

PARASITOIDES (HYMENOPTERA) ASOCIADOS A COBERTURAS VEGETALES DE SISTEMAS PRODUCTIVOS EN EL EJE CAFETERO COLOMBIANO

Natalia Naranjo Guevara¹ & Adriana Sáenz Aponte²

¹B.Sc., Laboratorio de Control Biológico. Pontificia Universidad Javeriana, Cra 7 No 43-82, Oficina 200, Colombia. n.naranjo@javeriana.edu.co

²MSc., Unidad de Ecología y Sistemática –UNESIS, Laboratorio de Control Biológico, Pontificia Universidad Javeriana, Cra 7 No 43-82, Edificio 54, Oficina 200, Colombia. adriana.saenz@javeriana.edu.co.

Resumen: Las especies de parasitoides (Hymenoptera) son de gran importancia para el mantenimiento del equilibrio natural de los ecosistemas y han sido utilizados como controladores de plagas de manera exitosa. Con el objetivo de identificar sistemas de mayor aporte de especies benéficas, se reconoció y comparó la abundancia, diversidad y composición de los parasitoides asociados a las coberturas vegetales de los sistemas agropecuarios del eje cafetero (guadua, cítricos, pastos, café, acacia forrajera y plátano); se realizaron muestreos en dos fincas del departamento de Quindío y una en Valle del Cauca, Colombia, durante abril y agosto de 2008 y febrero de 2009. Se utilizaron trampas Malaise, omnidireccional y red entomológica. Se registraron 623 individuos y 275 morfoespecies, 25 familias y 7 superfamilias. Los parasitoides encontrados están asociados con el manejo cultural en los sistemas productivos, arquitectura y diversidad vegetal, donde las coberturas más heterogéneas y menos alteradas, como la guadua, albergaron la mayor diversidad, riqueza y abundancia.

Palabras clave: Hymenoptera, avispas parasitoides, agrosistema heterogéneo, abundancia, diversidad, Colombia.

Parasitoids (Hymenoptera) associated to plant cover types in crop systems in the Colombian coffee belt

Abstract: Parasitoid species (Hymenoptera) are of great importance in maintaining the natural balance of ecosystems and have been used as successful biological control agents. In order to recognize and compare the abundance, diversity and composition of the parasitoid fauna associated with vegetative cover in coffee-farming systems (bamboo, citrus, pasture, coffee, banana and *Leucaena*), parasitoids were sampled in two farms in the department of Quindío and one in the Cauca valley during the months of April and August 2008 and February 2009. Three different traps were used: Malaise, omnidirectional and entomological nets. There were 623 specimens and 275 morphospecies in 25 families and 7 superfamilies. The parasitoids were associated with cultural management in production systems, architecture and plant diversity, with the more heterogeneous and less disturbed cover, such as bamboo, harboring the greatest diversity, richness and abundance.

Key words: Hymenoptera, parasitoids wasps, heterogeneous agroecosystem, abundance, diversity, Colombia.

Introducción

En Colombia, los departamentos de Quindío y Valle del Cauca manejan una fuerte economía agropecuaria donde predominan coberturas vegetales como guadua (*Guadua angustifolia*, asociada a fragmentos de bosque nativo), cultivos de café, plátano, cítricos y pastos, conformando los sistemas productivos de la región. Estos sistemas reducen la complejidad estructural del paisaje y nichos ecológicos disponibles para organismos silvestres, promoviendo la supervivencia de unos pocos grupos que pueden incrementar de forma masiva su densidad poblacional, desplazando especies nativas ó benéficas y generando pérdidas económicas por el surgimiento de plagas (Ewers & Didham, 2005; Rivera & Armbrrecht, 2005; Valladares *et al.*, 2006). Debido a lo anterior, los productores recurren al uso excesivo y continuo de agroquímicos para su control (Aristizábal *et al.*, 2004), ocasionando algunas veces resistencia, contaminación ambiental e incremento en los costos de producción (Madrigal, 2001; Vincent *et al.*, 2007).

Las avispas parasitoides representan el 50% de las especies descritas en el orden Hymenoptera, constituyen el grupo más importante de enemigos naturales y han sido utilizadas exitosamente en muchos programas de control biológico (Hanson & Gauld, 2006; Fernández & Sharkey, 2006). Dicho éxito se debe a su especificidad para parasitar a otros artrópodos, ciclo de vida corto, adaptación al ambiente, extensa distribución y alta capacidad de búsqueda de

hospederos (Sharkey & Fernández, 2006). Tradicionalmente se han agrupado taxonómicamente en el grupo artificial “Parasítica”, sin embargo existen muchos Aculeata que son parasitoides (Hanson & Gauld, 2006).

A pesar de la importancia de las avispas parasitoides, se encuentran deficientemente estudiadas y el conocimiento actual es insuficiente (Fernández, 2000; Sääksjärvi *et al.*, 2004; López-Martínez *et al.*, 2009). Para Colombia, Cantor *et al.* (2006) publicaron un listado de estudios donde se reportan parasitoides nativos e introducidos pertenecientes a las superfamilias Chalcidoidea, Ichneumonoidea, Chrysoidea y Platygastroidea, ejerciendo control sobre poblaciones de insectos plaga en cultivos de importancia económica en los departamentos de Quindío y Valle del Cauca. Sin embargo, es necesario desarrollar estudios de reconocimiento y diversidad de grupos benéficos como las avispas parasitoides al interior de los sistemas productivos, con el ánimo de promover su conservación y uso dentro de programas de control biológico. Por ello, bajo el marco del proyecto del Centro de Investigación y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos (CIEBREG), se planteó como objetivo determinar la abundancia, riqueza, diversidad y composición de las morfoespecies de himenópteros parasitoides asociados a las coberturas vegetales presentes en los sistemas productivos de la zona cafetera colombiana, para identificar sistemas de mayor aporte de éstas especies benéficas.

