y pupa son 16, 21, 2 y 13 días respectivamente, para una duración total mínima de desarrollo de 52 días (Hayes 1920).

De acuerdo con lo anterior, La duración de las etapas del desarrollo inmaduro de *S. picea,* obtenidas en condiciones de laboratorio, se encuentra dentro de los rangos observados para otras hormigas, en especial de la misma subfamilia (Myrmicinae). Además, se debe tener en cuenta que el medio artificial en que fueron mantenidas, aunque cumple requerimientos nutricionales, probablemente no replíca adecuadamente las mismas condiciones de campo. Según Wheeler y Wheeler (1976) la influencia de la temperatura, suplemento alimenticio, estación y quizás otras variables son responsables de parte de la variabilidad en las mismas especies e incluso en las mismas colonias.

El número de ínstares larvales no se ha reportado de manera generalizada para hormigas. Se conoce que para algunas especies estudiadas, ocurren desde tres, cuatro y en raras ocasiones cinco instares (Wheeler y Wheeler 1976). En *P. fulva* midiendo la variable del ancho de la cápsula cefálica mostró cuatro valores, sugiriendo cuatro ínstares larvales, tres corresponden a producción de obreras y el cuarto para machos (Arcila *et al.* 2002b). En la información recopilada para la hormiga roja de fuego se presentan cuatro ínstares larvales (Oklahoma Department of Agriculture 2005).

Reproducción. Para una máxima eficiencia en la colonia, la división de labor requiere acoplamiento entre la proporción de huevos puestos por las reinas y la disponibilidad de obreras para cuidar la cría (Tschinkel 1988). Para *S. picea*, las reinas son más productivas en presencia de altas densidades de obreras que con pocas obreras, siendo muy posible que la reina reciba mayor asistencia por parte de mayor número de obreras. La hipótesis dominante, nombrada por Tschinkel (1988) concerniente al control de la fecundidad de la reina, es que la larva tiene la prioridad sobre las reinas en la competencia por la comida y atención por parte de las obreras. Esto hace que la fecundidad de la reina esté positivamente relacionada con el número de obreras y negativamente con el número de larvas. Tschinkel (1988), al estudiar la fecundidad en colonias monoginas en *S. invicta,* encontró, a diferencia de otros trabajos, que las obreras por sí solas son incapaces de estimular la oviposición de las reinas y demostró que la proporción de huevos puestos en reinas está dependiendo fuertemente del número de larvas. Por lo tanto, la fecundidad de la reina en *S. invicta* está regulada a través de una alta especialización dependiente de la larva. Cabe mencionar que en el momento de establecer las colonias que se sometieron a prueba, se establecían más rápido cuando se adicionaban larvas, por eso todas las colonias se establecieron con muy pocas larvas (seis). En este estudio, no se evaluó la presencia de larvas, pero sí la de las obreras, las cuales influencian la postura de huevos en la reina de manera positiva, ya que mayor número de obreras proporciona más alimento para la reina y más cuidado.

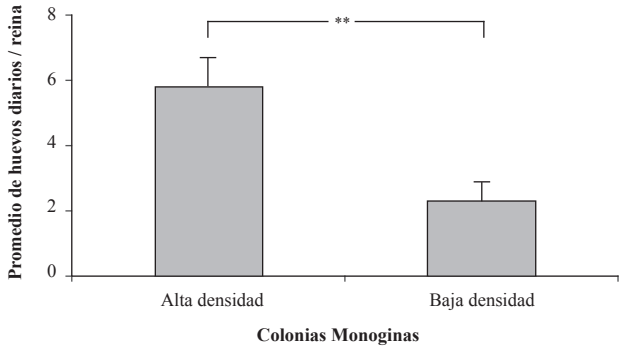


Figura 2. Promedio y error estándar de huevos puestos por reina en 24 horas en dos diferentes densidades de obreras.

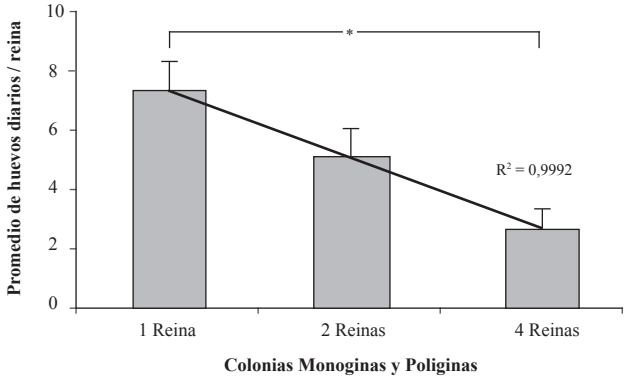


Figura 3. Promedio y error estándar de huevos puestos por reinas en colonias monoginas y poliginas en 24 horas.

El control de la fecundidad de las reinas individuales se puede deber a numerosas variables, entre ellas encontramos factores externos, como la alimentación, temperatura, humedad y fotoperiodo, factores internos relacionados con la edad de los individuos (peso) y factores sociales como el número de reinas por colonia (Arcila *et al.* 2002a). En lo que respecta a este último factor, la fecundidad de la reina es inversamente proporcional a su número en la colonia. Ejemplo de ello lo constituye *Pachycondyla villosa* (Trunzer *et al.* 1998), donde la postura de huevos fue significativamente diferente entre una sola reina y grupos de tres reinas, al igual que entre colonias de dos reinas y de tres reinas. *Paratrechina fulva* (Arcila *et al.* 2002a), *Wasmannia auropunctata* (Ulloa-Chacón 2003), *Solenopsis invicta* (Tschinkel 1988) e *Iridomyrmex humilis* (Keller 1988, esta especie en la actualidad es *Linepithema humile*) entre otras.

La disminución en la fecundidad individual de las reinas poliginas puede ser consecuencia de una cadena de hechos que finalmente afectan a la reina. En colonias poliginas de *I. humilis*, no existió evidencia de una dominancia en jerarquía entre reinas. En cambio, la diferencia en fecundidad de reinas, en poliginas así como en control de colonias monoginas, resultaba de las diferencias fisiológicas intrínsecas entre las reinas. Las reinas en colonias poliginas son menos atractivas a las obreras, de esta manera tienen menos contacto con obreras y en consecuencia, probablemente reciben menos comida que aquellas monoginas (Keller 1988; Keller y Passera 1989). Una feromona de inhibición entre reinas en la misma colonia reduce la producción de huevos o reduce la atracción de obreras a las reinas bajo condiciones poliginas, las cuales causan decrecimiento en la alimentación y por ende a la reducción en la tasa de oviposición en *P. fulva* (Arcila *et al.* 2002a). En *W. auropunctata* la menor oviposición por reina se produce como consecuencia de una menor coordinación y eficiencia entre obreras de sociedades poliginas (Ulloa-Chacón 2003).

Es posible considerar que una reina pueda resultar más atractiva que otras y por ende recibir mayor atención por parte de las obreras. De esta manera, reinas en colonias poliginas estarían compitiendo, no solo por una jerarquía reproductiva, sino también por alimento y otros cuidados. Muy similar ocurre en sociedades monoginas donde la competencia por la atención de la obrera es entre reinas y larvas.

Una o varias reinas que se encuentren menos atendidas por las obreras recibirán menos alimento y cuidado que reinas más atractivas. Por consiguiente el número de huevos puestos será menor. Observaciones que puedan apoyar este hecho se encontraron en una colonia poligina de dos reinas en particular, en la cual la postura de una de ellas (25 huevos) fue muy por encima de su compañera (un huevo). Estos datos contribuyeron de manera contundente a la variación; y son consistentes con la explicación propuesta.

Durante el presente estudio, cuando se intentó constituir más colonias de cuatro o dos reinas, se observaron dos situaciones particulares: por un lado una o varias reinas sin atención, desplazadas del nido artificial de yeso hasta llegar a morir, y por el otro agresividad hacia la reina por parte de las obreras hasta encontrar una de las reinas descuartizada. En la literatura se reporta que en la mayoría de casos estudiados con varias especies de hormigas, la fundación de la colonia con múltiples reinas se reducen a una sola reina ponedora, por lo menos dentro las áreas locales del nido, poco después de la primera eclosión de las obreras (Hölldobler y Wilson 1990). Estas obreras eliminan el exceso de reinas, o las reinas se agreden y eliminan entre sí. Cuando la colonia tolera otras reinas inseminadas cerca de la asociación con la primera ponedora, el desarrollo de sus ovarios son usualmente suprimidos (Hölldobler y Wilson 1990).

Teniendo en cuenta la fecundidad de las reinas de *S. picea*, basado en lo observado, el tipo de colonia en que la reina es más productiva es en sociedades con altas densidades de obreras con una única reina, incluso hasta grupos de dos reinas. Esto significa que, aunque en campo se encuentran colonias con entre dos y cinco reinas en condiciones naturales, es muy posible que estas colonias puedan sufrir una reducción del número de sus reinas para épocas que deben ser más productivas en términos de número de huevos.

El intervalo de postura en general, bajo condiciones de laboratorio, de una reina era de 0-35 huevos por día en monoginas y de 0-25 en poliginas. Esto significa que existe un potencial reproductivo muy alto para la especie. En *W. auropunctata* el intervalo varía de 16 a 41 huevos reina por día en monogina y en poligina entre cinco a 25 huevos reina por día (Ulloa-Chacón 2003). La diferencia se logra apreciar en el promedio. Mientras en *S. picea* en colonias monoginas el promedio fue de 6,5 huevos reina por día, en monoginas de *W. auropunctata* fue de 27,4 huevos reina por día y en poliginas de 12,3 huevos reina por día (Ulloa-Chacón 2003). En *P. fulva* el promedio en monoginas fue de 21 huevos y en hexaginas (seis reinas por colonia) fue de 8,2 huevos reina por día.

De todo lo anterior se puede deducir que *S. picea* se comporta reproductivamente en forma similar a otras especies de hormigas tropicales estudiadas en condiciones homologables. Aunque la especie es un poco más susceptible a la manipulación, es de fácil recuperación una vez se deja de manipular, y así lo evidencian dos colonias en laboratorio establecidas con anterioridad (dos años) a este estudio.

S. picea no presenta una alta poliginia y se encuentra naturalmente con más frecuencia en colonias monoginas. Por lo observado en este estudio y combinando los datos recopilados en campo y laboratorio, es probable que se presente en esta especie, una fundación de la sociedad acompañada con múltiples reinas (pleometrosis) pero sobreviviendo al final una reina (monogina secundaria).

Con miras al control biológico, ya se conoce el tipo de colonias que son más productivas en términos de número de obreras. Si se asume que el consumo de broca es directamente proporcional a la cantidad de obreras que tenga la colonia, va a ser más ventajoso mantener en el cafetal sociedades monoginas (o diginas) con altas densidades de obreras. El ciclo de vida no es muy largo y se podría esperar que estas sociedades alcancen grandes tamaños en periodos relativamente cortos. Faltaría conocer las condiciones que estimulan la aparición de reproductores de *S. picea*, ya que en el tiempo de estudio no se observó el nacimiento de ningún reproductor en cautiverio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Patricia Chacón, Angela Arcila y Leonardo Rivera del grupo de investigación en biología, ecología y manejo de hormigas de la Universidad del Valle, por compartir su experiencia y conocimiento, a Carlos Cultid, Patricia Cadena, Paola Gonzáles y Jennifer Girón por la colaboración en campo. A José Pacheco de la Universidad de Texas, por identificar *S.* cf. *picea*, Miguel Márquez y María Cristina Gallego que establecieron las primeras colonias dos años antes, a la Universidad del Valle y a la Sociedad Colombiana

de Entomología por la financiación de este proyecto mediante las becas a estudiantes de pregrado.

Literatura Citada

AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SHULTS, T. R. (eds.). 2000. Ants: Standard methods for measuring & monitoring biodiversity. Smithsonian Institution. Washington, D. C. 280 p.

ARCILA, A. M.; ULLOA-CHACÓN, P.; GÓMEZ, L. A. 2002a. Factors that influence individual fecundity of queens and queen production in crazy ant *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology 39 (2): 1-12.

ARCILA, A. M.; GÓMEZ, L. A.; ULLOA-CHACÓN, P. 2002b. Immature development and colony growth of crazy ant *Paratrechina fulva* under laboratory conditions (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology 39 (2): 307-321.

ARMBRECHT, I. 2003a. Habitat changes in Colombian coffee farms under increasing management intensification. Endangered Species Update 20 (4-5): 129-208.

ARMBRECHT, I. 2003b. Diversity and function of leaf litter ants in Colombian coffee agroecosystems. Tesis de Doctorado. Ann Arbor, Michigan. Universidad de Michigan. Escuela de Recursos Naturales y Ambiente. 242 p.

ARMBRECHT, I.; PERFECTO, I. 2003. Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment 97: 107-115.

ARMBRECHT, I.; GALLEGO, M. C. (en prensa). Testing ant predation on the coffee berry borer in shaded and sun coffee plantations in Colombia. Entomologia Experimentalis et Applicata.

ARMBRECHT, I.; RIVERA, L.; PERFECTO, I. 2005. Reduced diversity and complexity in the leaf litter ant assemblage of Colombian coffee plantations. Conservation Biology 19 (3): 897-907.

GALLEGO, M. A. 2004. La función depredadora de hormigas asociadas a cafetales cultivados bajo dos niveles de sombrío (Apía, Risaralda). Tesis de Maestría. Cali-Colombia, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 71 p.

GALLEGO, M. C.; ARMBRECHT, I. 2005. Depredación por hormigas sobre la broca del café en cafetales cultivados bajo dos niveles de sombra en Colombia. Revista Manejo Integrado de Plagas, Costa Rica 76: 1-9.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.; RYAN, P. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontología Electrónica 4: 1-9.

HAYES, W. P. 1920. *Solenopsis molesta* Say (Hym.): A Biological Study. Kansas State Agricultural College Manhattan, Kansas. 55 p.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. 1990. The Ants. Springer-Verlag: Estados Unidos. 732 p.

KASPARI, M. 2000. A primer on Ant Ecology, pp. 9-24. En: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E.; Shultz, T. R. (eds.). Ants: Standard methods for measuring & monitoring biodiversity. Smithsonian Institution. Washington and London.

KELLER, L. 1988. Evolutionary implications of polygyny in the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae): an experimental study. Animal Behaviour 36: 159-165.

KELLER, L.; PASSERA, L. 1989. Influence of the number of queens on nestmate recognition and attractiveness of queens to workers in the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr). Animal Behaviour 37: 733-740.

KELLER, L.; CHERIX, D.; ULLOA-CHACÓN, P. 1989. Description of a new artificial diet for rearing ant colonies as *Iridomyrmex humilis*, *Monomorium pharaonis* and *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera; Formicidae). Insectes Sociaux 36 (4): 348-352.

MOGUEL, P.; TOLEDO, V. M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology 13 (1): 11-21.

OKLAHOMA DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2005. The biology of red imported fire ants (Brochure). Web: http://www.ento.okstate.edu/fireants/rifabiology2.pdf. Fecha última consulta: [21 noviembre 2005].

RISCH, S. J.; CARROLL, R. 1982. Effect of a keystone predaceous ant, *Solenopsis geminata,* on arthropods in a tropical agroecosystem. Ecology 63 (6): 1979-1983.

RIVERA, L. F. 2003. Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales bajo diferentes manejos de sombra. Tesis de pregrado. Cali-Colombia. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. 56 p.

SWIFT, M. J.; VANDERMEER, J.; RAMAKRISHNAN, P. S.; ADERSON, J. M.; ONG, C. K.; HAWKINS, B. A. 1996. Biodiversity and Agroecosystem Function, pp. 261-298. En: Mooney, H. A.; Cushman, J. H.; Medina, E.; Sala, O. E.; Schulze, E. D. (eds.). Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective. UNEP.

TRUNZER, B.; HEINZE, J.; HÖLLDOBLER, B. 1998. Cooperative colony founding and experimental primary polygyny in the ponerine ant *Pachycondyla villosa*. Insectes Sociaux. 45: 267-276.

TSCHINKEL, W. R. 1988. Social control of egg-laying rate in queens of the fire ant, *Solenopsis invicta*. Physiological Entomology 13: 327-350.

ULLOA-CHACÓN, P. 2003. Biología Reproductiva de *Wasmannia auropunctata* (R.) (Hymenoptera: Formicidae). Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. 27 (104): 441-447.

VARÓN, E. H. 2002. Distribución espacio-temporal de hormigas con potencial como depredadoras de *Hypothenemus hampei* e *Hypsipyla grandella*, en sistemas agroforestales de café, en Costa Rica. Tesis de postgrado. Turrialba-Costa Rica, Centro Agronómico de Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación. 97 p.

VÉLEZ, M.; BUSTILLO, A. E.; POSADA, F. J. 2001. Hormigas de la zona central cafetera y perspectivas de su uso en el control de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) En: XXVIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Libro de Resúmenes. Pereira, Colombia. p. 51.

VÉLEZ, M.; BUSTILLO, A. E.; MONTOYA, E. C. 2003. Depredación de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) por *Solenopsis geminata* y *Gnamptogenys* sp. (Hymenoptera: Formicidae) en: XXX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Libro de Resúmenes. Cali, Colombia. p. 75.

WAY, M. J.; KHOO, K. C. 1992. Role of Ants in Pest Management. Annual Review of Entomology. 37: 479-503.

WHEELER, G. C.; WHEELER, J. 1976. Ant Larvae: Review and Synthesis. 7. The Entomological Society of Washington. 108 p.

Recibido: 05-may-2006 • Aceptado: 26-abr-2007

Del carnaval al estereoscopio: *Zeromastax* (Orthoptera: Eumastacidae), un nuevo género de saltamontes payaso

From the carnival to the stereoscope: *Zeromastax* (Orthoptera: Eumastacidae), a new genus of clown grasshoppers

MITZY F. PORRAS[1]

Resumen. La identificación en eumastácidos se basa en el estudio de la genitalia; sin embargo, *Zeromastax selenesii* n. sp., perteneciente al nuevo género *Zeromastax*, presenta caracteres que lo diferencian fácilmente de los otros eumatácidos. El nuevo taxón se caracteriza por la siguiente combinación de caracteres: (1) diez segmentos antenales, (2) espina en la parte ventral del fémur posterior, (3) espina móvil en la parte distal-posterior de la tibia, (4) micróptero, (5) esclerito subepifálico. El nuevo género es un intermedio entre las familias Eumastacidae y Episactidae, debido a la presencia del esclerito subepifálico.

