

Mirmecofauna asociada a cafetales bajo sombra en Quipile, Cundinamarca, Colombia

Myrmecofauna associated to shade grown coffee in Quipile, Cundinamarca, Colombia

Ricardo Martínez Gamba*

Universidad Pedagógica Nacional, Grupo de investigación Cascada. *Autor para correspondencia: rmartinezg@pedagogica.edu.co

Rec.: 24.04.2018 Acep.: 12.02.2019

Resumen

La abundancia y variedad de microhábitats en los cultivos de café bajo sombra favorecen las poblaciones de hormigas. En cuatro fincas de la vereda Guadalupe alto del municipio de Quipile, Cundinamarca (Colombia) se determinaron la diversidad, la composición y los gremios de hormigas asociadas con el cultivo de café (*Coffea arabica*) bajo sombra de *Inga* sp., *Tabebuia rosea*, *Musa* sp. y *Citrus* sp. Los muestreos se realizaron utilizando trampas de 'caída y captura manual' en épocas seca y de lluvia. En total, se registraron 82 morfoespecies distribuidas en 30 géneros y nueve subfamilias. Las eficiencias de muestreo variaron entre 78 y 82% con los estimadores CHAO2 e ICE; además, se encontró una baja similitud (< 60%) entre las fincas y entre los estratos suelo y tronco de árbol. Se identificaron especies exclusivas en las fincas como *Heteroponera microps*, *Heteroponera inca*, *Odontomachus erythrocephalus* y se registran por primera vez para Cundinamarca el género *Proceratium* y la especie *Neoponera chyseri* que incrementa la gran riqueza de especies de hormigas conocidas. Por otro lado, se encontró un total de nueve gremios presentes en todas las fincas del estudio y fueron reportados género como *Azteca*, *Crematogaster*, *Linephitema*, *Pheidole* y *Solenopsis* catalogados como potenciales controladores biológicos, lo que evidencia una forma de equilibrios ecosistémicos benéficos para el café bajo sombra en la zona.

Palabras clave: Café, diversidad, hormigas, interacción ecológica, sombra

Abstract

Ants are an important component in terrestrial ecosystems especially in shady coffee plantations due to their abundance and variety of microhabitats, for this reason in this study it was determined the diversity, composition and ants guilds associated with forest species and shady agricultural species (*Inga* sp., *Tabebuia rosea*) and (*Musa* sp, *Citrus* sp.) and coffee bushes present in four shady coffee plantations, on the sidewalk Guadalupe high of the municipality of Quipile, Cundinamarca. The samplings were carried out by means of fall traps and manual capture in the dry and rainy seasons. There were 82 morphospecies distributed in 30 genera and 9 subfamilies. The results showed sampling efficiencies between 78 and 82% with the CHAO2 and ICE estimators, a low similarity (<60%) was found between the farms and between the soil and tree trunk strata. Exclusive species are reported in farms such as *Heteroponera microps*, *Heteroponera inca*, *Odontomachus erythrocephalus* and the genus *Proceratium* and *Neoponera chyseri* are registered for the first time for Cundinamarca, which increases the richness of known ant species. On the other hand, a total of nine guilds were found in all the farms. In addition, genera such as *Azteca*, *Crematogaster*, *Linephitema*, *Pheidole* and *Solenopsis* are cataloged as potential biological controllers, evidencing that in these shady coffee plantations beneficial ecosystem balances are formed for the coffee.

Keywords: Ants, coffee, diversity, ecological interaction, shadow

Introducción

Los cafetales bajo sombra son agroecosistemas complejos en términos de vegetación presentando, varios de ellos, alta diversidad y niveles de estratos y biodiversidad similares a los bosques nativos cercanos (Philpott, Perfecto y Vandemer, 2006). La complejidad estructural del dosel afecta el microclima del sotobosque del cultivo de café, ofreciendo lugares de vida y anidamiento para una gran variedad de especies (Perfecto, Rice, Greenberg y Van Der Voort, 1996). Entre éstas se encuentran hormigas, consideradas uno de los grupos con mayor diversidad específica y ecológica en las latitudes tropicales, ya que constituyen aproximadamente 15% de la biomasa animal total (Villareal et al., 2006). Estas especies son útiles para probar hipótesis sobre riqueza biológica, dinámicas comunitarias, mutualismos e invasiones (Alonso y Agosti, 2000). En los cafetales, las hormigas cumplen funciones importantes como dispersión de semillas, polinización, depredación, recicladores de materia orgánica y controladores biológicos (Perfecto, Vandermeer y Philpott, 2010; Sinisterra, Gallego-Roper y Armbrrecht, 2016; Morris y Perfecto, 2016).