Tabla I. Caracterización vegetal de las coberturas que integran los sistemas productivos en Quindío y Valle del Cauca, Colombia. // Vegetation of the various types of cover found in the agricultural systems of Quindío and the Cauca valley, Colombia. Es= Estrato.

Cobertura	Sistema	Es	Vegetación asociada
Plátano	Ramada	A	<i>Brachiaria</i> sp.
	Floresta	B	<i>Musa</i> sp.
	Topacio	A	<i>Brachiaria</i> sp., <i>Hyptis</i> sp., <i>Heliconia</i> sp., <i>Rubus</i> sp.
		B	<i>Musa</i> sp.
Guadua	Ramada	A	<i>Calathea</i> sp., <i>Heliconia</i> sp.
	Floresta		<i>Brachiaria</i> sp., <i>Melothria</i> sp., <i>Urera</i> sp., <i>Anthurium</i> sp., <i>Selaginella</i> sp., <i>Hyptis</i> sp., <i>Philodendron</i> sp., <i>Ipomoea</i> sp., <i>Scleria</i> sp., <i>Dichromena</i> sp., <i>Blechnum</i> sp., <i>Campyloneurum</i> sp., <i>Adiantum</i> sp., <i>Galium</i> sp., <i>Citrona</i> sp.
	Topacio	B	<i>Momordica</i> sp., <i>Leucaena</i> sp., <i>Cestrum</i> sp., <i>Carludovica</i> sp.
		C	<i>Ficus</i> sp., <i>Oreopanax</i> sp., <i>Erythrina</i> sp., <i>Piper</i> sp., <i>Tillandsia</i> sp.
Pasto	Ramada	A	<i>Brachiaria</i> sp., <i>Cynodon</i> sp.
	Floresta		
	Topacio	A	<i>Brachiaria</i> sp., <i>Axonopus soparius</i> , <i>Dichromena</i> sp.
Acacia forrajera	Ramada	A	<i>Brachiaria</i> sp.
		B	<i>Leucaena</i> sp.
Cítricos	Floresta	A	<i>Brachiaria</i> sp.
		B	<i>Citrus</i> sp.
Café	Topacio	A	<i>Brachiaria</i> sp., <i>Melothria</i> sp., <i>Hyptis</i> sp., <i>Anthurium</i> sp., <i>Rubus</i> sp.
		B	<i>Coffea arabica</i> .

Materiales y métodos

Área de estudio. El estudio se llevó a cabo en los departamentos de Quindío y Valle del Cauca, realizando muestreos en tres fincas situadas en los municipios de Quimbaya (Ramada y Floresta) y Alcalá (Topacio). Ramada y Floresta se encuentran en la vereda El Laurel (4°34'97.7''N, 75°49'89.6''W; 4°35'70.6''N, 75°50'13.4''W; 1200 y 1186 m.s.n.m.; 20-26°C; 60-66% humedad, respectivamente) y Topacio en la vereda El congal (4°47'24''N, 75°43'60''W; 1560 m.s.n.m.; 22-24°C; 78% humedad). La extensión aproximada del área de estudio fue de 40 Ha por finca. Las coberturas de cada finca presentaban diferencias en la composición y estructura vegetal, encontrándose 3 estratos: estrato A, constituido principalmente por vegetación herbácea (*Brachiaria*) de tipo rastrero no superior a 1m de altura; estrato B, constituido por el cultivo principal (excepto en guadua), vegetación de 1-3 m; y C, vegetación superior conformada por especies forestales superiores a los 3 m (Tabla I); la información referente al reconocimiento taxonómico vegetal fue obtenida del grupo de botánica del proyecto CIEBREG. Además, el manejo cultural de las coberturas es diferente en cada finca: en Ramada y Floresta las plagas y malezas son controladas exclusivamente con organofosforados de amplio espectro y se maneja ganadería intensiva en praderas entre 5-10 ha; en Topacio no se usan dichos químicos y se presentan pasturas de aproximadamente 1 Ha que soportan 1-3 cabezas de ganado. Es importante resaltar que la cobertura de guadua en Topacio posee menor intervención antrópica y se encuentra asociada a un bosque más extenso que el guadua en las fincas Ramada y Floresta.

Tabla II. Familias de Hymenoptera capturadas con trampas Malaise y Omnidireccional asociadas a las coberturas vegetales en tres sistemas productivos del eje cafetero colombiano. // Hymenoptera families, collected by means of Malaise and Omni traps, associated with different cover types in three agricultural systems of the Colombian coffee belt.