Palabras clave. Genitalia. Esclerito subepifálico. Colombia. Patrón de coloración. Neotrópico.

Abstract. The identification in eumastacids is based on the study of genitalia; however, *Zeromastax selenesii* n. sp., belonging to the new genus *Zeromastax*, presents characters that easily differentiate it from the other eumastacids. The new taxon is characterized by the following combination of characters: (1) ten antennal segments, (2) spine in the ventral part of the posterior femur, (3) moveable spur in the distal-posterior part of the tibia, (4) micropterous, and (5) subepiphallic sclerite. The new genus is an intermediate between the families Eumastacidae and Episactidae, due to the presence of the subepiphalic sclerite.

Key words. Genitalia. Subepiphallic sclerite. Colombia. Coloration pattern. Neotropics.

Introducción

Como integrantes de un carnaval, los saltamontes payaso exhiben una combinación ecléctica de colores amarillos, rojos, verdes y azules metálicos. Esta familia Eumastacidae se puede reconocer fácilmente dentro del suborden Caelifera por su talla pequeña y forma alargada, patas posteriores que forman un ángulo casi recto con el plano vertical del cuerpo, antenas más cortas que los fémures anteriores, y a nivel de complejo fálico presenta los escleritos epifálico, endofálico, y ectofálico (Descamps 1973a). En términos generales se encuentran distribuidos desde el nivel del mar hasta casi 3.000 m de altitud, en sitios húmedos, más o menos abiertos, con vegetación variada (Descamps 1971, 1973b).

Eumastacidae hace parte de la superfamilia Eumastacoidea junto con: Chorotypidae, Euschimidtiidae, Mastacideidae, Morabidae, Proscopiidae, Thericleidae y Episactidae. Eumastacidae y Episactidae comparten numerosos caracteres pero Episactidae difiere de Eumastacidae en el fastigio prolongado, número de segmentos antenales (igual o inferior a diez) y complejo fálico con esclerito subepifálico. Episactidae comprende cuatro subfamilias, dos de ellas en Centro América (Rowell 1997). Debido a la combinación de caracteres anatómicos poco usuales, se presentan géneros monotípicos en ambas familias, como *Gymnotettix*, *Lethus* y *Sananderia* en Eumastacidae y *Antillacris* en Episactidae.

En este artículo se describe un nuevo género, encontrado en el departamento de Cundinamarca en la parte Occidente de la Sabana de Bogotá, que constituye un intermedio entre Episactidae y Eumastacidae.

Materiales y Métodos

Se utilizó un estereoscopio marca Nikon SMZ 2T, con micrómetro ocular y cámara clara. De acuerdo con Rowel y Bentos-Pereira (2001) se realizaron mediciones de: longitud del fastigio al final de la tegmina, longitud del fastigio al final del abdomen, longitud de la prozona, longitud de la mentazona, longitud del pronoto, ancho del pronoto, ancho del fémur posterior, largo del fémur posterior, largo de la tegmina, diámetro del ojo, distancia interocular, ancho de la cabeza (gena-gena) y largo de la antena.

Las genitalias se anatomizaron y trataron con KOH al 10% y se guardaron junto a los ejemplares correspondientes con la numeración MFP nº 017, MFP nº 018, MFP nº 104 y MFP nº 105.

Taxonomía

Zeromastax n. gen.

(Figs. 1-3)

Especie tipo: *Zeromastax selenesii* n. sp.

Etimología: *Zero*, nombre neutro, significa vacío; *Mastax* (griego), boca o mandíbula, sufijo usado comúnmente en los nombres genéricos de eumastácidos.

Diagnosis: Diez segmentos antenales, espina ventral en el fémur posterior, espina móvil en la parte distal-posterior de la tibia, micróptero, complejo fálico con esclerito subepifálico.

Distribución geográfica: Conocida únicamente de Cundinamarca, Colombia.

Zeromastax selenesii n. sp.

Holotipo ♂: COLOMBIA. Cundinamarca. Subachoque Vda. La Hondura-Chingafrío, El Rosal, 74° 15' W 4° 50' N. 2650 m. M. Porras. MFP nº 017. 25-feb-2006. Depositado en la colección del Instituto de Ciencias Naturales [ICN OR 00520].

1 Estudiante Biología, Universidad Nacional de Colombia. *mfporrasbe@unal.edu.co*

Paratipos: Cuatro ♀ (MFP nº 018, MFP nº 105, MFP nº 106, MFP nº107) y cuatro ♂ (MFP nº 104, MFP nº 108, MFP nº 109, MFP nº 110): COLOMBIA Cundinamarca. Subachoque Vda. La Hondura-Chingafrío, El Rosal,74° 15' W 4° 50' N. 2650 m. M. Porras. LWG. 25-feb-2006. Depositados en la colección del Instituto de Ciencias Naturales [ICN OR 00521 a 00528].

Etimología: Especie dedicada a Selene Alarcón, amiga y compañera de la Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle.

Diagnosis: Macho. Diez segmentos antenales, fastigio poco pronunciado, vértex con manchas pareadas color azul, tegumento rugoso; espina ventral en el fémur posterior; espina móvil en la parte posterior de la tibia; micróptero, alas coriáceas; placa subgenital dividida en dos con terminación aguda apicalmente, complejo fálico con esclerito subepifálico presente.

Descripción:
Cabeza. Ojos globosos, color negro. Antenas con diez segmentos; cada uno de los segmentos presenta color marrón en la parte basal y amarillo en la parte distal. Escapo y pedicelo amarillos, escapo dos veces más largo que cualquier segmento antenal. En vida estas áreas son de color rojo.

Fastigio poco pronunciado con sutura medial proyectada hasta el occipucio, bordes redondeados, elevados y unidos a las carenas de la frente, color azul. Vértex color negro con seis pares de puntos azules, rodeando el ojo (Fig. 1B). Ocelo medio pequeño, frente con tegumento rugoso. Gena con dos suturas transversales y protuberancias hacia la parte postero-inferior, tegumento rugoso, coloración azul hasta la parte posterior del ojo a partir de allí color negro (Fig. 1C).

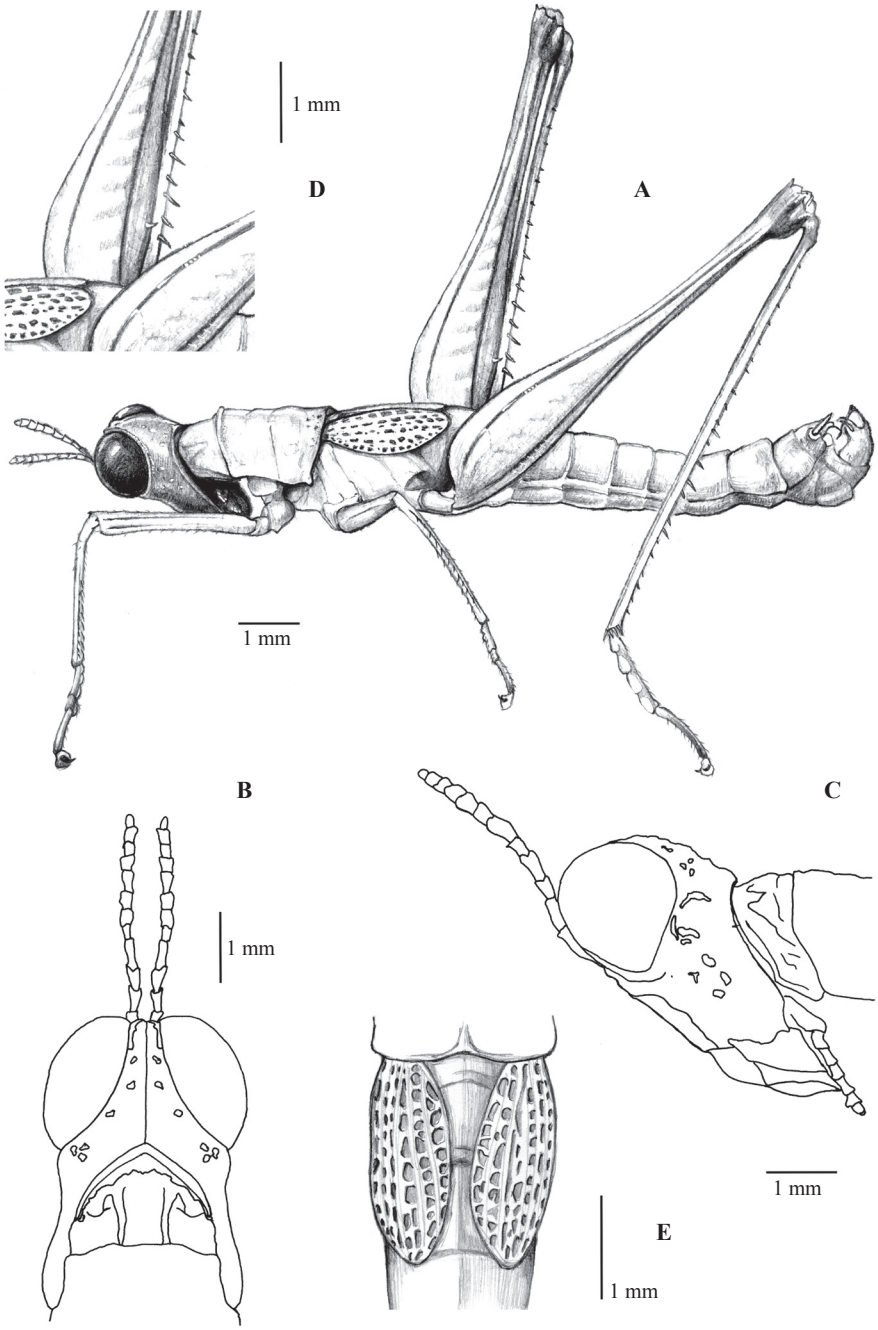


Figura 1. *Zeromastax selenesii* n. sp. ♂. **A.** Habitus. **B.** Cabeza en vista dorsal. **C.** Cabeza en vista lateral. **D**. Pata posterior. **E**. Alas.

Tabla 1. Dimensiones y morfometría de *Zeromastax selenesii* n. sp.

Carácter	Macho (mm)	Hembra (mm)
Largo del fastigio al final de la termina	8,15	8,35
Largo del fastigio al final del abdomen	15,0	19,0
Largo de la prozona	1,55	1,7
Largo de la mentazona	0,6	0,8
Largo del pronoto	2,45	2,5
Ancho del pronoto	1,75	2,25
Ancho del fémur posterior	1,7	1,8
Largo del fémur posterior	10,0	11,65
Largo de la tegmina	2,15	3,35
Diámetro del ojo	1,85	1,4
Distancia interocular	2,25	2,35
Ancho de la cabeza (gena-gena)	1,75	2,1

Tórax. Pronoto: Zonas pronotales subdivididas en vista dorsal, carena media intersectada por el sulcus principal que separa la prozona de la metazona. Prozona con un sulcus oblicuo. Metazona elevada, con tegumento rugoso, color azul. En vista lateral el borde superior de la parte anterior se proyecta en forma diagonal formando un ángulo obtuso con el borde inferior. Sutura semioblicua con bifurcación proyectada hacia la parte posterior ubicada cerca de la mitad de la prozona. Sulcus principal extendido hasta la parte inferior del lóbulo lateral. Borde posterior con una curva proyectada hasta el vértice inferior, formando un ángulo recto. Membrana pronoto-pleural con espina ubicada en el vértice inferior del pronoto. Patas con franjas de color azul, rojo y verde en vida, fémur de la pata posterior con espina entre carinula y carena inferior; espina móvil ubicada en la parte distal posterior de la tibia (Fig. 1D). Micróptero, alas coriáceas proyectadas hasta el primer segmento abdominal, venación color azul, áreas membranosas color negro (Fig. 1E).

Abdomen. Línea media proyectada hasta el séptimo segmento; en vista dorsal, cuarto segmento con cuatro sedas sobre la línea media, quinto segmento con tres sedas, sexto segmento con tres sedas y dos ubicadas hacia las partes laterales de la línea media. En vista lateral color azul hasta la zona media, desde allí color amarillo hasta la parte inferior. En vista ventral, color amarillo.

Placa subgenital redondeada en la parte posterior y elevada dorsalmente, con largas y numerosas sensilas, en vista axial dividida en dos hacia el ápice (Fig. 2A, B), cercos cónicos en posición horizontal. Complejo fálico: esclerito ectofálico (Fig. 3F), redondeado en vista dorsal, visto dorsal y lateralmente, agudo hacia la parte posterior. Saco subepifálico con dentículos, esclerito del saco extendido ventralmente cerca del 61% de la superficie del epifalo (Fig. 3C). Epifalo esclerotizado, placa sensorial extendida de extremo a extremo, con tres curvas pronunciadas hacia los lados, la última presenta una punta que se separa del resto del esclerito, base de los *lophis* larga e irregular, ápice subcuadrado (Fig. 3A, B). Esclerito endofálico esclerotizado hacia el borde interior, con curvas leves, extremos de los brazos agudos (Fig. 3E). Saco eyaculatorio alargado con dentículos y pliegues longitudinales y transversales.

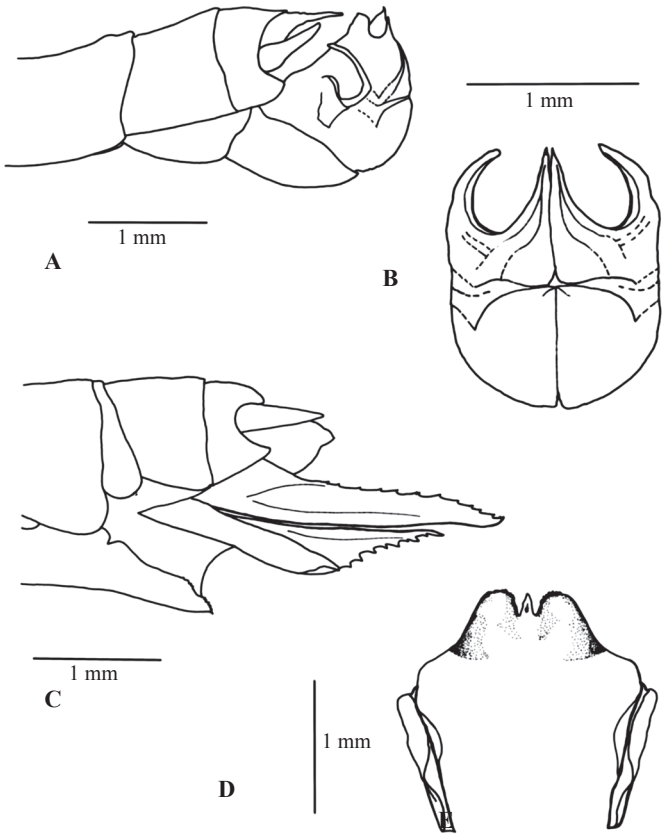


Figura 2. *Zeromastax selenesii* n. sp. ♂. **A**. Placa subgenital vista lateral. **B.** Placa subgenital ♂ vista axial. **C.** Placa subgenital ♀ vista lateral. **D.** Placa subgenital ♀ en vista ventral.

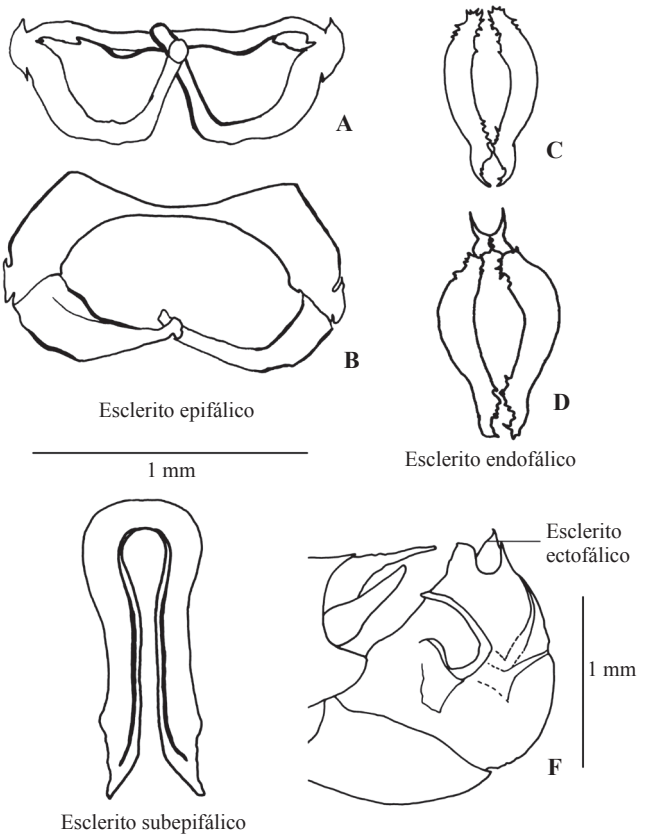


Figura 3. *Zeromastax selenesii* n. sp. ♂. **A.** Esclerito epifálico. **B.** Esclerito epifálico vista axial. **C.** Esclerito subepifálico. **D.** Esclerito subepifálico con proyecciones. **E.** Esclerito endofálico. **F.** Esclerito ectofálico.

Placa subgenital de la hembra: Apicalmente dividida en dos, puntas redondeadas y entre ellas se ubica una punta aguda (Fig. 2C, D); ducto del espermatóforo largo. Valvas del ovipositor dentadas (Fig. 2C). Dimensiones y morfometría en la Tabla 1.

Discusión

La definición de *Zeromastax* gen. n. parte de caracteres de anatomía externa. El fastigio poco pronunciado y las carinulas de la frente continuas con bordes laterales del fastigio acercan a este saltamontes a la subfamilia Eumastacinae, pero difieren de ella en dos caracteres: *Z. selenesii* presenta tegumento rugoso y diez segmentos antenales. En Eumastacinae el tegumento es liso y el número de segmentos es mayor a doce. La pata posterior presenta una espina en la parte ventral del fémur, ubicada aproximadamente cerca de la mitad y una espina móvil en la parte distal-posterior de la tibia. La división de las placas subgenitales en hembras y machos de *Zeromastax* es característica en las subfamilias Morseinae, Temnomastacinae y Pseudomastacinae pero *Zeromastax* no comparte completamente los demás caracteres de estas subfamilias.