Varios investigadores han estudiado la diversidad asociada con los agroecosistemas cafetaleros desde la perspectiva de la ecología del paisaje (Zabala, Arango y Chacón De Ulloa, 2013; Sinisterra et al., 2016). En estudios sobre la diversidad de hormigas cazadoras como indicadores del efecto de la tecnificación en cultivos de café, se encontró que en ecosistemas con mayor grado de cobertura arbórea (bosques,

fragmentos de bosque y cafetales con diferentes tipos de sombra) (García, Zabala y Botero, 2008) predominan hormigas con potencial para el control biológico (Ramírez, Herrera y Armbrrecht, 2010; Sinisterra et al., 2016). Lo anterior es debido a que las hormigas que anidan en la copa de los árboles muestran una gran dominancia evitando la aparición de otros insectos (Dejean et al., 2016). El objetivo del presente trabajo fue identificar la diversidad, similitud y gremios de hormigas asociadas con el cultivo de café bajo sombra en la zona de Guadalupe alto del municipio de Quipile, Cundinamarca (Colombia).

Materiales y métodos

Área de estudio

El trabajo se realizó en la vereda Guadalupe alto (4° 4' 21" N y 74° 32' 06" O), localizada en el municipio de Quipile, departamento de Cundinamarca (Colombia), con una precipitación anual entre 1000 y 2000 mm., 1599 a 1702 m.s.n.m y 16 a 18 °C (Alcaldía de Quipile, 2012). La zona se encuentra en el Bosque húmedo Premontano caracterizada por la transición entre el trópico propiamente dicho y los ambientes de alta montaña, razón por la cual comparte una buena proporción de sus especies con ambas formaciones vegetales (Rodríguez, Armenteras Morales y Romero, 2006). Para el estudio fueron seleccionadas al azar cuatro fincas con cultivo de café (*Coffea arabica*) clasificadas como policultivo tradicional de acuerdo con Moguel y Toledo (1999) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de las fincas con cultivo de café bajo sombra incluidas en el estudio. Quipile, Cundinamarca, Colombia.

Finca/ área	Altura (m.s.n.m.)	Variedad café	Tipo de sombra	
			Forestal	Agrícola
San Miguel (4 ha)	1702	Castilla de aprox. 7 años, 3000 plantas /ha	Ocobo (<i>Tabebuia rosaea</i> Bertol.), tachuelo (<i>Zantoxylum</i> sp.), yarumo (<i>Crecoxia</i> sp.)	Cítrico (<i>Citrus</i> sp.), plátano (<i>Musa</i> sp.), guayaba (<i>Psidium</i> sp.).
Los Naranjitos (6 ha)	1599	Castilla y Caturra de aprox. 5 años, y Arábica de más de 10 años, 3000 plantas/ha	Guamo (<i>Inga</i> sp.), yarumo (<i>Crecoxia</i> sp.) e higuierón (<i>Ficus</i> sp.).	Cítrico (<i>Citrus</i> sp.), plátano (<i>Musa</i> sp.), aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.)
El Recuerdo (3.5 ha)	1635	Castilla y Caturra, aprox. de 6 años y Arábica de más de 15 años, 3000 planta/ha	Guamo (<i>Inga</i> sp.), yarumo (<i>Crecoxia</i> sp.), caucho (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell.Arg).	Cítrico (<i>Citrus</i> sp.), plátano (<i>Musa</i> sp.), guayaba (<i>Psidium</i> sp.).
El Diamante (2 ha)	1643	Castilla y Caturra de aprox. 5 años y Arábica de más de 10 años, 3000 plantas/ha.	Guamo (<i>Inga</i> sp.), higuierón (<i>Ficus</i> sp.), madre de agua (<i>Trichanthera gigantea</i>).	Cítrico (<i>Citrus</i> sp.) y Plátano (<i>Musa</i> sp.) Guayaba (<i>Psidium</i> sp.).