Método captura	Cobertura	Familia	Ejem.	
Malaise	Café	Braconidae	4	
		Cítricos	Braconidae	5
			Encyrtidae	1
			Eupelmidae	1
			Mymaridae	1
	Guadua		Bethylidae	1
			Braconidae	8
			Chalcididae	1
			Evanidae	3
			Figitidae	1
Pasto		Ichneumonidae	13	
		Lyopteridae	1	
		Braconidae	5	
		Ichneumonidae	4	
		Scelionidae	2	
Plátano		Braconidae	4	
		Bethylidae	1	
		Diapriidae	2	
		Eurytomidae	1	
		Gasterupidae	1	
		Ichneumonidae	3	
		Mymaridae	1	
		Pelecinidae	1	
		Pteromalidae	2	
		Eurytomidae	1	
Omnidireccional	Cítricos	Figitidae	1	
		Figitidae	1	
	Guadua	Braconidae	1	
		Chrysididae	1	
		Eulophidae	1	
Plátano	Mymaridae	1		
	Scelionidae	1		

Métodos de muestreo y laboratorio. Se realizaron dos muestreos por finca durante los meses de abril y agosto de 2008 y febrero de 2009. Dentro de cada cobertura vegetal, se localizaron dos transectos lineales de 150 m de longitud y separados entre sí por 20 m dentro de un cuadrante de 1,5 ha de cada una de las coberturas vegetales. Los transectos fueron recorridos por dos investigadores durante 45 minutos haciendo pases dobles con red entomológica, barriendo la vegetación, de 9 a 11 de la mañana y de 2 a 4 de la tarde. Se dispuso por 48 horas una trampa Malaise de 150x150x150 m por cobertura, siguiendo los parámetros de Sarmiento (2006). Adicionalmente, se ubicó una trampa omnidireccional (Ramírez González, 2006) en el borde de cada cobertura, dispuesta por 48 horas. Los especímenes recolectados fueron almacenados en frascos plásticos con alcohol al 70% y marcados con los respectivos datos.

En el laboratorio de Control Biológico de la Pontificia Universidad Javeriana, los himenópteros parasitoides fueron identificados hasta familia por medio de las claves de Fernández & Sharkey (2006), y posteriormente se agruparon por morfoespecie. Los especímenes se depositaron en la colección de Entomología del Museo de Historia Natural Lorenzo Uribe, S.J. de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Análisis de datos. Se estimaron los índices de diversidad de Shannon-Weaver y dominancia de Simpson para comparar la diversidad de las avispas parasíticas en las coberturas vegetales, se realizó un análisis de similitud de Jaccard y

disimilitud de Bray Curtis para comparar la composición de las morfoespecies entre las coberturas, mediante el programa Biodiversity Pro (McAleece, 1997). Los análisis de significancia se realizaron utilizando estadística no paramétrica con el programa SPSS Statistics 20.0, se aplicaron pruebas de normalidad de datos y homogeneidad de varianza con Shapiro Wilk y Levene respectivamente; se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar diferencias a nivel de diversidad y riqueza entre las coberturas vegetales y pruebas de comparaciones múltiples *a posteriori* para varianzas no homogéneas de Games-Howel.

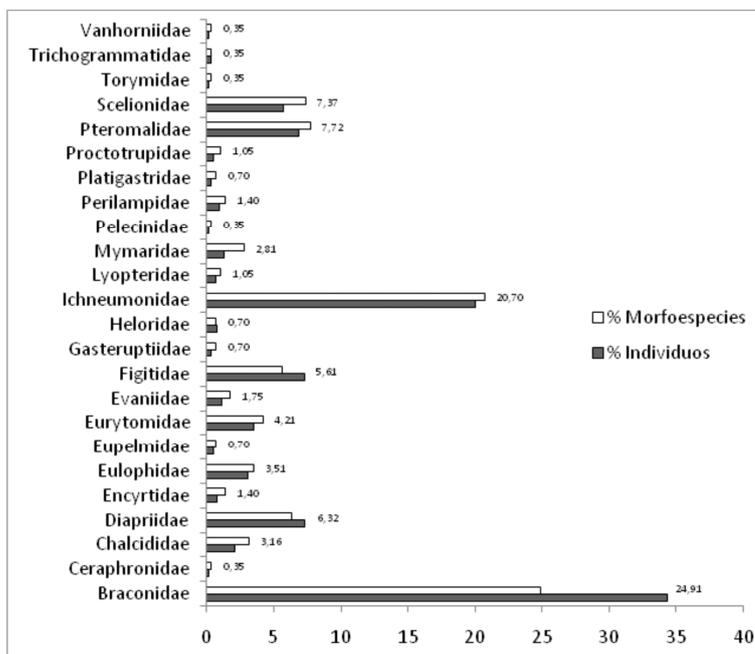
Resultados

Se coleccionaron 636 individuos distribuidos en siete superfamilias, 21 familias y 275 morfoespecies. Los especímenes en su mayoría estuvieron representados por las familias Braconidae, con 216 individuos y 71 morfoespecies (34,3 y 24,9%, respectivamente), seguida por Ichneumonidae, con 126 individuos y 59 morfoespecies (20,3 y 20,7%, respectivamente) (Fig. 1).

El 84,1% de los individuos se capturaron con red entomológica, 10,9% con trampas Malaise y 5,0% trampas omnidireccionales; por ende, las pruebas estadísticas y los índices de diversidad y de composición de especies se realizaron con los datos obtenidos con red entomológica (Tabla II). La cobertura guadua en la finca Topacio se destacó por su abundancia y riqueza (Fig. 2), obteniendo el mayor número de individuos y morfoespecies (170 y 92, respectivamente), seguida por la cobertura plátano en el mismo lugar (113 y 76, respectivamente). De igual manera, estas coberturas presentaron los mayores índices de diversidad (H') y los menores índices de dominancia (Tabla III). El menor índice de diversidad (H') se presentó en la cobertura plátano de la finca Ramada; de acuerdo con el índice de Simpson esta cobertura obtuvo la mayor dominancia y el 90% de las morfoespecies presentaron un sólo individuo.