La estructura general del complejo fálico de Eumastacidae consiste esencialmente en un cilindro corto de membrana, la membrana ectofálica, cerrada en el extremo posterior. Dentro de ella se ubican los escleritos ectofálico, epifálico y endofálico. En *Zeromastax* además de los escleritos mencionados se presenta el esclerito subepifálico, carácter que comparte con la familia Episactidae. La membrana en que se ubican los escleritos se dobla dorsalmente para formar una cubierta visible del *palium*. El punto en el cual la membrana se dobla ventralmente se determina por una serie de estructuras endurecidas; se dobla en un área con varios grados y formas de esclerotización (Rowell y Bentos-Pereira 2001).

Las membranas son un carácter importante en el análisis del complejo fálico ya que es posible que reflejen un carácter ontogénico de las estructuras. En la mayoría de la especies la membrana forma un pliegue profundo parcialmente esclerotizado, dirigido hacia la parte posterior llamado saco subepifálico (Rehn y Grant 1958), que cubre parcialmente el canal genital (Rowell y Bentos-Pereira 2001). *Zeromastax* presenta una estructura fuertemente esclerotizada separada de los escleritos ectofálico, epifálico y endofálico, ubicada en la parte inferior de este saco subepifálico, el esclerito subepifálico.

Por todas estas razones *Zeromastax* puede ser considerado como un género aislado pues no presenta la mayoría de caracteres de alguna de las subfamilias, y debido a la presencia del esclerito subepifálico es un eslabón entre las familias Eumastacidae y Episactidae. *Z. selenesii* es una especie que presenta plasticidad fenotípica, ya que expresa variaciones en el tamaño de uno a dos milímetros aproximadamente y el esclerito subepifálico puede extenderse 0,3% más, debido a dos proyecciones laterales agudas; en el interior de esta parte se ubican dos orificios (Fig. 3D); los extremos apicales de los segmentos antenales pueden ser rojos o marrón. Dichas variaciones se presentan en la estación seca y se observan en los machos; en las hembras sólo varia el tamaño. Los demás caracteres no varían.

Agradecimientos

A las siguientes personas por su colaboración en la fase de campo: F. Becerra, P. Suárez, V. Capera, A. Chautá, Z. Rojas, J. Bernal. Por su continua ayuda y sugerencias en el manuscrito a A. Bentos y especialmente a F. Fernández. También agradezco por sus sugerencias y colaboración en la parte gráfica a J. C. Pinzón.

Literatura Citada

DESCAMPS, M. 1971. Les Eumastacidae de Colombia Révision dès Paramastacinae y Eumastacinae (Acridomorpha, Eumastacoidea). Caldasia 11 (51): 99-192.

DESCAMPS, M. 1973a. Diagnoses et signalisations d´Eumastaciodea (Orth). IV Amérique. Annales de la Société Entomologique de France 9 (4): 943-974.

DESCAMPS, M. 1973b. Révision des Eumastacoidea aux échelons des familles et des sous-familles (genitalia, répartition, phylogénie). Acrida 2: 161-29.

REHN, G.; GRANT, J. 1958. The phallic complex in the subfamilies of New World Eumastacidae and the family Tanaoceridae. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 110: 301-319, p. 26-30.

ROWEL, C. H. F. 1997. Episactidae: Las Familias de insectos de Costa Rica. http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto34.html. Fecha último acceso: [20 marzo 2007].

ROWELL, C. H. F.; BENTOS-PERIERA, A. 2001. Review of genus *Homeomastax* (Eumastacinae, Eumastacidae, Eumastacoidea, Orthoptera) with a new species. Journal of Orthoptera Research 10: 209-254.

Recibido: 10-jul-2006 • Aceptado: 27-abr-2007

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 74-76 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9319

Capacidad de depredación y comportamiento de *Alpaida veniliae* (Araneae: Araneidae) en el cultivo de arroz

Predation capacity and behavior of *Alpaida veniliae* (Araneae: Araneidae) in the rice crop

ENRIQUE SAAVEDRA DE C.[1], EDUARDO FLÓREZ D.[2], CLAUDIO FERNÁNDEZ H.[3]

Resumen. Mediante el índice de Ivlev se estableció la selectividad de *A. veniliae* sobre las presas *Conocephalus* sp. (Tettigoniidae) y *Hortensia similis* (Cicadellidae). Las presas reales se determinaron mediante censos visuales en transectos. Para determinar la tasa de consumo de presa/araña/día, se revisaron 10 telas de arañas en campo, contabilizando las presas capturadas y tomando el tiempo utilizado desde la captura de la presa hasta el consumo final. Los resultados indicaron que no hubo selectividad hacia *Conocephalus* sp. (Ivlev = 0,08), la presa más abundante en el cultivo y en las telas. Para *H. similis* el índice de selectividad fue 0,92, indicando una preferencia marcada. La tasa de consumo de *A. veniliae* sobre *Conocephalus* sp. fue de 7,7 presas/día y en *H. similis* de 5,8 presas/día. Desde el punto de vista ecológico, los hábitos depredadores de A. veniliae tendrían fuertes implicaciones en la regulación de las poblaciones de estas dos especies fitófagas en el agroecosistema de arroz secano mecanizado.

Palabras clave. Dieta. Selectividad. Arañas.

Abstract. Using the Ivlev index, the selectivity of *A. veniliae* on its prey species *Conocephalus* sp. (Tettigoniidae) and *Hortensia similis* (Cicadellidae) was established. Potential prey species were determined through visual censuses in transects. To establish the consumption rate/spider/day, ten spider webs were visually examined in the field, measuring the number of prey captured and the time used from prey capture to final consumption. Results showed that there was no selectivity towards *Conocephalus* sp. (Ivlev = 0.08), the most abundant prey in the crops and webs. For *H. similis*, the selectivity index was 0.92 indicating a marked preference. The consumption rate of *A. veniliae* on *Conocephalus* sp. was 7.7 prey/day and for *H. similis* 5.8 prey/day. From the ecological point of view, the predatory habits of *A. veniliae* could have strong implications for the regulation of populations of these two phytophagous species in mechanized dryland rice agroecosystems.

Key words. Dieta. Selectivity. Spiders.

Introducción

El agricultor en la subregión del San Jorge, Sucre (Colombia) recurre a insecticidas para el control de insectos fitófagos como herramienta obligada, sin tener en cuenta los umbrales de advertencia económica y la existencia de los enemigos naturales en este agroecosistema. En la actualidad se desconocen estos reguladores biológicos, en especial las arañas que contribuyen al equilibrio de las poblaciones de los insectos asociados al cultivo del arroz que causan daño económico (Saavedra 2004). El conocimiento y la conservación de las arañas y de otros controladores naturales pueden ser alternativas importantes en el manejo integrado del cultivo del arroz.

Dentro de la fauna benéfica, la importancia económica de las arañas se debe a que son reguladoras sobresalientes de insectos fitófagos en cultivos semestrales como algodón, arroz, sorgo, soya, trigo y girasol, en cultivos anuales o perennes como cítricos, palma africana y pastizales (Fedearroz 1995; Bastidas y Triana 2001; Calixto 2004). El agroecosistema arrocero registra una amplia diversidad de enemigos naturales asociados a los insectos fitófagos con aproximadamente 77 especies, en donde las arañas representan el 12% (Pérez 2001). Esencialmente, las arañas capturan presas vivas, y debido a su condición de depredadores no específicos o generalistas (eurifagos o polífagos), pueden incluir en su dieta además de los insectos, otras arañas y algunas especies de invertebrados (Hillayard 1992; Flórez 1997).

Uno de los aspectos importantes de las arañas en los agroecosistemas que les permite desempeñarse como controladores biológicos de insectos fitófagos, es su constante presencia y relativa abundancia durante todas las fases de desarrollo del cultivo (Aguilar 1988; Pérez y Redolfi 1998; Saavedra 2004).

Observaciones efectuadas en la subregión del San Jorge sobre la araña *Alpaida veniliae* (Keyserling, 1865) en arroz secano mecanizado indican que es la especie que primero coloniza el cultivo y sus poblaciones aumentan progresivamente a medida que sus presas se incrementan. Se localiza hacia el centro o hacia la orilla de los lotes cultivados, llegando a tener una densidad promedio de 8,2 arañas por m^2. Disponen sus telas orbiculares, que pueden medir entre 20 y 40 cm de diámetro, perpendiculares al suelo, en el estrato medio y especialmente en el superior de las plantas. Por lo general esta especie se ubica en el centro de la telaraña esperando a su presa en posición vertical con dirección hacia el suelo. Cuando la temperatura en campo se incrementa, la araña aguarda en una hoja a la espera de que la presa quede atrapada en la red; una vez realizada la captura, consume la presa en un sitio fresco, preferiblemente la hoja donde aguarda (Saavedra 2004). Es catalogada como un depredador pasivo, pues construye telas como trampas para capturar a sus presas. Se han registrado eventos de depredación de *A. veniliae* sobre Cercopidae, Cicadellidae, Delphacidae, Diptera, Pyralidae y estados inmaduros de Orthoptera (Levi 1988; Cuevas 1994).

1 Ingeniero Agrónomo. Especialista. Investigación y Transferencia de Tecnología, Fedearroz, FNA. *kikesaa@hotmail.com*

2 Biólogo, M.Sc., Ph.D. (candidato). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. *aeflorezd@unal.edu.co*

3 Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor Titular Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural, Grupo de Entomología Universidad de Córdoba (GREUC). *claudiofernandezherrera@gmail.com*

A. veniliae se caracteriza por presentar el cefalotórax color anaranjado. En la parte dorsal del abdomen se hallan tres líneas blancas y pares de manchas negras en forma de puntos y en la parte ventral líneas blancas con negro en cada lado. Las patas son de color naranja con angostos anillos negros y espinas; el primer par es más largo, coincidiendo estas observaciones con las de Levi (1988). Los ojos medios anteriores y posteriores forman dos líneas unidas, los ojos laterales anteriores y posteriores también se unen formando dos líneas paralelas a la anterior. Los adultos pueden medir hasta 8,6 mm con quelíceros bien desarrollados.

Debido a que *A. veniliae* es la especie de mayor abundancia, presencia y dominancia en los cultivos de arroz en el Caribe Húmedo según los estudios realizados por Durango (1985), Palomo (1994), Echeverri y Rodríguez (1999), Saen y Vergara (2001), se planteó la presente investigación para conocer la dieta y selectividad de presas y establecer su papel como regulador de insectos fitófagos en el cultivo de arroz secano mecanizado en la subregión del San Jorge, Sucre.

Materiales y Métodos

Localización. La investigación se realizó en el municipio de San Benito Abad, localizado al sur occidente del departamento de Sucre, en la margen oriental del río San Jorge, a 30 msnm, con una temperatura promedio anual de 28°C, humedad relativa del 80% y una media pluviométrica de 1.657 mm anuales, predominando el clima Húmedo Tropical (IGAC 1986; CORPOMOJANA 2003).

Procedimiento. Las muestras de la artropofauna se obtuvieron en un área de 10.000 m^2 de un cultivo comercial de arroz de la variedad Fedearroz 473 sin aplicación de insecticidas. Los muestreos se realizaron durante los meses de junio a octubre de 2004 semanalmente a partir de los 10 hasta los 114 días de emergido (dde) el cultivo. Se tomaron 10 muestras semanales de 10 pases dobles con red entomológica en diagonales cruzadas.

Para establecer la selectividad depredadora de *A. veniliae* frente al potencial de presas presentes en el cultivo, se empleó el índice de selectividad de Ivlev (Shelly 1983), que permite establecer la selectividad de las telarañas sobre el rango de presas potenciales y la selectividad de la araña sobre el rango de presas capturadas en éstas. Los valores del índice oscilan entre –1 y 1, siendo los valores negativos indicativos de selectividad negativa, los valores positivos indicativos de selectividad positiva y los valores cercanos a cero indicadores de ausencia de selectividad. Este índice tiene como fórmula:

$$\mathbf{E = (r_i – p_i) / (r_i + p_i)}$$

Donde **r** es la proporción de una determinada presa en la dieta de la araña (presas reales), y **p** es la proporción de la presa dentro del rango de las presas potenciales (presas colectadas mediante barridos con red entomológica).

El índice de selectividad se calculó para dos especies fitófagas del cultivo del arroz *Conocephalus* sp. y *Hortensia similis* (Walker, 1851).

Para establecer cual presa potencial era presa real, se revisaron 200 telas de *A. veniliae* a lo largo del estudio, considerando como presas reales aquellas que fueron encontradas consumidas al menos en un evento de depredación.

Diariamente se evaluaron diez telas de *A. veniliae* al azar, con el fin de contabilizar las presas capturadas y consumidas por ésta durante el día. Para el cálculo de la tasa de consumo de presas/araña/día se aplicó el método propuesto por Edgar en 1970 y modificado por Nyffeler *et al*. (1987) cuya fórmula es:

$$\mathbf{b = (t_a) \ x \ (w)/ \ (t_m)}$$

Donde $\mathbf{t_a}$ es el tiempo (horas/día) disponible para la captura de presas y alimentación en condiciones naturales, **w** es la proporción de arañas con presas en una muestra y $\mathbf{t_m}$ es el tiempo (promedio) que tarda en la manipulación de una presa.

Resultados y Discusión

Durante el desarrollo del cultivo se capturaron 5.251 individuos pertenecientes a las clases Arachnida, Diplopoda e Insecta, de los cuales 1.517 fueron de *A. veniliae*.

De las 200 telas de *A. veniliae* evaluadas, 138 presentaron al menos un individuo atrapado (**PR** = 168 individuos), donde *Conocephalus* sp. y *H. similis* representaron el 23,8 % y 11,9% de presas reales y el 20,1% y 0,4% de presas potenciales respectivamente. Para *Conocephalus* sp. el valor del índice fue de 0,08, revelando que no hay una marcada selectividad, posiblemente debido a que sea una de las presas más abundantes en las telas (40 **PR**) y en el medio (1060 **PP**), entonces la araña no tiene la posibilidad de evitar su consumo. En el caso de *H. similis*, el valor del índice fue de 0,93, indicando que existe preferencia por esta especie; lo anterior se ve reflejado en que la proporción de **PP** y **PR** es muy similar, debido a que registra una baja abundancia en el medio pero presenta una alta proporción en las presas reales capturadas en las telas.

Tasa de consumo. El tiempo promedio de manipulación y consumo utilizado por *A. veniliae* sobre *Conocephalus* sp., fue de 18,7 minutos y para *H. similis* fue de 12,3 minutos, con una disponibilidad para la captura de 12 horas. Con base en estos datos y en la proporción de arañas consumiendo presas de *Conocephalus* sp., la tasa de consumo es de 7,7 individuos/araña/día. Este valor de consumo puede deberse principalmente a la alta abundancia del insecto en el medio, sin llegar a ser selectiva sobre esta presa.

La tasa de consumo sobre *H. similis* fue de 5,8 individuos/araña/día, lo cual equivaldría aproximadamente a un consumo de 174 individuos por araña al mes; estos resultados en campo se asemejan a los reportados por Cuevas (1994), quien encontró un consumo de *A. veniliae* sobre *H. similis*, en condiciones de confinamiento de cuatro individuos/araña/día (120 individuos/araña/mes).

Las evidencias de consumo referenciadas en la literatura sobre arañas tejedoras de telas orbiculares registran en promedio 178 presas/mes; dicho valor es comparable con los resultados obtenidos en este trabajo por *A. veniliae* en condiciones naturales sobre *Conocephalus* sp. y *H. similis* con un promedio de consumo en las dos especies de 202 presas/mes. Pérez (2004) registró consumos de 5,3 ninfas de *Conocephalus* sp. por cada adulto de *A. veniliae* en condiciones de arroces secano mecanizados e igualmente ninfas de ortópteros fueron observadas al ser consumidas por *A. veniliae* en cultivos de arroz en Chigorodó (Levi 1988). En síntesis, esta especie de araña consume una presa de acuerdo con su abundancia en el medio y no por que realmente la prefiera sobre el resto de presas atrapadas en la red.

Conclusiones

A. veniliae es la especie de araña con mayor densidad poblacional en los cultivos de arroz de la subregión del San Jorge, Sucre, y se constituye en el depredador con más capacidad para disminuir las poblaciones de insectos fitófagos desde las primeras etapas del desarrollo del cultivo. Su tasa de consumo diaria de 7,7 ninfas de *Conocephalus* sp. y de 5,8 *H. similis,* hacen que esta especie sea mejor estudiada dado el papel que ejerce en la regulación de especies de insectos fitófagos potencialmente limitantes en el agroecosistema arrocero.

Literatura Citada

AGUILAR, P. 1988. Las arañas como controladoras de plagas insectiles en la agricultura peruana. Revista Peruana de Entomología 31: 1-8.

BASTIDAS, H.; TRIANA, M. 2001. Las arañas depredadores de insectos fitófagos en el cultivo del arroz en Colombia. Primer seminario sobre manejo integrado de plagas agrícolas y pecuarias en los Llanos Orientales. Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN). Villavicencio, Octubre 19. pp. 1-8.

CALIXTO, A. 2004. Diversidad y conservación de las arañas en agroecosistemas; el caso del nogal en Texas. Memorias XXXI congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Bogotá. pp. 67-72.

CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA MOJANA Y EL SAN JORGE -CORPOMOJANA. 2003. Plan de gestión ambiental regional 2003-2004. San Marcos, Sucre. pp. 70-76.

CUEVAS, A. 1994. Las arañas: controladores naturales de insectos fitófagos en el cultivo de arroz en Norte de Santander. Revista Colombiana de Entomología 20 (3): 179-186.

DURANGO, J. 1985. Reconocimiento de arañas en el arroz en el Sinú Medio. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Montería. 132 p.

ECHEVERRI, J.; RODRÍGUEZ, L. 1999. Dinámica poblacional de *Tagosodes orizicolus* (Muir) en arroz (*Oryza sativa* L.) secano mecanizado en Nechí. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Montería. 80 p.