Muestreo de hormigas

Los muestreos de los individuos se realizaron en julio de 2016 y febrero de 2017 de acuerdo con la metodología propuesta por Sinisterra et al. (2016). Las muestras fueron tomadas en las especies arbóreas más comunes en los cultivos de café: forestales (*T. rosea* e *Inga* sp.) y agrícolas (*Musa* sp. y *Citrus* sp.) En la finca San Miguel fueron seleccionados para muestreo cinco individuos de *T. rosea* y un número igual de *Citrus* sp. y *Musa* sp. En las demás fincas fueron seleccionados cinco árboles de cada una de las especies *Inga* sp., *Citrus* sp. y *Musa* sp., separados 10 m entre sí.

Tanto en las especies forestales como en las agrícolas se realizaron recolecciones manuales sobre el tronco utilizando pinzas, pinceles y aspirador bucal durante 15 a 20 min (Cepeda y Flórez, 2007); además se hicieron recolecciones durante 24 a 48 h sobre sendas trampas de caída en un área de 1 m de diámetro alrededor de cada especie (Ramírez et al., 2010). En el cultivo de café, las recolecciones de hormigas se hicieron por 15 min sobre hojas, tallos y frutos de 10 árboles al azar por finca. Estos procedimientos se realizaron una sola vez por época y por finca. Las hormigas fueron clasificadas y separadas a morfoespecie, fueron identificadas a género y en algunos casos a especie, utilizando claves taxonómicas (Palacio y Fernández, 2003) y revisión bibliográfica.

Análisis de datos

Se elaboraron curvas de acumulación de especies con los estimadores ICE y Chao 2, utilizando el programa estadístico Estimates S 9.1.0 (Colwell, 2008). Con el programa PAST v3.21 (Hammer, Harper y Rian, 2001) se calculó la similitud entre las fincas por medio del índice de Jaccard que se basa en incidencia (presencia/ausencia). Para los gremios de hormigas se utilizó el trabajo de Silvestre, Brandão y Da Silva (2003). Finalmente, se elaboró un gráfico de frecuencia de captura de gremios de hormigas y la prueba Ji-cuadrado de bondad de ajuste con un nivel de confiabilidad de 95%.

Resultados

En 664 eventos de muestreo fueron recolectados 4207 individuos, distribuidos en 82 morfoespecies (mfsp), 30 géneros y 9 subfamilias. Myrmicinae fue la subfamilia con el mayor número de géneros (12) y 46 mfsp, seguido por Formicinae con cinco géneros y 14 mfsp. En la finca los Naranjitos se encontraron 56 mfsp y en la finca el Diamante se encontraron 46 mfsp (Cuadro 2).

Cuadro 2 Incidencia de hormigas en cultivo de café bajo sombra. Vereda Guadalupe alto, municipio de Quipile, Cundinamarca (Colombia).

Subfamilia	Género/mfsp.	Gremio	Finca*			
			ED	ER	LN	SM
Dolichoderinae	<i>Azteca</i> -sp.1	Arbórea	-	-	-	x
	<i>Azteca</i> -sp.2	Arbórea	-	x	x	x
	<i>Linepithema-iniquum</i> -(Mayr,1870)-	Arbórea	x	x	x	x
	<i>Tapinoma</i> -sp.1	Arbórea	x	-	x	-
Dorylinae	<i>Labidus-coecus</i> -(Latreille,1802)	Nómada	x	x	x	x
	<i>Labidus-praedator</i> -(Smith,1858)	Nómada	-	-	-	x
Ectatominae	<i>Gnamptogenys</i> -sp.1	Depredadora	x	x	x	-
	<i>Gnamptogenys</i> -sp.2	Depredadora	x	x	x	x
	<i>Gnamptogenys</i> -sp.3	Depredadora	-	x	-	x
	<i>Gnamptogenys</i> -sp.4	Depredadora	-	-	x	-
Formicinae	<i>Acropyga</i> -sp.1	Esp.ecialista	-	x	-	-
	<i>Brachymyrmex</i> -sp.1-	Oportunista	x	x	x	x
	<i>Brachymyrmex</i> -sp.2	Oportunista	-	-	x	-
	<i>Brachymyrmex</i> -sp.3	Oportunista	-	x	-	x