Se presentaron diferencias estadísticas entre la abundancia ($X^2=320,58$, $n=12$, $gl=11$, $P<0,001$) y riqueza ($X^2=314,98$, $n=12$, $gl=11$, $P<0,001$) de las coberturas vegetales. De acuerdo con las pruebas de Games-Howel, las coberturas guadua y plátano de la finca Topacio son diferentes a las demás coberturas en cuanto a número de individuos ($F=28,19$, $n=12$, $P<0,001$) y número de morfoespecies ($F=32,03$, $n=12$, $P<0,001$).

La composición de especies varió notablemente entre las coberturas vegetales (índice de similitud de Jaccard $<25\%$; disimilitud de Bray-Curtis $<15\%$), registrando 186 morfoespecies asociadas a una sola cobertura vegetal, las cuales se denominaron únicas. Topacio presentó el mayor número de morfoespecies únicas en las coberturas guadua (52) y plátano (42). Las coberturas que menor número de morfoespecies únicas registraron fueron acacia forrajera y plátano de la finca Ramada con sólo dos morfoespecies. Algunas coberturas no presentaron morfoespecies en común (Tabla III). No se registró ninguna morfoespecie presente en todas las coberturas.



▲ Fig. 1. Abundancia y riqueza neta en porcentaje de individuos y morfoespecies de familias de avispas parasitoides asociadas a las coberturas vegetales en tres sistemas productivos del eje cafetero colombiano. // Percentages of abundance and diversity of individuals and morphospecies constituting the assemblage of parasitoid wasp families associated to plant cover types in three agricultural systems in the Colombian coffee belt.

Discusión

Este estudio ofrece una sustancial contribución al conocimiento de la diversidad y composición de avispas parasitoides presentes en diferentes coberturas de los sistemas productivos típicos del eje cafetero colombiano. Se identificaron 25 familias y 275 morfoespecies correspondientes a 60,5 y 11,2% de las familias y especies de avispas parasitoides reconocidas en el país según Fernández (2006) y Nieves-Aldrey *et al.* (2006).

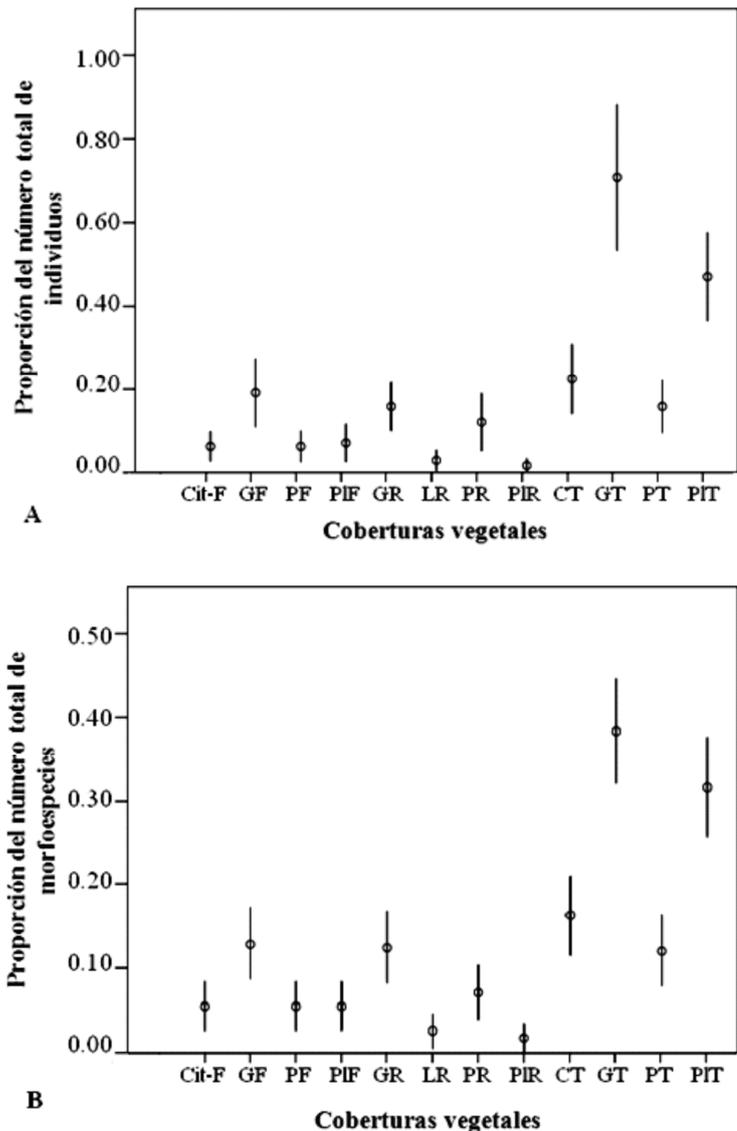
La familia Braconidae se destacó por su riqueza y abundancia, seguida por Ichneumonidae en todas las coberturas vegetales. La enorme diversidad de la superfamilia Ichneumonoidea (Braconidae e Ichneumonidae) ha sido estudiada por Scatolini & Pentead-Dias (2003), Sääksjärvi *et al.* (2006), Fernández (2000) y Campos (2001), y se debe a la variedad de estrategias de parasitismo y plasticidad que poseen sus miembros, lo que les permite colonizar la mayoría de los ambientes terrestres; algunas especies son típicas de zonas con alta intervención antrópica como las áreas cultivadas, mientras otras son específicas de bosques primarios y secundarios (Guerra & Pentead-Dias, 2002; Campos, 2004) y no se ven afectadas significativamente por las alteraciones generadas por el hombre o la complejidad estructural del hábitat (Idris *et al.*, 2001; Vollhardt *et al.*, 2008).