FEDEARROZ. 1995. Las arañas reguladoras de poblaciones de varios insectos. Un paso adelante en Investigación y Transferencia de Tecnología. Santa fe de Bogotá. 96-105.

FLÓREZ, E. 1997. Las arañas y la naturaleza. Memorias XXIV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. pp. 1-13.

HILLAYARD, P. 1992. Arañas. Enciclopedia de los animales, insectos y otros invertebrados. Círculo de Lectores. España. 90-99.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI-IGAC. 1986. Estudio general de suelos de los municipios de Caimito, La Unión de Sucre, Majagual, San Benito Abad, San Marcos y Sucre. Bogotá. 165 p.

LEVI, H. 1988. The neotropical orb-weaving spiders of the genus *Alpaida* (Araneae: Araneidae). Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 151 (7): 365-405.

NYFFELER, M.; DEAN, A.; STERLING, W. 1987. Evaluation of importance of striped lynx spider, *Oxyopes salticus* (Araneae: Oxyopidae) as a predator in Texas cotton. Environmental Entomology 16 (5): 1114-1123.

PALOMO, N. 1994. Fluctuación poblacional de plagas y benéficos en las variedades de arroz oryzica caribe 8 y cica 8, en el departamento de Córdoba. Tesis especialización. Universidad del Tolima. Ibagué. 92 p.

PÉREZ, C. 2001. Control biológico como alternativa para el manejo integrado de insectos fitófagos en arroz. Seminario técnico sobre manejo integrado de insectos fitófagos en el cultivo del arroz. Caucasia pp. 22-34.

PÉREZ, D.; REDOLFI, I. 1998. Las arañas (Arachnida: Araneae) como controladores biológicos en camote (*Ipomoea batata* Lam.) cultivado en la costa central del Perú. Ecología, Revista de la Asociación Peruana de Ecología 1 (1): 59-64.

SAAVEDRA, E. 2004. Abundancia de insectos en arroz, pp. 183-184. En: Robayo V., G. (ed.). Arrocero Moderno: con el Mejor Entorno Ambiental. 2. ed. Comunicaciones y Asociados, Bogotá, Colombia. 244 p.

SAEN, P.; VERGARA, J. 2001. Dinámica poblacional y enemigos naturales de *Tagosodes orizicolus* (Muir) en arroz (*Oryza sativa* L.) secano mecanizado en San Marcos (Sucre). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrícolas. Montería. 40 p.

SHELLY, T. 1983. Prey selection by the neotropical spider *Alpaida tuonabo* with notes on web site tenacity. Psyche 90: 123-133.

Recibido: 11-ene-2006 • Aceptado: 21-abr-2007

Observaciones sobre los coleópteros saproxilófilos (Insecta: Coleoptera) en Sotuta, Yucatán, México

Observations on the sapro-xylophagous beetles (Insecta: Coleoptera) in Sotuta, Yucatan, Mexico

JESÚS V. MÍSS D.[1,2] y CUAUHTÉMOC DELOYA [1]

Resumen. Entre agosto de 2003 y julio de 2004, se recolectaron los coleópteros en vegetación secundaria de ocho a 15 años de recuperación con remanentes de selva mediana subcaducifolia, en el Rancho "X'kitam", en Sotuta, Yucatán, a 21 m de altitud. Se revisaron 47 troncos y tocones al azar. En 4,2 m^3 de madera de 24 troncos revisados se obtuvieron 69 larvas, tres pupas y 65 adultos que representan 137 especimenes incluidos en las familias Cerambycidae, Curculionidae, Tenebrionidae, Melolonthidae, Passalidae, Carabidae y Elateridae. Las familias con mayor abundancia relativa fueron Passalidae (36,49%), Tenebrionidae (21,16%) y Cerambycidae (23,35%). El 71% de las familias se encuentran en el gremio de los degradadores. Se observó que conforme la descomposición avanza se diversifica considerablemente el número de familias en las etapa II y III, decreciendo en la Etapa IV. El 88% de los coleópteros xilófilos prefirieron el hábitat alboduramícola y el 12% el hábitat subcortícola. La presencia o ausencia de larvas, pupas y adultos, no estuvo relacionada con el volumen de cada tronco (r = 0,10981, g.l. = 20, P < 0,01), sino con la etapa de descomposición en la que se encuentra y la disponibilidad del recurso. La coleópterofauna saproxilófila de Sotuta, resulta ser más similar a la de Acahuizotla, Guerrero (191 especimenes en 6,5 m^3), debido a que el número de ejemplares obtenidos en ambas comunidades representan menos del 10% en comparación con su equivalente del Soconusco.

Palabras clave. Xilofagia. Descomposición troncos. Bosque tropical. Sucesión.

Abstract. From August 2003 to July 2004, beetles were collected from secondary forest aged eight to 15 years with remnants of semideciduous forest in the "X'kitam" Ranch, in Sotuta, Yucatan, at 21 m elevation. Forty-seven trunks and stumps were examined randomly. From 4.2 m^3 of wood of the 24 trunks examined, 69 larvae, three pupae and 65 adults were collected, representing 137 specimens belonging to the families Cerambycidae, Curculionidae, Tenebrionidae, Melolonthidae, Passalidae, Carabidae, and Elateridae. The families with the highest abundance were Passalidae (36.49%), Tenebrionidae (21.16%), and Cerambycidae (23.35%). Seventy-one percent of the families belong to the decomposer guild. As decomposition advances the number of families was observed to diversify considerably in stages II and III, and then decreased in stage IV. Eighty-eight percent of the xylophagous beetles preferred the sapwood and heartwood habitat, and 12% the subcorticular habitat. The presence or absence of larvae, pupae and adults was not related to the volume of each trunk (r = 0.10981, df = 20, P < 0.01), but rather to the degree of decomposition of the trunk and resource availability. The sapro-xylophagous guild of Sotuta is more similar to that of Acahuizotla, Guerrero (191 specimens in 6.5 m^3), given that the number of specimens collected in both communities represents less than 10% in comparison with the equivalent from Soconusco.

Key words. Xylophagy. Semideciduous Tropical forest. Trunk decomposition. Succession.

Introducción

Los ecosistemas tropicales albergan una rica diversidad de especies ecológica y económicamente invaluables (Sánchez y Rebollar 1999), por lo que el estudio de la entomofauna es un aspecto determinante debido al alto grado de deterioro al que están siendo sometidos estos ecosistemas. Los coleópteros y la madera muerta son dos componentes que cumplen funciones vitales en las selvas y bosques, ya que contribuyen al flujo energético a través de las diferentes cadenas tróficas (Camero 1999). De las 166 familias en que se divide el Orden Coleoptera, 90 presentan especies que se encuentran asociadas a la madera muerta, y la mayoría se alimentan o satisfacen su diferentes requerimientos en este sustrato en descomposición (Delgado y Pedraza 2002).

La madera muerta es un término común que se utiliza para referirse a las ramas derribadas, árboles muertos en pie, troncos, tocones y en general a cualquier resto xiloso que se encuentra en todo tipo de selvas. Este recurso se incorpora al ciclo de nutrientes del ecosistema a través del proceso de descomposición, en el cual la materia orgánica es transformada en sus compuestos elementales (Álvarez-Sánchez 2001). Consecuentemente, la madera muerta representa un hábitat que provee refugio, alimento y lugares de cría para una extensa variedad de especies de coleópteros. Por su parte, entre este grupo de insectos, los macro-coleópteros pueden llegar a procesar entre un tercio a una cuarta parte de los troncos podridos donde viven, como sucede con los Passalidae (Castillo y Reyes-Castillo 1997). El objetivo de este trabajo fue identificar la fauna de macro-coleópteros que se encuentra asociada a las distintas etapas sucesionales de troncos y tocones, en la vegetación secundaria y remanentes de selva mediana subcaducifolia en una localidad del estado de Yucatán, México.

Material y Métodos

El trabajo de campo se realizó en el Rancho "X'kitam" (20º 35' 45" N y 89º 00' 22" W) ubicado en la carretera Sotuta-

1 Autor para correspondencia. Instituto de Ecología, A. C. Km 2.5 carretera antigua a Coatepec 351, Congregación El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, MÉXICO. *cuauhtemoc.deloya@inecol.edu.mx*

2 Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 "Ing. José Alberto Navarrete Ruiz", Apartado Postal 53 "D" Col. Itzimna, CP 97100, Mérida, Yucatán, MÉXICO. Dirección actual: Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán, Avenida Itzaes 490, CP 97000 Mérida, Yucatán, MEXICO. *missdjv@hotmail.com*

Cantamayec Km 8, aproximadamente a 4 km de distancia de la carretera, en el municipio de Sotuta, Yucatán. Presenta una altitud de 21 m y un clima cálido sub-húmedo, con temperatura media anual de 27,5°C y precipitación anual de 1000,6 mm (INEGI 2000). La vegetación es secundaria, de ocho a 15 años de recuperación, con remanentes de selva mediana subcaducifolia. Las especies características son: *Acacia pennatula* (Schlech & Benth)*, Spondias mombin* L.*, Annona reticulata* L.*, Bursera simaruba* (L.)*, Gymnopodium floribundum* Rolfe, entre otras (Flores y Espejel 1994). Los suelos presentes en la zona son del tipo cambisol, litosol y parte de rendzina, que en la clasificación maya corresponden al K'ankab, K'ankab akalche' y tsek'el (*op. cit.*), respectivamente.

En el periodo agosto 2003-julio 2004, se revisaron 47 troncos y tocones en la selva y franjas de vegetación alrededor de milpas y caminos, escogiendo las áreas de manera no sistematizada, considerando como unidad de muestra una persona/2 horas. Se tomaron datos de la longitud, diámetro, género, especie o nombre común del árbol y número de coleópteros encontrados en sus diferentes estados de desarrollo (Morón y Terrón 1988). La identificación de los ejemplares se realizó con literatura especializada de Aalbu *et al*. (2002), Delgado *et al.* (2000), Morón *et al.* (1997), Lawrence y Newton (1995), Doyen (1972, 1988, 1989) y Watt (1974). El material colectado fue depositado en la colección entomológica del Instituto de Ecología (IEXA). Se utilizó la clasificación propuesta por Castillo y Reyes-Castillo (2003) para caracterizar las etapas de descomposición del arbolado muerto.

Los estados inmaduros colectados se colocaron en frascos de plástico, adicionándoles parte del sustrato donde fueron encontrados, para llevarlos al laboratorio y seguir su desarrollo en cautiverio. Los adultos colectados se pasaron a la cámara letal con acetato de etilo y se preservaron en alcohol etílico al 70%. Las larvas que murieron o no alcanzaron a desarrollarse hasta el estado adulto se sumergieron en líquido de Pampel durante tres horas y posteriormente se conservaron en alcohol etílico al 70%. En el laboratorio, los estados inmaduros se revisaron y asperjaron semanalmente con agua destilada.

Para determinar el volumen individual de cada tronco o tocón, se utilizó la fórmula para calcular el volumen de un cilindro: $Vc = B\ r^2 \times h$, con r^2 = radio al cuadrado, h = altura o longitud del tronco. Los 47 troncos y tocones se revisaron en su totalidad (TT) y solo 24 presentaron coleópteros (TC).

Del total de troncos con algún estado de desarrollo (TT) se analizó la abundancia de las familias colectadas así como porcentaje por cada etapa seral y por el total de troncos revisados (TC) se evaluaron las etapas serales. Para obtener la relación entre el volumen del tronco (alboduramen y corteza) y el número de ejemplares colectados se utilizó el Coeficiente de Correlación de Pearson a través del programa STATS ™ V.2 (Brigthman 2003).

Resultados

Familias obtenidas. En 4,2 m^3 de madera (TC) se obtuvieron 69 larvas, tres pupas y 65 adultos que contabilizan 137 ejemplares incluidos en siete familias de Coleoptera (Fig. 1). Las familias más abundantes fueron Passalidae (36,49%), Tenebrionidae (21,16%) y Cerambycidae (23,35%). Las especies de Passalidae identificadas fueron *Passalus (Passalus) interstitialis* Eschscholtz, 1829, *P. (Passalus) punctiger* Lepeletier y Serville, 1825, *Odontotaenius striatopunctatus* (Percheron, 1835) y *Ptichopus angulatus* (Percheron, 1835). Algunos géneros y especies identificados para Tenebrionidae fueron *Platydema* spp., *Zophobas* spp., *Isicerdes* spp., *Lobopoda* spp., *Uloma retusa* (Fabricius, 1801) y *Strongylium impressicolle* Maklin, 1864. Del total de familias, el 71% se determinaron dentro del gremio de los degradadores (Fig. 1).

Tabla 1. Comparación de los Coleoptera saproxilófilos obtenidos en cada etapa sucesional con relación a la preferencia de cada familia expresada en número de individuos. L = larva, P = pupa, A = adulto. (TC = 24).

Familia / Preferencia					
Etapa I	**N° Individuos**	**%**	**Etapa II**	**N° Individuos**	**%**
Cerambycidae	8 (5L, 3A)	73	Passalidae	14 (9L, 5A)	26
Passalidae	2 (A)	18	Cerambycidae	11 (8L, 1P, 2A)	20
Elateridae	1 (L)	9	Tenebrionidae	14 (8L, 6A)	26
			Elateridae	10 (6L, 1P, 3A)	19
			Melolonthidae	1 (L)	2
			Curculionidae	4 (A)	7
Etapa III	**N° Individuos**	**%**	**Etapa IV**	**N° Individuos**	**%**
Tenebrionidae	15 (9A, 6L)	24	Cerambycidae	7 (2L, 5A)	67
Cerambycidae	6 (4A, 2L)	10	Carabidae	1 (A)	11
Passalidae	32 (12L, 20A)	52	Passalidae	2 (A)	22
Melolonthidae	5 (2L, 1P, 2A)	8			
Elateridae	4 (2L, 2A)	6			

Relación grupo-sucesión. Las abundancias a nivel familiar con relación al grado de descomposición de la madera son: Etapa I con 13%, II con 37%, III con 31% y IV con 19%. La preferencia por familia en relación a las etapas de descomposición se analizan en el Tabla 1, considerando la abundancia porcentual para cada etapa, se puede observar que conforme la descomposición avanza, el número inicial de familias en la Etapa I (3) se diversifica considerablemente, aumentan las familias en la Etapa II (6) y III (5), decreciendo en la Etapa IV (3). Es importante mencionar que posterior a esto, la microfauna se diversifica y aumenta, como se ha observado en el bosque mesófilo de montaña al centro de Veracruz (Palacios-Vargas y Castillo 1992).

La mayoría de los coleópteros xilófilos presentaron un 88% de preferencia por el hábitat alboduramícola (Melolonthidae, Passalidae, Tenebrionidae, Cerambycidae, Curculionidae), mientras que tan solo un 12% presentó hábitos subcortícolas (Carabidae, Elateridae, Passalidae). Considerando los volúmenes individuales obtenidos de cada tronco (TT = 47), el mayor número de troncos se ubica en el intervalo comprendido entre

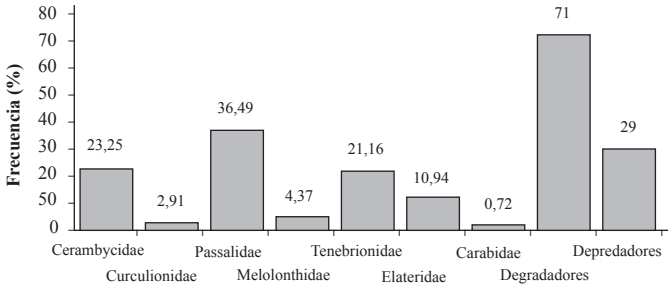


Figura 1. Frecuencia relativa porcentual de las familias saproxilófilas de Coleoptera. Se indica su proporción total en relación con su estrategia alimenticia (degradadores y depredadores), en Sotuta, Yucatán, México.

Tabla 2. Familias florísticas y lista de especies recolectadas e identificadas en Sotuta, Yucatán, México.

Familia	Nombre Maya	Especie	No Muestras Recolectadas	% Familia	% Especie	% M. Co.*
Leguminosae	Ch'imay	*Acacia pennatula* (schlecht &Cham.) Benth.	6	61	16	14
	Sak ya'ab	*Gliricida sepium* (Jacq.) Steud.	3		7	6
	Subin che'	*Acacia cornigera* (L.) Wild.	3		7	6
	Chakte'	*Caesalpinia violacea* (Miller) Standley.	3		7	6
	Waaxiim	*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt.	1		2	2
	Xu'ul	*Lonchocarpus xuul* Lundell.	1		2	2
	Tsusuk	*Diphysa carthagenensis* Jacq.	2		5	4
	K' aan Ja' abin	*Cassia racemosa* Benth.	5	8	12	11
Hernandiaceae	Ki'is che'	*Gyrocarpus americanus* Jacq.	1	8	2	2
Rubiaceae	Ki'che'	*Guettarda elliptica* Swartz.	3	8	7	6
Ebenaceae	Siliil	*Diospyros cuneata* Standley.	2	8	5	4
Bombacaceae	Pi'im	*Ceiba aesculifolia* (H.B. & K.) Britton & Baker.	3	7	7	6
Burseraceae	Chaka'	*Bursera simaruba* (L.) Sarg.	8		21	18
Troncos revisados-sin muestras			4			9
Troncos revisados-con muestras, sin nombre común y no identificadas			2			4
% Total/Familia				100		
% Total/Especie					100	
TOTAL			47			100

*M. Co.: Muestras recolectadas.

0,100-0,249 m^3 y en TC = 24 entre los 0,010-0,016 m^3 (Figs. 2, 3). Del total de troncos y tocones revisados (TT), solo un 21% presentó corteza, 52% parte de la corteza y 27% sin corteza. En relación con las etapas sucesionales de descomposición, de los 5,3 m^3 de madera revisados (TT) la mayor parte de las muestras vegetales se caracterizaron por presentar las etapas de descomposición II, III y IV, siendo la III la más frecuente (34%) y la etapa I la menos frecuente (6%) (Tabla 2). Los resultados sugieren que la presencia o ausencia de larvas, pupas y adultos, no está relacionada con el volumen de cada tronco ($r = 0,10981$, $gl = 20$, $p < 0,01$) sino con la etapa de descomposición en la que se encuentra y con la disponibilidad del recurso.

Composición florística. En la Tabla 2 se anotan las familias florísticas encontradas con el número de especies correspondientes. La familia mejor representada fue *Leguminosae*. Las especies dominantes por su biomasa fueron *Bursera simaruba, Acacia pennatula* y *Cassia racemosa* (Tabla 2). Todas las especies identificadas fueron angiospermas.

Caracterización de la madera. Con base en las propiedades físicas observadas que presentó el arbolado muerto (TC) y la clasificación de Castillo y Reyes-Castillo (2003), se obtienen los siguientes resultados:

a) Etapa I: corteza presente, la madera es dura y consistente, presenta cierta humedad, con escasa presencia de epífitas.

b) Etapa II: la corteza se desprende con cierta facilidad, la madera conserva su consistencia, no se observa un claro aumento en la cantidad de humedad, las epifitas aumentan considerablemente.

c) Etapa III: corteza presente pero adherida ó ausencia de ella, la madera es blanda, se observa un claro aumento en la cantidad de agua, varias comunidades de epifitas se presentan.

d) Etapa IV: el tronco generalmente sin corteza, la madera es muy blanda, de consistencia fibrosa o esponjosa y degradada, por lo que es muy fácil de desprender, generalmente se encuentra saturada de agua y con cantidades considerables de humus o detritos, se presenta alguna epífita.

Del total de troncos y tocones revisados (TT), solo un 21% presentó corteza, 52% parte de la corteza y 27% sin corteza. En relación con las etapas sucesionales de descomposición, de los 5,3 m^3 de madera revisados (TT) la mayor parte de las muestras vegetales se caracterizaron por presentar las etapas de descomposición II, III y IV, siendo la III la más frecuente (34%) y la etapa I la menos frecuente (6%) (Tabla 3). Considerando los volúmenes individuales obtenidos de cada tronco (TT), el volumen más frecuente se ubicó en los intervalos 0,010-0,016 m^3 (Fig. 2) y en TC entre los intervalos 0,100-0,249 m^3 (Fig. 3).

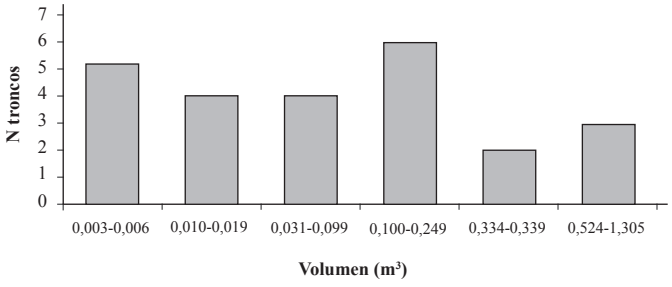


Figura 2. Número de troncos revisados (TT = 47) ordenados por intervalos, de acuerdo con su volumen individual, en Sotuta, Yucatán, México.

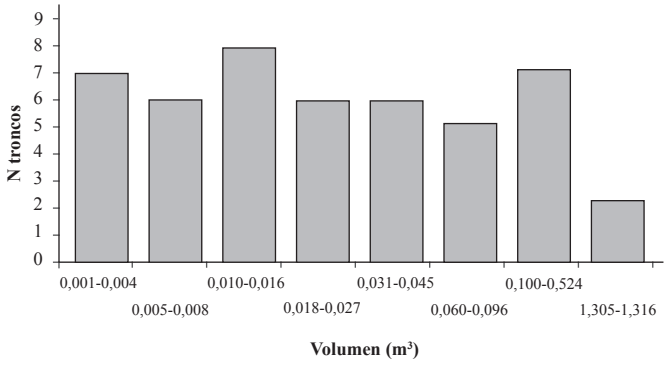


Figura 3. Número de troncos con coleópteros (TC = 24) de acuerdo con su volumen individual, en Sotuta, Yucatán, México.

Tabla 3. Análisis de los troncos revisados (TT) y de los que presentaron coleópteros en algún estado de desarrollo (TC), con sus respectivos volúmenes en cada etapa de sucesión en Sotuta, Yucatán, México.

Análisis del arbolado muerto			
Etapa de sucesión	**Tronco (TT = 47)**	**Frecuencia/ Etapa%**	**Volumen (m^3)**
I	3	6	0,172754
II	15	31	0,923483
III	16	34	2,408103
IV	13	29	1,804422
Etapa de sucesión	**Tronco (TC = 24)**	**Frecuencia/ Etapa**	**Volumen (m^3)**
I	3	13	0,11064
II	9	37	0,91486
III	7	29	1,44681
IV	5	21	1,75258

Discusión

Considerando que en el Soconusco, Chiapas se obtuvieron 2.551 ejemplares en 22,3 m^3 de madera muerta (Morón *et al.* 1988), 1.678 en Manantlán, Jalisco y 191 ejemplares en Acahuizotla, Guerrero en 6,5 m^3 de madera muerta (Delgado-Castillo y Deloya 1990) la abundancia de la coleopterofauna saproxilófila de Sotuta (136 ejemplares en 4,2 m^3), resulta ser similar a la de Acahuizotla, debido a que el número de ejemplares obtenidos en ambas comunidades, representan menos del 10% en comparación con su equivalente del Soconusco. Sin duda, considerando el tipo de comunidad vegetal, la altitud, el clima, los suelos, el grado de perturbación del ecosistema, la disponibilidad de troncos en el área, los períodos de sequía, la extracción anual del recurso (repartido en 64 troncos en la milpa, 29 del solar y 30 troncos de la selva) y la pérdida periódica de follaje, son factores que condicionan que la composición de la entomofauna saproxilófila cambie en forma considerable, como sucede en las selvas tropicales caducifolia y subcaducifolia de Acahuizotla y Sotuta.

En relación con la perturbación del ecosistema Grove (2002), menciona que la mayoría de las alteraciones que se ocasionan a las selvas tropicales, se reflejan en la disminución o modificación de selvas maduras. Por ejemplo en la actualidad, la mayoría de las selvas en Yucatán han sido sustituidas por paisajes de tipo secundario debido a las actividades agrícolas, forestales y asentamientos humanos principalmente (Mariscal 1999; Sánchez y Rebollar 1999). Por lo tanto, la pérdida de árboles con un diámetro grande puede causar diferencias en la composición de la fauna de escarabajos saproxílicos (Grove 2002), como sucede en las selvas tropicales caducifolia y subcaducifolia de Acahuizotla y Sotuta.

A lo anterior hay que agregar que también se observaron en los troncos hormigas (Hymenoptera: Formicidae). Se ha observado que en los bosques tropicales y subtropicales ubicados por debajo de los 1.000 m de altitud existe una fuerte competencia por el sustrato xiloso, por la presencia de numerosas especies de termitas y hormigas, que al parecer llegan a desplazar a los macro coleópteros de las familias Passalidae, Cerambycidae, Melolonthidae y Tenebrionidae (Morón 1985a).

Dajoz (1967) y Morón (1985b) mencionan que los principales coleópteros que se presentan en los troncos son los miembros de las familias Cerambycidae, Melolonthidae, Passalidae y Tenebrionidae, cuyas especies pueden ocupar dicho sustrato en distintos estadios de la sucesión y que ocasionalmente se sobreponen en el tiempo, mientras que los depredadores como Elateridae y posiblemente Carabidae invaden la madera en la últimas fases, como se comprobó en Sotuta, tal vez debido a las galerías hechas por las larvas de los coleópteros xilófagos, que permiten el ingreso de estas familias con hábitos depredadores.

Ptichopus angulatus es la única especie de Passalidae que no se alimenta de madera y es un habitante estricto de los detritos externos de la hormiga cortadora de hojas *Atta mexicana* (Fr. Smith), en donde vive y se reproduce (Castillo y Reyes-Castillo 2003). En la parte alta de la Cuenca del Balsas, esta especie presenta sus mayores abundancias en la época de lluvias (Deloya 1988). En el presente estudio el único ejemplar colectado se encontró bajo la corteza de un tronco durante Octubre, cuando la precipitación fue de 125 mm.

Por último, considerando las características físicas de la madera muerta (dureza, humedad, corteza) y la preferencia por un hábitat, se puede afirmar que conforme hay un mayor desgaste de la corteza, el tronco se presenta como un hábitat poco accesible o efímero para algunas familias de Coleoptera; por lo tanto las condiciones internas, la pérdida de consistencia de la madera y la disminución de su dureza mantienen un hábitat más estable y durable para cumplir y satisfacer las diferentes necesidades biológicas de la fauna establecida, como ha sido observado en microartrópodos (Palacios-Vargas y Castillo 1992).

Agradecimientos

Los autores agradecen a Pedro Reyes Castillo la corroboración de los Passalidae, así como sus valiosas sugerencias y comentarios al documento.

Literatura Citada

AALBU, R. L.; TRIPLEHORN, C. A.; CAMPBELL, J. M.; BROWN, K. W.; SOMERY, R. E.; THOMAS, D. B. 2002. Family 106. Tenebrionidae, pp. 463–509. En: Arnett, Jr., R. H.; Thomas, M. C.; Skelley, P. E.; Frank, J. H. (eds.). American Beetles, Vol. 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press, Boca Raton. 861 p.

ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, J. 2001. Descomposición y Ciclo de Nutrientes en Ecosistemas Terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana. México. Número especial (1): 11-19.

BRIGHTMAN, J. F. 2003. STATS ™ Versión 2. Decisión Analyst, Inc. Statistics Software. Guía de usuario y aplicación.

CAMERO, E. 1999. Estudio Comparativo de la Fauna de Coleópteros (Insecta: Coleoptera) en dos ambientes de Bosque Húmedo Tropical Colombiano. Revista Colombiana de Entomología 25 (3): 131.

CASTILLO, M. L.; REYES-CASTILLO, P. 1997. Passalidae, pp. 245-249. En: Gonzáles Soriano, E; Dirzo, R.; Vogt, R. C. (eds.). Historia natural de Los Tuxtlas. UNAM, México. 406 p.

CASTILLO, M. L.; REYES-CASTILLO, P. 2003. Los Passalidae: coleópteros tropicales degradadores de troncos de árboles muertos, pp. 237-262. En: Álvarez-Sánchez, J.; Naranjo-García, E. (eds.). Ecología del suelo en la Selva Tropical Húmeda de México. UNAM, México. 302 p.

DAJOZ, R. 1967. Ecologie et biologie des coleopteres xylophages de la hetraie. Vie et Milie, 17, series C: 523-763.

DELGADO-CASTILLO, L.; DELOYA, C. 1990. Observaciones sobre los macro-coleópteros saproxilófilos de los bosques tropicales subcaducifolios de Acahuizotla, Guerrero, México.

Folia Entomológica Mexicana 80: 281-282.
DELGADO, L.; PEREZ, A.; BLACKALLER, J. 2000. Claves Genéricas y Supragenéricas de Scarabaeoidea. Folia Entomológica Mexicana. México. 110: 33-87.
DELGADO, L.; PEDRAZA, R. A. 2002. La Madera Muerta de los Ecosistemas Forestales. Foresta Veracruzana 4 (2): 59-66.
DELOYA, C. 1988. Coleópteros lamelicornios asociados a depósitos de detritos de *Atta mexicana* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en el sur del Estado de Morelos, México. Folia Entomológica Mexicana 75: 77-91.
DOYEN, J. T. 1972. Familial and subfamilial classification of the tenebrionoidea (Coleoptera) and a revised generic classification of the Coniontini (Tentyriidae). Quaestions Entomologicae 8: 357-376.
DOYEN, J. T. 1988. Tenebrionidae and Zopheridae of the Chamela Biological Station and Vicinity, Jalisco, México (Coleoptera). México. Folia Entomológica Mexicana 77: 212-277.
DOYEN, J. T. 1989. reconstitution of Coelometopini, Tenebrionini and related tribes of America North of Colombia (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of the New York Entomological Society 97 (3): 277-304.
FLORES, S. J.; ESPEJEL, I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense 3: 136.
GROVE, S. J. 2002. Saproxilic Insect Ecology and the Sustainable Management of Forests. Annual Review of Ecology and Systematics 33: 1-23.
INEGI. 2000. Carta de uso del suelo y vegetación del estado de Yucatán. Esc. 1:250.000.
LAWRENCE, J. F.; NEWTON, Jr., A. F. 1995. Families and Subfamilies of Coleoptera (With selected genera, notes, references and data on family-group names). Reprint from Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera, pp. 779-789. En: Pakaluk, J.; Slipinski, S. A. (eds.). Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson. Australia.
MARISCAL, B. 1999. Adios a la Selva de Yucatan. http://www.quercus.es/RedQuercus/Articulos/yucatan.htm. Fecha última revisión: 19 septiembre 2003. Fecha último acceso: [20 septiembre 2003].
MORÓN, M. A. 1985a. Observaciones sobre la biología de dos especies de rutelinos saproxilófagos en la Sierra de Hidalgo, México (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae). Folia Entomológica Mexicana 64: 41-53.
MORÓN, M. A. 1985b. Los insectos degradadores, un factor poco estudiado en los bosques de México. Folia Entomológica Mexicana 65: 131-137.
MORÓN, M.A.; TERRÓN, R. A. 1988. Entomología Práctica. Instituto de Ecología, A.C. México. 502 p.
MORÓN, M. A.; VALENZUELA, J.; TERRÓN, R. 1988. La Macro-coleóptero fauna saproxilófila del Soconusco, Chiapas, México. Folia Entomológica Mexicana 74: 145-158.
MORÓN, M. A.; RATCLIFFE, B.; DELOYA, C. 1997. Atlas de los escarabajos de México, Coleoptera: Lamellicornia, Vol. I Familia Melolonthidae, pp. 9-28, 53-93, 205-229. CONABIO-SME. México. 280 p.
PALACIOS-VARGAS, J. G.; CASTILLO, M. L. 1992. Sucesión ecológica de microartrópodos dentro de troncos en descomposición. Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología 11: 23-30.
SÁNCHEZ, R. L.; REBOLLAR, S. 1999. Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. Madera y Bosques 5 (2): 4-5.
WATT, J. C. 1974. A Revised subfamily classification of Tenebrionidae (Coleoptera). New Zealand Journal of Zoology 1 (4): 381-452.

Recibido: 10-feb-2006 • Aceptado: 17-abr-2007

Revista Colombiana de Entomología 33 (1): 82-85 (2007) https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9322

Nota científica

Diversidad de termitas (Isoptera) en pastizales del nordeste de la provincia de Corrientes, Argentina

Termite (Isoptera) diversity in pastures from the northeast of the province Corrientes, Argentina

ENRIQUE RAFAEL LAFFONT [1,3] y EDUARDO ADOLFO PORCEL[2,3]

Resumen. Se da a conocer la diversidad de isópteros en tres pastizales del nordeste de la provincia de Corrientes, sometidos a manejo ganadero (potreros de pastoreo) de variada intensidad. Se utilizó el protocolo rápido de estimación de la diversidad de isópteros, consistente en el trazado de transectos. En cada transecto, los porcentajes de secciones donde se hallaron termitas variaron entre el 75% y el 90%. Se recolectaron en total 74 muestras de termitas, correspondieron a diez especies de isópteros, todas pertenecientes a la familia Termitidae (subfamilias Nasutitermitinae, Termitinae y Apicotermitinae). Las especies que se detectaron con mayor frecuencia fueron *Cornitermes cumulans* y *Anoplotermes* sp. 1. Sólo dos especies (*Neocapritermes opacus* y *Grigiotermes* sp. 1) resultaron comunes a los tres sitios. La riqueza específica resultó similar entre dos de los predios, con siete especies presentes, en tanto que en el tercer pastizal este valor fue de cinco especies. Los microhábitats más frecuentemente colonizados por termitas fueron los nidos epígeos, el suelo entre raíces de vegetación y el suelo superficial. Predominaron las especies alimentadoras de suelo (70%), representadas en su mayoría por la subfamilia Apicotermitinae. No se evidenciaron influencias notables de las alteraciones causadas por la actividad ganadera y por el tipo de manejo sobre la termitofauna de los predios analizados.

Palabras clave. Isópteros. Composición de comunidades. Riqueza específica.

Abstract. The isopteran diversity was studied in three pastures from the northeast of the province Corrientes under intensive grazing management (grazing paddocks). A protocol for the rapid assessment of termite diversity was used, consisting of transect sampling. In each transect, the percentage of sections where termites were detected varied between 75 and 90%. A total of 74 termite samples was collected, all belonging to the family Termitidae (subfamilies Nasutitermitinae, Termitinae, and Apicotermitinae). The species most frequently collected were *Cornitermes cumulans* and *Anoplotermes* sp. 1. Only two species (*Neocapritermes opacus* and *Grigiotermes* sp. 1) were common to the three sites. The species richness was similar between two of the habitats, with seven species present, while the value was five species in the third pasture. The microhabitats most frequently colonized by termites were epigeal nests, soil between plant roots and surface soil. The soil- feeding termites (70%) dominated the termite assemblage, represented mainly by the subfamily Apicotermitinae. There was no notable influence of the perturbations caused by grazing activity or the type of management on the termite fauna of the analyzed sites.

Key words. Isopterans. Community composition. Species richness.

La diversidad de comunidades de termitas en ambientes naturales ha sido analizada principalmente en zonas tropicales y subtropicales pertenecientes a otras regiones biogeográficas (Collins 1979, 1983; Abe 1980; Lawton *et al.* 1996; Eggleton *et al.* 1997; Dibog *et al*. 1999). Para Sudamérica, se han realizado análisis en diferentes biomas de Guayana Francesa (Davies *et al*. 2003a) y principalmente de Brasil (Mathews 1977; Cesar *et al.* 1986; Bandeira 1989; Constantino 1992; Martius 1994; Bandeira *et al.* 1997; Brandão 1998; Melo y Bandeira 2004). Con respecto a Argentina, el único estudio de caracterización de comunidades de termitas en ambientes naturales ha sido realizado en bosques de la región Chaqueña por Roisin y Leponce (2004).