Después de Ichneumonoidea, la superfamilia que presentó mayor riqueza y abundancia fue Chalcidoidea, concordando con Fernández (2000), Arias & Delvare (2003); sin embargo, se constató baja representatividad en todas las morfoespecies que no pertenecían a dichas superfamilias en todas las coberturas.

Tabla III. Índices de diversidad de Shannon-Weaver (H'), dominancia de Simpson (D) y morfoespecies de avispa parasitoides únicas y compartidas por cobertura vegetal. Cítricos Floresta (Cit-F), guadua Floresta (GF), pasto Floresta (PF), plátano Floresta (PIF), guadua Ramada (GR), acacia forrajera (*Leucaena* sp.) Ramada (LR), pasto Ramada (PR), plátano Ramada (PIR), Café Topacio (CT), guadua Topacio (GT), pasto Topacio (PT), plátano Topacio (PIT). // Shannon-Weaver diversity index (H'), Simpson's dominance index (D), and parasitoid wasp morphospecies, both exclusive and shared, per cover type. Floresta citrics (Cit-F), Floresta bamboo (GF), Floresta pasture (PF), Floresta banana (PIF), Ramada bamboo (GR), Ramada forage acacia (*Leucaena* sp.) (LR), Ramada pasture (PR), Ramada banana (PIR), Topacio coffee (CT), Topacio bamboo (GT), Topacio pasture (PT), Topacio banana (PIT).

	COBERTURAS VEGETALES											
	Cit-F	GF	LR	PR	PT	PF	PIF	GR	PIT	PIR	CT	GT
Shannon H' Log e	1,74	3,236	2,488	2,425	3,372	1,748	2,57	0,693	3,49	4,255	3,259	4,203
Simpson's dominance	0,18	0,05	0,093	0,107	0,037	0,183	0,09	0,497	0,04	0,019	0,044	0,017
Morfoespecies únicas	5	12	2	9	12	7	6	15	43	2	21	52
Cit-F		2	1	2	3	2	0	4	6	0	4	4
GF			0	1	3	2	2	5	6	0	4	13
LR				1	1	1	0	2	2	0	1	0
PR					0	2	2	3	4	2	5	6
PT						0	2	8	12	0	4	9
PF							1	4	5	0	3	3
PIF								4	3	1	2	1
GR									11	0	7	15
PIT										1	13	23
PIR											1	1
CT												10

Fig. 2. Proporción de avispa parasitoides colectadas en las coberturas vegetales. **A** abundancia. **B** riqueza. Cítricos Floresta (Cit-F), guadua Floresta (GF), pasto Floresta (PF), plátano Floresta (PIF), guadua Ramada (GR), acacia forrajera (*Leucaena* sp.) Ramada (LR), pasto Ramada (PR), plátano Ramada (PIR), Café Topacio (CT), guadua Topacio (GT), pasto Topacio (PT), plátano Topacio (PIT). // Parasitoid wasps collected in each type of plant cover. **A** abundance. **B** diversity. Floresta citrics (Cit-F), Floresta bamboo (GF), Floresta pasture (PF), Floresta banana (PIF), Ramada bamboo (GR), Ramada forage acacia (*Leucaena* sp.) (LR), Ramada pasture (PR), Ramada banana (PIR), Topacio coffee (CT), Topacio bamboo (GT), Topacio pasture (PT), Topacio banana (PIT).



Se encontraron diferencias significativas al interior de las coberturas vegetales, lo que indica que algunas favorecían más la riqueza y la abundancia de parasitoides que otras. Estos resultados se deben posiblemente al manejo agronómico, estructura y composición vegetal de las coberturas de Ramada y Floresta respecto a Topacio; de esta forma las coberturas vegetales de Topacio conformarían un paisaje agropecuario compuesto o heterogéneo, y Ramada y Floresta un paisaje agropecuario simple, de acuerdo con los criterios de Perfecto *et al.* (2003), Lassau & Hochuli (2005), Klein *et al.* (2006), Paleologos *et al.* (2008), Thomson & Hoffmann (2009). Además, se ha demostrado que los ecosistemas heterogéneos albergan más poblaciones reguladoras por tener una correlación positiva entre la diversidad (Lassau & Hochuli, 2005; Fraser *et al.*, 2008; Paleologos *et al.*, 2008), la complejidad estructural (Schreiber *et al.*, 2000; Sääksjärvi *et al.*, 2006; Fraser *et al.*, 2007) y arquitectónica de las plantas (Cirelli & Penteado-Dias, 2003; Lassau & Hochuli, 2005) con la diversidad de los parasitoides; un ecosistema compuesto comprende tales características vegetales que pueden soportar una alta riqueza y abundancia de parasitoides, ya que aumentan los recursos naturales que generan microhábitats y posibles nichos, así como diversidad de hospederos (Barbosa, 1998; Sobek *et al.*, 2009).