Por otra parte, cada vez con más frecuencia, se pone de manifiesto el rol de las termitas como "bioindicadores" de perturbaciones del hábitat, ya que las asociaciones de especies muestran una fuerte respuesta a las mismas y pueden ser indicativas de cambios cuantitativos en el proceso de descomposición, degradación de la madera, compuestos celulósicos y reciclaje de nutrientes (Wood y Sands 1978; Matsumoto y Abe 1979; DeSouza 1995; Bignell y Eggleton 2000). Esta influencia de las actividades humanas sobre las comunidades de isópteros ha sido puesta de manifiesto en diversos análisis, reconociéndose una tendencia general a la disminución de la diversidad de termitas con la intensificación del uso de la tierra (Bandeira 1979; Holt y Coventry 1988; DeSouza y Brown 1994; Eggleton *et al*. 1995, 1996, 1997, 2002; Davies *et al*. 1999; Davies 2002; Barros *et al*. 2002; Bandeira *et al*. 2003; Jones *et al*. 2003).

Sin embargo, hasta el momento no se han realizado en Argentina estudios que establezcan comparaciones de la abundancia y diversidad de isópteros en ambientes alterados. Por ello, el objetivo del presente trabajo es el contribuir a caracterizar la termitofauna de pastizales del nordeste argentino, sólo parcialmente conocida hasta el momento, y analizar la posible influencia del manejo de las áreas sobre las comunidades de estos insectos.

Los muestreos se realizaron en el establecimiento "Las Marías", cercano a la localidad de Gobernador Virasoro (Departamento de Santo Tomé, 28° 04' S; 56° 02' W), en el nordeste de la Provincia de Corrientes, Argentina. Los pastizales trabajados se ubican a 2 km del casco del establecimiento, en el lote denominado "Tres Capones". El trabajo se centró en tres parcelas de pastoreo, dos de ellas de uso intensivo (P1y P2) con rotación permanente de ganado bovino y equino y una de uso semi-intensivo (P3) con visitas esporádicas, aproximadamente

1 Autor para correspondencia. Licenciado en Zoología. *erl@ exa.unne.edu.ar*

2 Master en estadística.

3 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Av. Libertad 5470. CP: 3400. Corrientes. Argentina.

dos veces al año, de ganado bovino. La superficie aproximada de las áreas de muestreo es de 4 ha (P1), 2,5 ha (P2) y 8 ha (P3), respectivamente. La distancia entre cada una de ellas es de aproximadamente 1 km.

La vegetación de P1 y P2 está representada por un pastizal con presión muy acentuada de pastoreo, en el que predominan: *Paspalum notatum* Fluegge, *Sporobolus indicus* (L.) R. Brown, *Eupatorium* sp., *Sorghastrum setosum* (Gris.) Hitchc., *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhlm, *Pterocaulon alopecuroides* (Lam.) Dc., *Senecio brasiliensis* (Spreng) Less, *Solidago chilensis* Meyen, *Vernonia chamaedrys* Less y *Baccharis* aff. *salicifolia* (Ruiz *et* Pavon) Pers.; mientras que la vegetación de P3 consiste en un pajonal (flechillar) de *Aristida jubata* (Arech.) Herter, entre cuyas matas y cubriendo la superficie del suelo, se hallan principalmente *Paspalum notatum* y *Axonopus fissifolius*.

Están presentes además en el predio, bosques implantados de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y *Pinus elliotti* Engelm, y bosques naturales de considerable superficie, rodeados de grandes áreas de cultivos de yerba mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) y té, ubicados a cierta distancia (aproximadamente 500 m) de las áreas de muestreo.

El método aplicado consistió en el muestreo de estimación de la diversidad mediante transectos, propuesto por Jones y Eggleton (2000). Entre los microhábitats revisados se agregó el estiércol de ganado.

Los muestreos se realizaron a fines de verano, con un intervalo aproximado de dos meses entre el inicio y el final de los mismos. Los transectos se trazaron en la zona central de cada pastizal, lo más alejados posible de los bordes de contacto con otras formaciones vegetales o cultivos.

La determinación taxonómica de los ejemplares recolectados se realizó por uno de los autores (ERL) y por Gladys J. Torales (UNNE, Argentina), utilizando las claves y descripciones indicadas en Torales *et al*. (2005). El material biológico se halla depositado en la Colección de Isópteros (FACENAC) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes, Argentina).

Para cada especie se consignaron datos sobre los microhábitats colonizados y el tipo de nidificación. Asimismo, se indicó el grupo funcional a que pertenecen, de acuerdo con la clasificación de Eggleton *et al*. (1997). La diversidad de especies de termites dentro de cada parcela seleccionada (diversidad α) se midió con el índice de riqueza específica (S) y para determinar el grado de reemplazo de especies entre comunidades (diversidad β) se trabajó con los índices de similitud de Jaccard, de reemplazo de especies de Wittaker y de complementariedad (Moreno 2001). Para el análisis de datos se utilizó el programa EstimateS 7.5 (Colwell 2005).

El porcentaje de secciones donde se hallaron termitas superó el 75% en los tres ambientes, alcanzando como valor máximo el 90% de las secciones en P3. En P1 y P2, los porcentajes de secciones donde se encontraron termitas fueron de 75% y 85%, respectivamente. Estos elevados porcentajes contribuyen a la afirmación de que este grupo de insectos es un integrante importante de la entomofauna, especialmente de la macrofauna del suelo, tal como ha sido señalado para otros ecosistemas terrestres tropicales y subtropicales (Bignell y Eggleton 2000; Barros *et al.* 2002).

Se recolectaron en total 74 muestras de termitas, totalizando entre 33 y 17 muestras por banda de muestreo. Dado que en 13 muestras se detectaron dos especies de termitas, el número total de hallazgos fue de 87 (Tabla 1). Estos hallazgos correspondieron a diez especies de isópteros, todas pertenecientes a la familia Termitidae e incluidas en las subfamilias Nasutitermitinae, Termitinae y Apicotermitinae (Tabla 1). El número de géneros detectados (seis) es menor al estimado para la riqueza genérica correspondiente a esta latitud, que es de aproximadamente 18 géneros (Eggleton 2000). Tres de los géneros hallados en los predios (*Anoplotermes*, *Cornitermes* y *Termes*) corresponden a los detectados, en pasturas de la Amazonia Oriental, por Bandeira (1989). *Anoplotermes* fue también registrado para pasturas del oeste de esa región por Barros *et al*. (2002).

De las 10 especies detectadas, ocho forman parte de la termitofauna previamente conocida para la provincia de Corrientes, con excepción de *Anoplotermes* sp. 2 y *Anoplotermes* sp. 3, y constituyen el 19% del total de especies distribuidas en esta provincia (Torales *et al*. 2005). Las especies que se detectaron con mayor frecuencia fueron *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) y *Anoplotermes* sp. 1 (Tabla 1). *C. cumulans* es considerada una especie clave en los ecosistemas en que se halla presente por los importantes papeles ecológicos que cumple (Redford 1984).

Sólo dos de las especies detectadas (*Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) y *Grigiotermes* sp. 1) resultaron comunes a los tres sitios analizados (Tabla 1), en tanto que cinco de ellas se localizaron en dos de los transectos (*C. cumulans*, *Anoplotermes*

Tabla 1. Características de las especies de termitas en pastizales del establecimiento "Las Marías" (Gobernador Virasoro. Pcia . de Corrientes). **Ne**: Nido epígeo. **Sbv**: Suelo bajo vegetación. **Ss:** Suelo superficial. **Beg**: Bajo estiércol de ganado. **In*C.f* :** Interior nido de *C. fulviceps*. **In*C.c***: Interior nido de *C. cumulans*. **Ahba:** Acumulación de humus en base de árbol.

Especies de Termitas	**Frecuencia de captura en los tres pastizales**			**Microhábitat**	**Tipo de Nidificación**	**Grupo Funcional**
	P1	**P2**	**P3**			
Cornitermes cumulans (Kollar, 1832)	13	5		Ne- Sbv- Ss- Beg	Epígeo	Forrajeras
Cortaritermes fulviceps (Silvestri, 1901)			12	Ne- Sbv- Beg	Epígeo	Forrajeras
Neocapritermes opacus (Hagen, 1858)	8	3	1	Ss- Sbv- Beg	Subterráneo	Interfase madera- suelo
Termes saltans (Wasmann, 1897)			2	Ne	Epígeo	Suelo
Anoplotermes sp. 1	9		6	In*C.f* – Ss – Sbv - Beg	Subterráneo	Suelo
Anoplotermes sp. 2	1			Sbv	Subterráneo	Suelo
Anoplotermes sp. 3	1	3		Ss - In*C.c*	Subterráneo	Suelo
Grigiotermes bequaerti (Snyder y Emerson, 1949)		7	3	In*C.c*- In*C.f* - Sbv	Subterráneo	Suelo
Grigiotermes sp. 1	5	1	4	Ss - Ahba- Sbv- Beg- In*Cc*	Subterráneo	Suelo
Grigiotermes sp. 2	2		1	Ss - Sbv	Subterráneo	Suelo
Riqueza (S)	7	5	7			

Tabla 2. Índices de diversidad aplicados en análisis de similitud y complementariedad entre los pastizales.

Pastizal	Jaccard	Wittaker	Complementariedad
1-2	0,44	0,33	0,50
1-3	0,40	0,42	0,60
2-3	0,33	0,50	0,66

Tabla 3. Porcentajes de hallazgos en los microhábitats que resultaron mayormente frecuentados.

Microhábitats	P1 %	P2 %	P3 %
Suelo superficial	36,3	5,9	12,5
Suelo bajo vegetación	39,4	35,3	29,2
Estiércol	18,1	5,9	8,3
Nido epígeo	6,2	52,9	45,8
Acumulación de humus en base de árbol	0	0	4,2

sp. 1, *Anoplotermes* sp. 3, *Grigiotermes bequaerti* (Snyder y Emerson, 1949) y *Grigiotermes* sp. 2). *C. cumulans* fue hallada sólo en pastizales de manejo intensivo (P1 y P2), mientras que *Cortaritermes fulviceps* (Silvestri, 1901) y *Termes saltans* (Wasmann, 1897) estuvieron presentes sólo en P3 (pastizal de uso semi-intensivo).

Los pastizales P1 y P3 mostraron una riqueza específica similar, con siete especies, en tanto que en P2 este valor fue levemente menor, con cinco especies (Tabla 1). Los tres sitios registraron niveles medios de similitud entre sí, en cuanto a las especies presentes en cada uno de ellos, pero dicha similitud resultó menor entre P2 y P3, con el 70% de sus especies consideradas complementarias (Tabla 2).

El microhabitat que resultó más frecuentemente colonizado por termitas fue el nido epígeo en los pastizales P2 yP3, donde se localizaron tanto las propias especies constructoras como otras de la subfamilia Apicotermitinae, que se comportan habitualmente como inquilinas (Tabla 3). Diferentes especies de los géneros *Anoplotermes* y *Grigiotermes* han sido previamente detectadas en el interior de nidos de los géneros *Cornitermes* y *Cortaritermes* (Mathews 1977; Bandeira 1989; Torales 1998). En P1, por otra parte, el suelo entre raíces de vegetación y el suelo superficial hasta 10 cm de profundidad presentaron los porcentajes altos, similares entre sí (Tabla 3). Otros sitios como estiércol de ganado y acumulaciones de humus en bases de árboles estuvieron ocupados en menor medida por los isópteros (Tabla 3).

Todas las especies de termitas fueron detectadas en más de uno de los microhábitats muestreados (Tabla 1), con excepción de *T. saltans*, hallada sólo en el interior de sus propios nidos y de *Anoplotermes* sp. 2, que colonizó suelo bajo vegetación. En la comunidad de termitas predominaron las especies alimentadoras de suelo (70%), representadas en su mayoría por la subfamilia Apicotermitinae, en tanto que para las especies forrajeras y alimentadoras de la interfase madera-suelo, los porcentajes fueron menores (20% y 10%, respectivamente) (Tabla 1). Sin embargo, se ha indicado que en ambientes abiertos con hierbas, generalmente predominan las termitas forrajeras que consumen hierbas y hojarasca (Bignell y Eggleton 2000). Estas observaciones difieren también de lo observado en pasturas de Amazonia, donde las especies alimentadoras de madera resultaron más abundantes (Bandeira 1989).

Las especies alimentadoras de suelo son consideradas ecológicamente más vulnerables a las perturbaciones de hábitat, principalmente pérdida de la cobertura vegetal, mayor compactación del suelo y quemas periódicas (Dibog *et al*. 1999; Davies *et al*. 2003b; Jones *et al*. 2003).

Los resultados, tanto en similitud de la riqueza específica y composición faunística entre los predios, como en predominio de las termitas alimentadoras de suelo, parecerían indicar que las modificaciones ejercidas por las actividades pastoriles habrían afectado en escasa medida a la termitofauna local. Ello podría deberse a que la vegetación natural de los predios ha sido escasamente modificada y se mantienen, en su mayor parte las características naturales del hábitat. Sin embargo, tal afirmación requiere, análisis comparativos con pastizales aledaños no perturbados. Por el contrario, en otros ecosistemas donde las perturbaciones han sido drásticas, las comunidades de termitas se han visto notablemente alteradas (Davies *et al*. 1999; Barros *et al*. 2002; Jones *et al*. 2003).

Literatura Citada

ABE, T. 1980. Studies on the distributions and ecological rol of termites in a lowland rain Forest of west Malaysia. The rol of termites in the process of wood decompositions in Pasoh Forest Reserve. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol 17: 23-40.

BANDEIRA, A. G. 1979. Ecologia de cupins (Insecta: Isoptera) da Amazonia Central: efeitos do desmatamento sobre as populaçoes. Acta Amazonica 9: 481-499.

BANDEIRA, A. G. 1989. Análise da termitofauna (Insecta: Isoptera) de floresta primaria e de Pastagem na Amazonia Oriental, Brasil. Boletim do Museu Emilio Goeldi 5 (2): 225-242.

BANDEIRA, A. G.; PEREIRA, J. C. D.; MIRANDA, C. S.; MEDEIROS, L. G. S. 1997. Composiçao da fauna de Cupins (Insecta: Isoptera) em áreas de Mata Atlántica em João Pessoa Paraíba, Brasil. Revista Nordestina de Biología 12 (1-2): 9-17.

BANDEIRA, A. G.; VASCONCELLOS, A.; SILVA, M. P.; CONSTANTINO, R. 2003. Effect of habitat disturbance on the termite fauna in a highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil. Sociobiology 42 (1): 117-127.

BARROS, E.; PASHANASI, B.; CONSTANTINO, R.; LAVELLE, P. 2002. Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. Biology and Fertilization of Soil 35: 338-347.

BIGNELL, D. E.; EGGLETON, P. 2000. Termites in ecosystems, pp. 363-387. En: Abe, T.; Bignell, E. D.; Higashi M. (eds.). Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

BRANDÃO, D. 1998. Patterns of termite (Isoptera) diversity in the Reserva Florestal de Linhares, state of Espiritu Santo, Brazil. Revista Brasileira de Entomología 41 (2-4): 151-153.

CESAR, H. L.; BANDEIRA, A. G.; BEZERRA DE OLIVEIRA, J. G. 1986. Estudo da relação de cupins e seus ninhos com a vegetação de campos no Estado do Pará, Brasil. Boletim do Museu Emilio Goeldi Botanica 2 (2): 119-139.

COLLINS, N. M. 1979. A comparison of the soil macrofauna of three lowland forest types in Sarawak. Sarawak Museum Journal 27: 267-282.

COLLINS, N. M. 1983. Termite populations and their role in litter removal in Malaysian rain forest, pp. 311-325. En: Sutton, S. L.; Whitmore, T. C.; Chadwick, A. C. (eds.). Tropical rain forest ecology and management. Blackwell.

CONSTANTINO, R. 1992. Abundance and diversity of termites (Insecta:Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brasilian Amazonia. Biotropica 24 (3): 420-430.

DAVIES, R. G. 2002. Feeding group responses of a Neotropical termite assemblage to rain forest fragmentation. Oecologia 133: 233-242.

DAVIES, R. G.; EGGLETON, P.; DIBOG, L.; LAWTON, J. H.; BIGNELL, D. E.; BRAUMAN, A.; HARTMANN, C.; NUNEZ, L.; HOLT, J.; ROULAND, C. 1999. Successional response of a forest termite assemblage to experimental habitat perturbation. Journal of Applied Ecology 36: 946-962.

DAVIES, R. G.; EGGLETON, P.; JONES, D. T.; GATHORNE-HARDY, F. J.; HERNÁNDEZ, L. M. 2003a. Evolutions of termite functional diversity: analysis and synthesis of local ecological and regional influences on local species richness. Journal of Biogeography 30: 847-77.

DAVIES, R. G.; HERNANDEZ, L. M.; EGGLETON, P.; DIDHAM, R. K.; FAGAN, L. L.; WINCHESTER, N. 2003b. Environmental and spatial influences upon species composition of a termite assemblage across neotropical forest islands. Journal of Tropical Ecology 19: 509-24.

DESOUZA, O. F. 1995. Efeitos da Fragmentação de ecosistemas em comunidades de cupins, pp. 19-27. En: Berti Filho, E.; Fontes, L. R. (eds.). Biologia e Controle de Cupins. FEALQ, Piracicaba.

DESOUZA, O. F.; BROWN, V. K. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. Journal of Tropical Ecology 10: 197-206.

DIBOG, L.; EGGLETON, P.; NORGROVE, L.; BIGNELL, D. E.; HAUSER, S. 1999. Impact of canopy cover on soil termite assemblages in an agrisilvicultural system in southern Cameroon. Bulletin of Entomological Research 89: 125-132.

EGGLETON, P. 2000. Global patterns of termites diversity, pp 25-51. En: Abe, T.; Bignell, E. D.; Higashi M. (eds.). Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

EGGLETON, P.; BIGNELL, D. E.; SAND, W. A.; WAITE, B.; WOOD, T. G.; LAWTON, J. H. 1995. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. Journal of Tropical Ecology 11: 85-98.

EGGLETON, P.; BIGNELL, D. E.; SAND, W. A.; MAWDSLEY, N. A.; LAWTON, J. H.; WOOD, T. G.; BIGNELL, N. C. 1996. The diversity, abundance, and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. Philosophical Transactions of Royal Society of London, Series B, 351: 51-68.

EGGLETON, P.; HOMATHEVI, R.; JEEVA, D.; JONES, D.T.; DAVIES, R. G.; MARYATI, M. 1997. The species richness and composition of termites (Isoptera) in primary and regenerating lowland dipterocarp forest in Sabah, east Malaysia. Ecotropica 3: 119-128.

EGGLETON, P.; BIGNELL, D. E.; HAUSER, S.; DIBOG, L.; NORGROVE, L.; MADONG, B. 2002. Termite diversity across an anthropogenic disturbance gradient in the humid forest zone of west Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment 90: 189-202.

COLWELL, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: http://purl.oclc.org/estimates.

HOLT, J. A.; COVENTRY, R. J. 1988. The effects of tree clearing and pasture establishment on a population of mound-building termite (Isoptera) in North Queensland. Australian Journal of Ecology 13: 321-325.

JONES, D.; EGGLETON, P. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forest: testing a rapid biodiversity assessment protocol. Journal of Applied Ecology 37: 191-203.

JONES, D. T.; SUSILO, F. X.; BIGNELL, D. E.; SURYO, H; GILLISON, A. N.; EGGLETON, P. 2003. Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. Journal of Applied Ecology 40: 380-391.

LAWTON, J. H.; BIGNELL, D. E.; BLOEMERS, G. F.; EGGLETON, P.; HODDA, M. E. 1996. Carbon flux and diversity of nematodes and termites in Cameroon forest soils. Biodiversity and Conservation 5: 261-273.

MARTIUS, C. 1994. Diversity and ecology of termites in Amazonian forest. Pedobiologia 38 (5): 407-428.

MATHEWS, A. G. 1977. Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. Academia Brasileira de Ciencias. Rio de Janeiro 267 p.

MATSUMOTO, T.; ABE, T. 1979. The role of termites in an equatorial rain forest ecosystem. The role of termites in the decomposition of leaf litter on the forest floor. Oecologia 38: 261-274.

MELO, A. C. S.; BANDEIRA, A. G. 2004. A qualitative and quantitative survey of termites (Isoptera) in an open shrubby Caatinga in northeast Brazil. Sociobiology 44: 707-716.

MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA 1, Zaragoza. 84 p.

REDFORD, K. H. 1984. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. Biotropica 16 (2): 112-119.

ROISIN, Y.; LEPONCE, M. 2004. Characterizing termite assemblages in fragmented forest: A test case in the Argentinian Chaco. Austral Ecology 29: 637- 646.

TORALES, G. J. 1998. Isoptera, pp. 48-66. En: Morrone, J. J.; Coscarón, S. (Directores). Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, una Perspectiva Biotaxonómica. Ediciones Sur, La Plata, Argentina.

TORALES, G, J.; CORONEL, J. M.; FONTANA, J. L.; LAFFONT, E. R.; PORCEL, E.; GODOY, M. C.; ARBINO, M. O. 2005. Composición faunística y distribución de Isoptera (Insecta) del Litoral, pp. 259-280. En: Aceñolaza, F. G. (Coord.), Temas de Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino. II. INSUGEO, Miscelánea 14.

WOOD, T. G.; SANDS, W. A. 1978. The role of termites in ecosystems, pp. 245-292. En: Brain, M. (ed.). Production ecology of ant and termites. Cambridge University Press, Londres.

Recibido: 18-jun-2006 • Aceptado: 28-abr-2007

Reseñas de Libros

Una historia de más de 400 millones de años

Grimaldi, D.; Engel M. 2005. Evolution of the Insects. Cambridge University Press, Cambridge, xv + 755 p. ISBN 978-0-52149-0, US$ 85.

Si el fósil de *Lerverhulmia mariae* es un insecto, como lo sugieren Fayers y Trevin (2005), y si *Rhyniognatha hirsti* es un insecto metapterigoto, como lo sugieren Engel y Grimaldi (2004), entonces puede decirse que ya para el Devónico Inferior existían insectos sin alas e insectos alados, y el origen del grupo debe necesariamente remontarse al Silúrico Superior. Además, estos fósiles, junto con el famoso *Rhyniella* (Collembola), demuestran que el linaje de los hexápodos tiene una historia de al menos 400 millones de años sobre el planeta Tierra. La historia, surgimiento, expansión, disminución y extinción de linajes de insectos sobre la cambiante faz del planeta Tierra es el argumento principal del libro *Evolution of Insects*, que se reseña aquí.

El tema de filogenia de los insectos ha preocupado a numerosas mentes desde hace mucho tiempo (p. ej.: Boudreaux 1979; Hennig 1981); tan sólo en las últimas dos décadas abundan las publicaciones que abordan el tema desde los puntos de vista clásicos hasta los moleculares (p. ej.: Kristensen 1991; Kukalová-Peck 1991; Wheeler *et al*. 2001; Whiting 2002; Regier *et al*. 2004; Machida 2006). Podría pensarse que nuevas mentes y sofisticados métodos han comenzado a aclarar el panorama del origen y desarrollo de linajes de insectos. Nada más lejos de la realidad: un vistazo a las más recientes publicaciones muestran pocos acuerdos y muchas contradicciones (p. ej.: los estudios de Nardo *et al*. 2003 o Giribert *et al*. 2004 sugieren la polifilia de Hexapoda contra la común idea de su monofilia). Además de la monofilia de Hexapoda, la de grupos o clados como Entognatha, Ellipura, Paleoptera o Polyneoptera está en duda. Sobre grupos de interés filogenético como Diplura, Zoraptera, Dermaptera, Embidiina o Stresiptera no hay claridad ni consenso sobre sus relaciones con otros grupos de insectos. Aún con este panorama, son bienvenidos los pocos libros que intenten sintetizar la abrumadora información disponible en la literatura, buscando alguna especie de consenso o conciliación con los diversos puntos de vista.

El libro *Evolution of Insects* está escrito por autoridades en el área de paleontología de insectos, quienes colectivamente han podido estudiar y analizar importantes muestras de hexápodos del pasado, especialmente del ámbar. Se trata de un libro de fina impresión y pasta dura, de escritura agradable y, sobretodo, de una generosa cantidad de dibujos, fotos, diagramas y cuadros de buena calidad y con abundancia de color. Normalmente los textos de entomología tienden a ser un tanto áridos y escasos (o nulos) de color, por lo que este libro causa una primera buena impresión. El primer capítulo trata de algunos fundamentos sobre diversidad de insectos y la reconstrucción de la historia evolutiva; sigue un capítulo sobre fosilización de insectos y un inventario importante de los depósitos de fósiles relevantes en todo el Mundo. El tercer capítulo abarca los artrópodos y el origen de los insectos, y el cuarto de la morfología y relaciones entre insectos. A continuación se lee sobre los apterigotos (capítulo 5) y el importante evento del origen de las alas (capítulo 6) con la consiguiente "conquista de los cielos". Siguen capítulos sobre los insectos polineópteros (cuya monofilia sigue sin confirmarse), paraneópteros (chinches y sus vecinos), holometábolos (capítulo 9), coleópteros y stresípteros (capítulo 10), himenópteros (capítulo 11), panórpidos (capítulo 12) y tricópteros y lepidópteros (capítulo 13). El penúltimo capítulo habla de la modernidad de insectos, cuya "mayoría de edad" se adquirió en las épocas en que los reptiles reinaban en la Tierra, en el Cretáceo. El último capítulo (15) intenta explicar porqué hay tantos insectos en nuestro planeta. Sigue un glosario básico y un poco más de 70 páginas de apretadas referencias a tres columnas.

Evolution of Insects es un libro de divulgación y por lo tanto debe medirse de esa forma. Aspira, a mi entender, a dejar al lector informado acerca de lo que sabemos bien, a medias, y mucho de lo que no sabemos sobre este tema tan complejo que es la evolución y filogenia de los insectos. Para un grupo con casi un millón de especies descritas, multiplicidad de formas de vida, y cuyo ancestros son tan antiguos (probablemente el Silúrico Superior) que a duras penas estaban surgiendo las primeras plantas terrestres, es difícil, casi imposible, recuperar buenas fuentes de datos para reconstruir historias fiables y sólidas. Los autores han seguido líneas conservadoras en algunos casos y en otros se ajustan a los últimos estudios. Aunque algunos estudios sugieran la polifilia de Hexapoda (de hecho, Rasnitsyn (2002) excluye a los entognatos en su libro sobre la historia de los insectos, argumentando que este clado debe agruparse con los miriápodos) los autores prefieren considerar al grupo como monofilético. Dada la incertidumbre con las fuentes de caracteres y los métodos de análisis, quizás es mejor, de momento, continuar con la tradición y tratar a los hexápodos como un grupo natural. Llama la atención que algunos de los rasgos que definen a los hexápodos no necesariamente son sinapomorfias (Rasnitsyn 2002) y deben buscarse pruebas de la supuesta monofilia del grupo.

Resolver la posición de Diplura es de extrema importancia en estudios de filogenia de los insectos basales. El grupo parece ser monofilético (Machida 2006), pero su posición dentro de los hexápodos ha variado de grupo hermano de Collembola, de Ellipura, de Insecta o en posición incierta entre Ellipura e Insecta (Bitsch y Bitsch 2004; Giribert *et al*. 2004). Estudios paleontológicos (Kukalova-Peck 1991) sugieren que los dipluros son insectos y su entognatia es convergente con la de Collembola y Protura. Grimaldi y Engel ubican a los dipluros como entognatos, más bien por tradición, pues los estudios recientes sugieren otra cosa.

El capítulo 4 presenta los rasgos morfológicos básicos de los insectos. La sección sobre las alas (pp. 128 a 131) me parece pobre, con apenas una figura (4.5) para ilustrar la estructura básica de venas y celdas de las alas. Siendo tan importante en evolución y taxonomía, la rica y variada estructura de las alas de insectos debería haberse reflejado mejor en más figuras representativas de los grandes clados de insectos. Algo parecido puede decirse de la morfología de genitalia de hembras y machos; hubiese sido muy útil uno o más esquemas con vistas dorsales y laterales de la genitalia de los insectos, con los nombres de las estructuras. Así como con las alas, diferentes nomenclaturas de las partes de las genitalias causan confusión en los usuarios de libros y artículos, y este capítulo podría ser un punto de partida para aclarar el panorama.

El grueso del libro trata todos y cada uno de los órdenes de insectos, fósiles y vivientes. Un gran aporte del libro es proveer sinapomorfias o listas de sinapomorfias para todos los clados de insectos, servicio que brilla por su ausencia en la gran mayoría de libros de insectos. En algunos casos éstas se acompañan de ilustraciones o fotomicrografías muy apropiadas. También se

ofrecen figuras de cladogramas que muestran lo que se sabe de filogenia interna de cada orden; estas figuras y las tablas de caracteres por cada clado son de gran utilidad para quienes desean saber el grado de conocimiento de filogenia de un grupo sin recurrir a la vasta y densa literatura.

Los autores deciden aceptar Polyneoptera como un probable grupo natural, propuesta que se ha realizado desde hace mucho; algunos estudios recientes y ricos en datos y métodos, como el de Terry y Whiting (2005) parecen dar apoyo a esta posición, pero como siempre, estudios aún más recientes (p. e.: Kjer *et al*. 2006) no encuentran apoyo para este agrupamiento.

Este libro tiene como gran punto a su favor la riqueza de ilustraciones, muchas de ellas a todo color. Algunas son únicas, como las microfotografías SEM de algunos grupos de insectos de los cuales sólo teníamos ilustraciones poco didácticas; por ejemplo el famoso colóforo de los colémbolos (Figura 3.29), las vesículas eversibles de los dipluros (Figura 3.32), la "vejiga" tarsal de los trips (Figura 8.15), los hámulos de los himenópteros (Figura 11.1) o los halterios de las moscas (Figura 12.25). Las ilustraciones a color no se quedan atrás, la figura 4.24 (p. 146) permite una visión rápida de la filogenia de insectos, los linajes extintos y vivientes, las épocas y los acontecimientos bióticos paralelos de importancia. Figuras como la 8.2 (p. 264), donde se comparan (y se hace homologaciones usando el color) las partes bucales de los hemíperos, son de gran interés para entender como la evolución actúa sobre un plan básico en ajuste a diferentes retos ambientales.

Como todo libro de su complejidad y proporciones, hay errores de diversas naturalezas, varios de ellos seguramente del escape de sus autores, como usar el nombre de hormigas *Zacryptocerus*, el cual es un sinónimo menor de *Cephalotes* desde hace varios años (Andrade y Baroni Urbani 1999). Uno de los clados más importantes de insectos (en caso de ser natural) es el de los eumetábolos, grupo que incluye a las chinches y vecinos y a los holometábolos. Grimaldi y Engel incluyen este nombre en su sinopsis de la Clase Insecta (Cuadro 4.1, p. 147) pero en ninguna parte del libro se refieren a este clado ni ofrecen sus características o posibles sinapomorfias. De hecho, en pocas publicaciones como Yoshizawa y Saiguza (2001) o Wheeler *et al*. (2001) se ofrecen algunas posibles sinapomorfias de Eumetabola, como las criptosternia o características del ala anterior.

Las diferentes interpretaciones sobre nombres y límites de taxones se agudizan más en grupos total o parcialmente fosilizados. Esto no escapa a la entomología, y en publicaciones tan recientes como Rasnitsyn y Quicke (2002) y la referenciada aquí, vamos a encontrar diversidad de nombres, tema que puede confundir al no conocedor. Hubiese sido de mucha utilidad una lista sinonímica (o de nombres alternativos) de los órdenes de insectos descritos a la fecha. Igualmente, no poseemos números actualizados sobre el número de órdenes y familias vivientes y extintas, por lo menos desde el compendio de Labandeira (1994); aunque podemos aventurarnos a decir que se han descrito unos 44 órdenes (33 vivientes) y más de 1.200 familias (un poco más de 1.000 vivientes) de hexápodos en el Mundo.

Como libro de divulgación, *Evolution of Insects* posee grandes atributos (como se ha referenciado arriba) y algunos puntos de inevitable controversia. Dado que el clásico libro de Hennig (1981) es poco accesible a la mayoría de lectores, se aconseja complementar (y en algunos casos enfrentar) el libro de Grimaldi y Engel con *History of Insects*, editado por Rasnitsyn y Quicke (2002). Este libro refleja la larga y completa tradición paleontológica rusa, con sus propios puntos de vista (la exclusión de Entognatha, la admisión de grupos parafiléticos como Paleoptera, el uso de nombres ordinales basados en el género tipo como Pulicida en vez de Siphonaptera o Papilionida en vez de Lepidoptera) y puede tomarse como una propuesta alterna y fundamentada a la "escuela de occidente" resumida en el libro de Grimaldi y Engel.

Un atractivo de *Evolution of Insects* es el precio, pues los US$ 85 son aceptables para la calidad de impresión (y uso de color) del libro; su "competidor" *History of Insects* es de presentación monótona, letra apretada, ausencia de color, lenguaje árido (como todo libro ruso) y precio exorbitante.

Gracias a Claudia Martínez por impulsarme a escribir esta reseña una monótona tarde de domingo.

Literatura Citada

ANDRADE, M. L. de; BARONI URBANI, C. 1999. Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie B (Geologie und Paläntologie) 271: 1-889.

BITSCH, C.; BITSCH, J. 2004. Phylogenetic relationships of basal hexapods among the mandibulate arthropods: a cladistics analysis based on comparative morphological characters. Zoologica Scripta 33 (6): 511-550.

BOUDREAUX, H. B. 1979. Arthropod Phylogeny with Special Reference to Insects. New York, J. Wiley.

ENGEL, M. S.; GRIMALDI, D. 2004. New light shed on the oldest insect. Nature 427: 627-630.

FAYERS, S. R.; TREWIN, N. H. 2005. A hexapod from the early Devonian Windyfield Chert, Rhynie, Scotland. Paleontology 48: 1117-1130.

GIRIBERT, G.; EDGECOMBE, G. D.; CARPENTER, J. M.; D'HAESE, C. A.; WHEELER, W. C. 2004. Is Ellipura monophyletic? A combined analysis of basal hexapod relationships with emphasis on the origin of insects. Organisms, Diversity & Evolution 4: 319-340.

HENNIG, W. 1981. Insect Phylogeny. New York, J. Wiley.

KJER, K. M.; CARLE, F. L.; LITMAN, J.; WARE, J. 2006. A molecular phylogeny of Hexapoda. Arthropod Systematics & Phylogeny 64 (1): 35-44.

KRISTENSEN, N. P. 1991. Phylogeny of extant hexapods, pp. 125-140. En: Naumann, I. D.; Carne, P. B.; Lawrence, J. F.; Nielsen, E. S.; Spradberry, J. P.; Taylor, R. W.; Whitten M. J.; Littlejohn, M. J. (eds.). Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers. Volume I and II. Second Edition. Carlton, Victoria, Melbourne University Press.

KUKALOVÁ-PECK, J. 1991. Fossil history and the evolution of hexapod structures, pp. 141-179. En: Naumann, I. D.; Carne, P. B.; Lawrence, J. F.; Nielsen, E. S.; Spradberry, J. P.; Taylor, R. W.; Whitten M. J.; Littlejohn, M. J. (eds.). Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers. Volume I and II. Second Edition. Carlton, Victoria, Melbourne University Press.

LABANDEIRA, C. C. 1994. A compendium of fossil insect families. Milwaukee Public Museum Contributions in Biology and Geology 88: 1-71.

MACHIDA, R. 2006. Evidence from embryology for reconstructing the relationships of hexapod basal clades. Arthropod Systematics & Phylogeny 64 (1): 95-104.

NARDO, F.; SPINSANTI, G.; BOORE, J. L.; CARAPELLI, A.; DALLAI, R.; FRATI, F. 2003. Hexapod origins: Monophyletic or Paraphyletic? Science 299: 1887-1889.