La cobertura guadua se destacó por su diversidad debido a la asociación con fuentes de agua, manchas de bosque natural y diversidad en plantas nectaríferas. La cobertura plátano de la finca Topacio fue la segunda con mayor diversidad, riqueza y abundancia, debido posiblemente a la cercanía de esta cobertura con guadua y café, ya que este último se caracteriza por tener una alta importancia ecológica al albergar y promover la existencia de fauna asociada para realizar procesos ecológicos (Tylianakis *et al.*, 2005; Richter *et al.*, 2009).

Opuesto a lo registrado, se esperaba que los pastos presentaran menor diversidad, riqueza y abundancia, ya que factores como el alto porcentaje de evaporación, radiación directa, poca humedad y diversidad vegetal de esta cobertura, restringen la colonización de muchas especies de avispas parasitoides (Marchiori *et al.*, 2000; Marchiori & Penteado-Dias, 2001); sin embargo, las coberturas que mostraron los valores más bajos correspondieron a plátano en la finca Floresta, y cítricos, acacia forrajera y plátano en la finca Ramada. Lo anterior puede deberse al alto grado de alteración que se observó en estas coberturas vegetales, como la aplicación constante de organofosforados, carbomatos y piretroides de alto espectro para el control de malezas e insectos plaga. Se ha demostrado que la mayoría de avispas parasitoides son muy sensibles a alteraciones y pesticidas (Cirelli & Penteado-Dias, 2003; Casmuz *et al.*, 2007), su uso frecuente afecta la longevidad de las hembras (que muestran hasta un 100% de mortalidad en pruebas de laboratorio: Hewa-Kapuge *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2008), y reducen la fecundidad y porcentaje de emergencia de los estados inmaduros al interior del hospedero (Devine & Furlong, 2007; Schneider *et al.*, 2008; Sak *et al.*, 2009); de acuerdo con los ensayos realizados por Schneider *et al.* (2008) y Vianna *et al.* (2009), los individuos que logran

eclosionar no tienen la capacidad de parasitar a su hospedero y se ha comprobado que los insecticidas, por residualidad en el ambiente, ocasionan una mortalidad de 23-64% en los parasitoides adultos presentes en los agroecosistemas (Hewa-Kapuge *et al.*, 2003, Wang *et al.*, 2008).

Las agrupaciones obtenidas con el análisis de similitud de Jaccard y disimilitud de Bray-Curtis sugieren que existen diferentes distribuciones de las morfoespecies al interior de las coberturas vegetales y que, a pesar de que estas eran cercanas en el espacio y estaban bajo la influencia de los mismos factores topográficos (presencia o ausencia de pendiente, laderas) y climatológicos (temperatura, humedad, pluviosidad), las condiciones específicas de cada una influyen y son determinantes en la composición de las avispas parasitoides de la zona cafetera. Hubo coberturas que compartieron morfoespecies, lo cual fue más evidente en Topacio, demostrando que posiblemente hay una ruta de tránsito de algunas morfoespecies entre las coberturas de los sistemas productivos de la región. Es probable que las coberturas de la finca Topacio hayan compartido más morfoespecies debido a la heterogeneidad de los paisajes circundantes, los cuales ofrecen refugio y alimento (Lassau & Hochuli, 2005) y de acuerdo con Paleologos *et al.* (2008) la distancia de la vegetación semi-natural a los cultivos es un factor que determina la presencia y diversidad de enemigos naturales.

Conclusiones

La diversidad de avispas parasitoides de la región se ve afectada por el manejo de las coberturas vegetales que componen los sistemas productivos, cambiando la composición de las comunidades y probablemente las interrelaciones con los hospederos. Las coberturas vegetales más heterogéneas o con mayor asociación a vegetación semi-nativa, menor aplicación de agroquímicos y menos alteradas albergan mayor diversidad, riqueza y abundancia de estos insectos, y por ello son áreas importantes para conservación. Asimismo, es posible el tránsito de especies entre las coberturas y los sistemas productivos, ya que la abundancia presentada por las morfoespecies de algunas familias de parasitoides está determinada por la presencia de algunas especies fitófagas como hospederos potenciales de estos enemigos naturales en la región.

Agradecimiento

Los autores agradecen a Colciencias y a la Pontificia Universidad Javeriana por la financiación de esta investigación, la cual forma parte del proyecto Valoración de los bienes y servicios de la biodiversidad para el desarrollo sostenible de paisajes rurales colombianos: Complejo Ecorregional Andes del Norte, del Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos (CIEBREG). Igualmente a los propietarios y encargados de las fincas Ramada, Floresta y Topacio por permitir el acceso a las zonas de estudio, a la Investigadora Clara Yalexey Delgado por la toma y procesamiento de muestras, y a un evaluador anónimo por sus valiosas sugerencias.