RASNITSYN, A. P. 2002. Class Insecta Linné, 1758. The Insects (=Scarabaeodea Laicharting, 1781), pp. 65-69. En: Rasnitsyn, A. P.; Quicke, D. L. (eds.). The History of Insects, Kluwer Academics. 517 p.
RASNITSYN, A. P.; QUICKE, D. L. (eds.). 2002. The History of Insects, Kluwer Academics. 517 p.
REGIER, J. C.; SHULTZ, J. W.; KAMBRIC, R. E. 2004. Phylogeny of basal hexapod lineages and estimates of divergence times. Annals of the Entomological Society of America 97 (3): 411-419.
TERRY, M. D.; WHITING, M. F. 2005. Mantophasmatodea and phylogeny of the lower neopterous insects. Cladistics 21 (3): 240-257.
WHEELER, W. C.; WHITING, M. F.; WHEELER, Q. D.; CARPENTER, J. M. 2001. The phylogeny of the extant hexapod orders. Cladistics 17: 113-169.
WHITING, M. F. 2002. Phylogeny of the holometabolous insect orders based on 18S ribosomal data: when bad things happen to good data, pp. 69-84. En: DeSalle, R.; Giribet, G.; Wheeler, W. C. (eds.). Molecular Systematics and Evolution: Theory and Practice. Birkhäuser Verlag AG, Basel. 309 p.
YOSHIZAWA, K.; SAIGUSA, T. 2001. Phylogenetic analysis of paraneopteran orders (Insecta: Neoptera) based on forewing base structure, with comments on monophyly of Auchenorrhyncha (Hemiptera). Systematic Entomology 26 (1): 1-13.

Fernando Fernández
Profesor Asociado
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá D. C., Colombia
ffernandezca@unal.edu.co

Estados Inmaduros de Lepidópteros Nóctuidos de Importancia Económica Agrícola y Forestal en Chile (Lepidoptera: Noctuidae)

Angulo, A. O.; Olivares, T. S.; Weigert, T. H. 2006. 2da edición revisada e incrementada, 154 pp., con láminas en B/N y 6 Láminas en colores (adultos de 48 spp. y 16 estados inmaduros). Valor: $ 9.730 (pesos chilenos) [= US$ 18.07] + envío América: US$ 8.18 Europa: US$ 9.71 Chile: $ 1.040 (pesos chilenos). Contacto Dr. Andrés O. Angulo: *aangulo@udec.cl* ó a la dirección de superficie, Casilla 4040 Correo 3. Concepción. Chile. S.A. Teléfono 56-41-203059. Fax 56-41-238982.

Los Noctuidae constituyen la familia más diversa del orden Lepidoptera, con alrededor 21.000 especies (Scoble 1992), incluyendo una gran variedad de plagas de cultivos y recursos forestales entre los que se reconocen especies de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera*.

A partir del análisis de características morfológicas y etológicas de inmaduros, los autores presentan claves para larvas, huevos y pupas de Noctuidos plagas en Chile, complementado con fotografías e ilustraciones tanto de inmaduros como de adultos. El libro, en formato de 25 x 17cm con pasta blanda y argollado, está diseñado para hacer las identificaciones de acuerdo con lo que el investigador tiene a mano, un huevo, una larva, una pupa o el adulto. Comienza con una descripción de la morfología externa, comportamiento y biología de los inmaduros y adultos para luego realizar una descripción detallada de los huevos, larvas y pupas de 43 especies de las subfamilias Acronyctinae, Catocalinae, Cuculliinae, Hadeninae, Noctuinae y Plusiinae. Seguidamente se presenta un listado de las especies de plantas hospederas, Sistemática y claves para la identificación de huevos, larvas y pupas por separado. Si bien el libro está diseñado para las especie chilenas, se encuentra información muy valiosa para investigadores de otras latitudes, con reseñas detalladas de los inmaduros de especies tan conocidas como *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797), *Helicoverpa zea* (Bottie, 1850), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766), y *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802).

Literatura Citada

SCOBLE, M. J. 1992. The Lepidoptera. Form, Function and Diversity. Oxford University Press. 404 p.

Angela R. Amarillo-Suárez
Profesor Asistente
Departamento de Ecología y Territorio
Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá D. C., Colombia
aamarillo@javeriana.edu.co

RASNITSYN, A. P. 2002. Class Insecta Linné, 1758. The Insects (=Scarabaeodea Laicharting, 1781), pp. 65-69. En: Rasnitsyn, A. P.; Quicke, D. L. (eds.). The History of Insects, Kluwer Academics. 517 p.
RASNITSYN, A. P.; QUICKE, D. L. (eds.). 2002. The History of Insects, Kluwer Academics. 517 p.
REGIER, J. C.; SHULTZ, J. W.; KAMBRIC, R. E. 2004. Phylogeny of basal hexapod lineages and estimates of divergence times. Annals of the Entomological Society of America 97 (3): 411-419.
TERRY, M. D.; WHITING, M. F. 2005. Mantophasmatodea and phylogeny of the lower neopterous insects. Cladistics 21 (3): 240-257.
WHEELER, W. C.; WHITING, M. F.; WHEELER, Q. D.; CARPENTER, J. M. 2001. The phylogeny of the extant hexapod orders. Cladistics 17: 113-169.
WHITING, M. F. 2002. Phylogeny of the holometabolous insect orders based on 18S ribosomal data: when bad things happen to good data, pp. 69-84. En: DeSalle, R.; Giribet, G.; Wheeler, W. C. (eds.). Molecular Systematics and Evolution: Theory and Practice. Birkhäuser Verlag AG, Basel. 309 p.
YOSHIZAWA, K.; SAIGUSA, T. 2001. Phylogenetic analysis of paraneopteran orders (Insecta: Neoptera) based on forewing base structure, with comments on monophyly of Auchenorrhyncha (Hemiptera). Systematic Entomology 26 (1): 1-13.

Fernando Fernández
Profesor Asociado
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá D. C., Colombia
ffernandezca@unal.edu.co

https://doi.org/10.25100/socolen.v33i1.9324

Estados Inmaduros de Lepidópteros Nóctuidos de Importancia Económica Agrícola y Forestal en Chile (Lepidoptera: Noctuidae)

Angulo, A. O.; Olivares, T. S.; Weigert, T. H. 2006. 2da edición revisada e incrementada, 154 pp., con láminas en B/N y 6 Láminas en colores (adultos de 48 spp. y 16 estados inmaduros). Valor: $ 9.730 (pesos chilenos) [= US$ 18.07] + envío América: US$ 8.18 Europa: US$ 9.71 Chile: $ 1.040 (pesos chilenos). Contacto Dr. Andrés O. Angulo: *aangulo@udec.cl* ó a la dirección de superficie, Casilla 4040 Correo 3. Concepción. Chile. S.A. Teléfono 56-41-203059. Fax 56-41-238982.

Los Noctuidae constituyen la familia más diversa del orden Lepidoptera, con alrededor 21.000 especies (Scoble 1992), incluyendo una gran variedad de plagas de cultivos y recursos forestales entre los que se reconocen especies de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera*.

A partir del análisis de características morfológicas y etológicas de inmaduros, los autores presentan claves para larvas, huevos y pupas de Noctuidos plagas en Chile, complementado con fotografías e ilustraciones tanto de inmaduros como de adultos. El libro, en formato de 25 x 17cm con pasta blanda y argollado, está diseñado para hacer las identificaciones de acuerdo con lo que el investigador tiene a mano, un huevo, una larva, una pupa o el adulto. Comienza con una descripción de la morfología externa, comportamiento y biología de los inmaduros y adultos para luego realizar una descripción detallada de los huevos, larvas y pupas de 43 especies de las subfamilias Acronyctinae, Catocalinae, Cuculliinae, Hadeninae, Noctuinae y Plusiinae. Seguidamente se presenta un listado de las especies de plantas hospederas, Sistemática y claves para la identificación de huevos, larvas y pupas por separado. Si bien el libro está diseñado para las especie chilenas, se encuentra información muy valiosa para investigadores de otras latitudes, con reseñas detalladas de los inmaduros de especies tan conocidas como *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797), *Helicoverpa zea* (Bottie, 1850), *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766), y *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802).

Literatura Citada

SCOBLE, M. J. 1992. The Lepidoptera. Form, Function and Diversity. Oxford University Press. 404 p.

Angela R. Amarillo-Suárez
Profesor Asistente
Departamento de Ecología y Territorio
Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá D. C., Colombia
aamarillo@javeriana.edu.co

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA

Volumen 33 No. 1 Enero - Junio 2007

Publicación oficial de la Sociedad Colombiana de Entomología

JUNTA DIRECTIVA SOCOLEN
2006 – 2008

Presidente
Miguel S. Serrano

Vicepresidente
Fernando Cantor

Secretaría
Aura Cecilia Burgos

Tesorera
Guadalupe Caicedo

Vocales Principales
Adriana Saenz
Carlos Sarmiento
Eduardo Espitia

Vocales Suplentes
Ilán Garzón
Daniel Rodríguez
Edison Torrado-León

Coordinador de Biblioteca Daniel Rodríguez
Revisor fiscal de Socolen Ariel Palomino Ulloa

Editor
Carlos E. Sarmiento M.
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia

Editora asistente
Claudia I. Martínez
Bióloga, M. Sc

Comité editorial

Alex E. Bustillo P.
Centro Nacional de Investigaciones de Café "Pedro Uribe Mejía" (Cenicafé)

César Cardona M.
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Daniel C. Peck
Cornell University, New York State Agrigultural Research Station, Department of Entomology

Daniel Rafael Miranda E.
Universidad Industrial de Santander

Sergio Orduz
Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB), Unidad de Biotecnología y Control Biológico

Luko Hilje
CATIE, Costa Rica

Ingeborg Zenner de Polanía
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA)

Comité científico

Alejandra Bravo
Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biotecnología

Fernando Fernández
Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales

Fernando Montealegre Z.
University of Toronto

Stephen L. Lapointe
U. S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service, Horticultural Research Laboratory, Florida

Amanda Varela
Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Biología

Fernando E. Vega
U. S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service, Insect Biocontrol Laboratory, Maryland

Marta Wolff
Universidad de Antioquia, Instituto de Biología

Martha Lucía Quiñones
Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina

Sociedad Colombiana
de Entomología
A. A. 11366 Bogotá D.C.
Teléfono 3472320 Fax 2126209
http:/www.socolen.org.co
Se acepta canje (Ask for exchange)
publicaciones@socolen.org.co

Licencia Mingobierno
002274/81
Edición digital
Germán Fernández C.
Impresión
Editora Arte y Fotolito
Teléfono 2175794
Tiraje 500 ejemplares

La Revista Colombiana de Entomología forma parte del Índice Nacional de Publicaciones Seriadas Científicas y Tecnológicas Colombianas de Colciencias (Categoría A2) y aparece reseñada en: Ulrich´s, CAB INTERNATIONAL, Índice Latinoamericano de Revistas Científicas y Tecnológicas (Latindex), Chemical Abstracts, BIOSIS: Zoological Record, Biological Abstracts, Academic One File y en Informe Académico.

SOCOLEN no se responsabiliza por las ideas emitidas por los autores. Ninguna publicación, nacional o extranjera, podrá reproducir ni traducir los artículos o los resúmenes, sin la previa autorización escrita del editor. La persona interesada en poseer una copia de un artículo puede solicitarlo al autor cuya dirección aparece en el pie de página del mismo.

Título: "Cópula y ovoposición grupal de *Argia*". (Odonata: Coenagrionidae)

Lugar: Río Calandaima, desembocadura al Río Bogotá. Sep 2005.

Cámara: Canon PowerShot G5

Autor: León Andrés Pérez

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Ver más información en la página electrónica www.socolen.org.co

La Revista Colombiana de Entomología es el órgano oficial de divulgación científica de la Sociedad Colombiana de Entomología —SOCOLEN—, y difunde artículos científicos, inéditos, basados en resultados de investigaciones en el campo de la entomología o afines. Según la disponibilidad de espacio, la revista publica descripción de métodos, descripción de una especie, notas taxonómicas, notas cortas y reseñas de libros. En cada número se incluye un trabajo de revisión, por invitación expresa del Comité Editorial. La aceptación de los trabajos para su publicación dependerá de la evaluación de pares académicos nacionales e internacionales. No se cobra a los autores por publicar en la Revista. Por cada artículo publicado se entregará al autor en forma gratuita una copia en formato digital (pdf).

Los artículos se reciben en versión electrónica en la dirección de correo *publicaciones@socolen.org.co* con el título "artículo para Revista". En casos debidamente justificados se pueden enviar trabajos en papel (original y dos copias), a: Revista Colombiana de Entomología, A. A. 11366 Bogotá, Colombia. El envío electrónico del trabajo agiliza sensiblemente su evaluación por lo que se sugiere fuertemente. Envíe su trabajo como documento Word o pdf con opción para inserción de comentarios. El autor puede sugerir hasta tres potenciales evaluadores. Todo trabajo recibirá un código que el autor deberá usar para correspondencia con la Revista.

Los documentos se deben acoger a las normas indicadas en las instrucciones. Una versión detallada de éstas se encuentra en la página electrónica de la Sociedad www.socolen.org.co. Lo invitamos a visitarla. Se recomienda además consultar un número reciente de la revista para identificar su estilo. Los trabajos que no sigan estas normas, serán devueltos independientemente de su calidad académica.

Las características del documento son: tamaño carta, todas las márgenes de 2,5 cm, paginación superior derecha, interlineado a espacio y medio, fuente "Times New Roman" de 11 puntos y párrafos justificados. El trabajo puede tener una extensión máxima de 25 páginas, incluidas figuras, tablas y bibliografía. El lenguaje debe ser corto y preciso, use voz pasiva. Las tablas y figuras deben ir en páginas separadas al final del documento, ser de alta calidad y aportar información valiosa para el artículo; omita tablas o figuras si esta información puede aparecer fluidamente en el texto.

En caso de que un trabajo remitido en papel haya sido aceptado para su publicación, se solicitará la correspondiente copia electrónica en disquette o CD, con la versión final en formato Word. Para las tablas y figuras emplee programas de amplio uso pues esto agiliza la edición. En el disquete se deben indicar los programas de computador empleados.

Estructura del artículo

Ni los trabajos de revisión, ni las notas científicas llevan la estructura de la sección capítulos de los artículos de investigación. Antes de enviar trabajos de revisión consulte al editor.

Título: No debe exceder 15 palabras. Deben incluirse una traducción fiel al inglés y un título breve para los encabezados de página. Debe señalar el orden y la familia de las especies entomológicas y de los grupos supragenéricos mayores estudiados.

Autores: Deben escribir los nombres completos. En pie de página indicar: título académico mayor, institución a la cual pertenece, dirección postal y dirección electrónica.

Resumen: Debe ser conciso, con información sobre: justificación, objetivos, metodología y resultados completos de la investigación. Además, debe indicar los límites, validez e implicaciones de los resultados. No debe exceder las 250 palabras. Debe ir en un solo párrafo y no incluir citas bibliográficas, figuras, ni tablas.

Abstract: Debe ser una traducción fiel al inglés del resumen, respetando la gramática del lenguaje. Antes de enviar el trabajo a la Revista, solicite la revisión de esta sección a una persona cuya lengua nativa sea el inglés o con pleno dominio del idioma.

Palabras clave: Se deben listar hasta cinco palabras separadas por punto, diferentes de las incluidas en el título, que indiquen temas críticos tratados en el trabajo. Al final del abstract se deben incluir las "key words" que son traducción al inglés de las palabras clave.

Capítulos: Cada artículo debe constar de los siguientes capítulos: Introducción; Materiales y Métodos; Resultados y Discusión (la Discusión puede ir como capítulo aparte); Conclusiones; Agradecimientos y Literatura citada. Si es necesario se pueden incluir subtítulos dentro de los capítulos principales. Use el sistema métrico decimal.

Tablas: Deben estar citadas en el texto, dispuestas en páginas separadas. El título debe ir en la parte superior de la tabla y como nota de pie de página deben ir las claves explicativas.

Figuras: Deben estar citadas en el texto. Fotografías, dibujos, gráficos y mapas deben presentarse en páginas separadas con su correspondiente texto explicativo en la parte inferior. Deben ser de alta definición. Las figuras impresas deben estar muy bien elaboradas, en tinta china y sobre papel durex, propalcote u opalina. Las fotografías se aceptarán en blanco y negro y en papel brillante. Envíe los documentos impresos sólo cuando se acepte su trabajo. Si las figuras van en formato digital, envíelas como documentos TIFF de 300 dpi (formato disponible en la mayoría de programas editores gráficos). Procure enviar sus figuras con un ancho de 90 mm o 160 mm. Si prefiere digitalizar, hágalo al doble del tamaño pues esto contribuye a mejorar la resolución final. Cuando tenga varias fotos o dibujos trate de agruparlos en mosaicos. Identifique los componentes de una misma figura con literales (A, B, C). Las ilustraciones no originales deben venir acompañadas de su crédito respectivo y deben enviar certificación de permiso para su uso. Se publicarán figuras a color si los autores cubren el costo adicional.

Cita de especies: Nombres científicos de género y especie van en cursiva y siguiendo las normas de los códigos internacionales de nomenclatura. La primera vez que cite una especie, salvo en el título, el resumen y el abstract, adicione el descriptor y el año (p. ej.: *Apis mellifera* L., 1752).

Citas bibliográficas: Consulte un número reciente o las instrucciones en la página web de la Sociedad (www.socolen.org) para conocer el estilo. Aquí se presentan ejemplos para distintas situaciones:

Bustillo (1998), (Gutiérrez 1999), (Bustillo y Rodríguez 1999), (Ramírez *et al*. 1999), (Bueno 1998, 1999), (Portilla 1998a, 1998b), (Gutiérrez 1987; Rodríguez 1998; Ramírez 1999) para citación múltiple en orden ascendente por año, (Parra en prensa), (P. Reyes com. pers.).

Literatura citada: Consulte un número reciente o las instrucciones en la pagina web de la Sociedad (www.socolen.org) para ver estilo. Aquí se presentan ejemplos para distintas situaciones:

PENNAK, R. W. 1978. Fresh-water invertebrates of the United States. John Wiley, New York. 767 p.

POSADA F., F. J. 1992. Ciclo de vida, consumo foliar y daño en fruto de melón por *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae). Revista Colombiana de Entomología 18 (1): 26-31.

VALLEJO, L. F.; ORDUZ, S. 1996. Producción de un plaguicida a base de *Bacillus thuringiensis*, en laboratorio. Revista Colombiana de Entomología 22 (1): 61-67.

SAMUELSON, A.; EVENHUIS, N.; NISHIDA, G. 2001. Insect and spider collections of the world web site. http://www.bishopmuseum.org/bishop/ento/codens-r-us.html. Fecha última revisión: 27 marzo 2001. Fecha último acceso: [14 abril 2001].