Bibliografía

- ARIAS, D. C. & G. DELVARE 2003. Lista de los géneros de la familia Chalcididae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de la región Neotropical. *Biota colombiana*, **4**(2): 123-145.
- ARISTIZÁBAL, L.F., H.M. SALAZAR, C.G. MEJÍA & A. E. BUSTILLO 2004. Introducción y evaluación de *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae) en fincas de pequeños caficultores, a través de investigación participativa. *Revista Colombiana de Entomología*, **30**(2): 219-224.
- BARBOSA, P. (ed.). 1998. *Conservation Biological Control*. Academic Press, San Diego. 396 pp.
- CAMPOS, D. F. 2001. Lista de los géneros de avispas parasitoides Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de la región Neotropical. *Biota colombiana*, **2**(3):193-232.
- CAMPOS, D. F. 2004. Avispas parasitoides de la familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de Colombia. Pp. 491-602. En: Fernández, F., Andrade, M.G., & Amat, G., (eds.), *Insectos de Colombia*, vol. 3. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 602 pp.
- CANTOR, F., J.R. CURE & A. LÓPEZ-ÁVILA 2006. Hymenoptera "Parasítica" como agentes de control biológico en Colombia. Pp. 143- 171. En: Fernández, F. & Sharkey, M.J. (eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología / Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 893 pp.
- CASMUZ, A.S., L. GOANE, H. SALAS, J. LAZCANO, S.A. ZAPATIEL & E. WILLINK 2007. Efecto de las aplicaciones aéreas de abamectin sobre *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoides del minador de la hoja de los cítricos, en la provincia de Tucumán. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, **84**(2):1-7.
- CIRELLI, K.R.N. & A.M. PENTEADO-DIA, 2003. Análise da riqueza da fauna de Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em remanescentes naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. *Revista Brasileira de Entomologia*, **47**(1): 89-98.
- DEVINE, G.J. & M.J. FURLONG 2007. Insecticide use: Contexts and ecological consequences. *Agriculture and Human Values*, **24**(3): 281-306.
- EWERS, R.M. & R.K. DIDHAM 2005. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, **81**: 117-142.
- FERNÁNDEZ, F. 2000. Sistemática de los himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y perspectivas. Pp. 233-243. En: MARTÍN-PIERA, F., J.J. MORRONE & A. MELIC (eds.) *Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000*. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. 326 pp.
- FERNÁNDEZ, F. 2006. Sistemática de los himenópteros de la región neotropical: estado del conocimiento y perspectivas. Pp. 7-35. En: Fernández, F. & Sharkey, M.J. (eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología / Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 893 pp.
- FERNÁNDEZ, F. & M.J. SHARKEY (eds.). 2006. *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología / Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 893 pp.
- FRASER, S.E.M., C. DYTHAM & P.J. MAYHEW 2007. Determinants of parasitoid abundance and diversity in woodland habitats. *Journal of Applied Ecology*, **44**(2): 352-361.
- FRASER, S.E.M., A.E. BERESFORD, J. PETERS, J.W. REDHEAD, A.J. WELCH, P.J. MAYHEW & C. DYTHAM 2008. Effectiveness of vegetation surrogates for parasitoid wasps in reserve selection. *Conservation Biology*, **23**(1): 142-150.
- GUERRA, T.M. & A. M. PENTEADO-DIAS 2002. Abundância de Ichneumonidae (Hymenoptera) em área de mata em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil. *Maringá*, **24**(2): 363-368.
- HANSON, P.E. & I.D. GAULD (eds.). 2006. *Hymenoptera de la región neotropical. Memoirs of the American Entomological Institute*, 77. The American Entomological Institute, Gainesville. 994 pp.
- HEWA-KAPUGE, S., S. MCDUGALL & A.A. HOFFMANN 2003 Effects of methoxyfenozide, indoxacarb, and other insecticides on the beneficial egg parasitoid *Trichogramma nr. brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and field conditions. *Journal of Economic Entomology*, **96**(4): 1083-1090.
- IDRIS, A.B., A.D. GONZAGA, N.N. ZANEDARWATY, B.T. HASNAH & B.Y. NATASHA 2001. Does habitat disturbance has adverse effect on the diversity of parasitoid community? *Online Journal of Biological Sciences*, **1**(11): 1040-1042.
- KLEIN, A.M., I. STEFFAN, D. BUCHORI & T. TSCHARNTKE, 2006. Rainforest promotes trophic interactions and diversity of trap-nesting Hymenoptera in adjacent agroforestry. *Journal of Animal Ecology*, **75**(2): 315-323.
- LASSAU, S.A. & D.F. HOCHULI 2005. Wasp community responses to habitat complexity in Sydney sandstone forests. *Austral Ecology*, **30**: 179-187.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, V., M. SAAVEDRA-AGUILAR, H. DELFÍN-GONZÁLEZ, J.I. FIGUEROA-DE LA ROSA & M.J. GARCÍA-RAMÍREZ 2009. New neotropical distribution records of braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae). *Neotropical Entomology*, **38**(2): 213-218.
- MADRIGAL, A. 2001. *Fundamentos de control biológico de plagas*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 453 pp.
- MARCHIORI, C.H. & A.M. PENTEADO-DIAS 2001. *Trichopria anastraphae* (Hymenoptera: Diapriidae) parasitoides de Diptera, coletadas em área de mata nativa e pastagem em Itumbiara, Goiás, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, **68**(1): 123-124.
- MARCHIORI, C.H., A.T. OLIVEIRA, A.M. PENTEADO-DIAS, D. SCATOLINI, N.B. DÍAZ & F.E. GALLARDO 2000. Fauna de Parasitoides asociados a Diptera Cyclorrhapha (Insecta). *Arquivos do Instituto Biológico*, **67**(2): 195-198.
- MCALLEECE, N. 1997. *BioDiversity Professional*. The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Science. Versión 2.
- NIEVES-ALDREY, J.L., F.M. FONTAL-CAZALLA & F. FERNÁNDEZ. 2006. Filogenia y evolución en Hymenoptera. Pp. 37-55. En: FERNÁNDEZ, F. & M.J. SHARKEY (eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología / Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 893 pp.
- PALEOLOGOS, M.F., C.C. FLORES, S.J. SARANDON, S.A. STUPINO & M.M. BONICATTO 2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología*, **3**(1): 28-40.
- PERFECTO, I., A. MAS, T. DIETSCH & J. VANDERMEER 2003. Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. *Biodiversity and Conservation*, **12**(6): 1239-1252.
- RAMÍREZ GONZÁLEZ, A. 2006. *Ecología. Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 271 pp.
- RICHTER, A., A.M. KLEIN, T. TSCHARNTKE & J.M. TYLIANAKIS 2009. Abandonment of coffee agroforests increases insect abundance and diversity. *Agroforest Systems*, **69**(3): 175-182.

- RIVERA, L. & I. ARMBRECHT 2005. Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. *Revista Colombiana de Entomología*, **31**(1): 89-96.
- SÄÄKSJÄRVI, I.E., S. HAATAJA, S. NEUVONEN, I.D. GAULD, R. JUSSILA, J. SALO & A.M. BURGOS 2004. High local species richness of parasitic wasps (Hymenoptera: Ichneumonidae; Pimplinae and Rhyssinae) from the lowland rainforests of Peruvian Amazonia. *Ecological Entomology*, **29**(6): 735-743.
- SÄÄKSJÄRVI, I.E., K. RUOKOLAINEN, H. TUOMISTO, S. HAATAJA, P. V.A. FINE, G. CÁRDENAS, I. MESONES & V. VARGAS 2006. Comparing composition and diversity of parasitoid wasps and plants in an Amazonian rain-forest mosaic. *Journal of Tropical Ecology*, **22**(2): 167-176.
- SAK, O., E.E. GÜLGÖNÜL & F. UÇKAN 2009. Effects of cypermethrin exposed to host on the developmental biology of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Annals of the Entomological Society of America*, **102**(2): 288-294.
- SARMIENTO, C.E. 2006. Métodos generales de recolección. Pp. 115-131. En: Fernández, F. & Sharkey, M.J. (eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología / Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 893 pp.
- SCATOLINI, D. & A. M. PENTEADO-DIAS 2003. Análise faunística de Braconidae (Hymenoptera) em três áreas de mata nativa do Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, **47**(2): 187-195.
- SCHNEIDER, M., G. SMAGGHE, S. PINEDA & E. VIÑUELA 2008. The ecological impact of four IGR insecticides in adults of *Hyposoter didymator* (Hym., Ichneumonidae): pharmacokinetics approach. *Ecotoxicology*, **17**(3): 17:181-188.
- SCHREIBER, S.J., L.R. FOX & W.M. GETZ 2000. Coevolution of contrary choices in host-parasitoid systems. *The American Naturalist*, **155**(5): 637-648.
- SHARKEY, M.J. & F. FERNÁNDEZ 2006. Biología y diversidad de Hymenoptera. Pp. 93-113. En: Fernández, F. & Sharkey, M.J. (eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología / Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 893 pp.
- SOBEK, S., T. TSCHARNTKE, C. SCHERBER, S. SCHIELE & I. STEFFAN-DEWENTER 2009. Canopy vs. understory: Does tree diversity affect bee and wasp communities and their natural enemies across forest strata? *Forest Ecology and Management*, **258**(5): 609-615.
- THOMSON, L.J. & A.A. HOFFMANN 2009. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biological Control*, **49**(3): 259-269.
- TYLIANAKIS, J.M., A.M. KLEIN & T. TSCHARNTKE 2005. Spatiotemporal variation in the effects of a tropical habitat gradient on Hymenoptera diversity. *Ecology*, **86**(12): 3296-3302.
- VALLADARES, G., A. SALVO & L. CAGNOLO 2006. Habitat fragmentation effects on trophic processes of insect-plant food webs. *Conservation Biology*, **20**(1): 212-217.
- VIANNA, U.R., D. PRATISSOLI, J.C. ZANUNCIO, E.R. LIMA, J. BRUNNER, F.F. PEREIRA & J.E. SERRÃO 2009. Insecticide toxicity to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) females and effect on descendant generation. *Ecotoxicology*, **18**(2): 180-186.
- VINCENT, C., M.S. GOETTEL & G. LAZAROVITS (eds.). 2007. *Biological control: a global perspective*. CABI Publishing, Wallingford. 440 pp.
- VOLLHARDT, I.M.G., T. TSCHARNTKE, F.L. WÄCKERS, F.J.J.A. BIANCHI & C. THIES 2008. Diversity of cereal aphid parasitoids in simple and complex landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **126**(3-4): 289-292.
- WANG, H.Y., Y. YANG, J.Y. SU, J.L. SHEN, C.F. GAO & Y.C. ZHU 2008. Assessment of the impact of insecticides on *Anagrus nilaparvatae* (Pang et Wang) (Hymenoptera: Mymanidae), an egg parasitoid of the rice planthopper, *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae). *Crop Protection*, **27**(3-5): 514-522.