Subfamilia	Género/ mfsp.	Gremio	Finca*			
			ED	ER	LN	SM
	<i>Camponotus-simillimus</i> -(Smith,1862)	Oportunista	x	x	x	x
	<i>Camponotus-senex</i> -(Smith,1858)	Oportunista	-	x	x	x
	<i>Camponotus</i> -sp.1	Oportunista	x	x	x	x
	<i>Camponotus</i> -sp.2	Oportunista	-	-	-	x
	<i>Camponotus</i> -sp.3	Oportunista	-	x	x	x
	<i>Camponotus</i> -sp.4	Oportunista	-	-	-	x
	<i>Myrmelachista</i> -sp.1	Esp.ecialista	x	-	x	x
	<i>Myrmelachista</i> -sp.2	Esp.ecialista	x	x	x	x
	<i>Nylanderia</i> -sp.1	Oportunista	x	x	x	x
	<i>Nylanderia</i> -sp.2	Oportunista	-	x	-	-
Heteroponerinae	<i>Heteroponera-microps</i> -(Borg-meier,1957)	Criptica	-	x	-	-
	<i>Heteroponera-inca</i> -(Brown,-1958)	Criptica	-	-	-	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex-hystrix</i> -(L-atreille,1802)	Cultivadora-de-hongos	x	-	x	x
	<i>Cephalotes</i> -sp.1	Colectora-de-exudados	-	-	-	x
	<i>Crematogaster</i> -sp.1	Arborea	x	x	x	x
	<i>Crematogaster</i> -sp.2	Arborea	x	x	x	x
	<i>Crematogaster</i> -sp.3	Arborea	x	-	x	x
	<i>Cyphomyrmex</i> -sp.1	Colectora-de-exudados	x	x	x	x
	<i>Myrmicocrypta</i> -sp.1	Colectora-de-exudados	x	x	x	x
	<i>Myrmicocrypta</i> -sp.2	Colectora-de-exudados	-	-	-	x
	<i>Nesomyrmex</i> -sp.1	Arborea	-	-	-	x
	<i>Octostruma</i> -sp.1	Colectora-de-exudados	x	x	x	x
	<i>Octostruma</i> -sp.2	Colectora-de-exudados	-	-	x	x
	<i>Octostruma</i> -sp.3	Colectora-de-exudados	-	-	x	-
	<i>Pheidole</i> -sp.1	Omnívoras	x	-	x	x
	<i>Pheidole</i> -sp.2	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Pheidole</i> -sp.3	Omnívoras	-	-	x	-
	<i>Pheidole</i> -sp.4	Omnívoras	-	-	x	-
	<i>Pheidole</i> -sp.5	Omnívoras	-	-	x	-
	<i>Pheidole</i> -sp.6	Omnívoras	x	x	x	-
	<i>Pheidole</i> -sp.7	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Pheidole</i> -sp.8	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Pheidole</i> -sp.9	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Pheidole</i> -sp.10	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Pheidole</i> -sp.11	Omnívoras	x	-	-	x
	<i>Pheidole</i> -sp.12	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Pheidole</i> -sp.13	Omnívoras	-	x	x	-
	<i>Pheidole</i> -Sp.14	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Pheidole</i> -sp.15	Omnívoras	x	x	x	-

Subfamilia	Género/ mfsp.	Gremio	Finca*			
			ED	ER	LN	SM
	<i>Procryptocerus-hylaeus</i> -(Kempf,1951)	Colectora-de-exudados	-	-	x	-
	<i>Procryptocerus-scabriusculus</i> (Forel,1899)	Colectora-de-exudados	x	x	x	x
	<i>Rhopalothrix</i> -sp.1	Criptica	-	-	-	x
	<i>Rogeria</i> -sp.1	Omnívoras	x	x	x	-
	<i>Rogeria</i> -sp.2	Omnívoras	x	-	-	-
	<i>Solenopsis</i> -sp.1	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Solenopsis</i> -sp.2	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Solenopsis</i> -sp.3	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Solenopsis</i> -Sp.4	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Solenopsis</i> -sp.5	Omnívoras	-	x	-	x
	<i>Solenopsis</i> -sp.6	Omnívoras	x	x	-	x
	<i>Solenopsis</i> -sp.7	Omnívoras	-	x	-	-
	<i>Solenopsis</i> -sp.8	Omnívoras	x	x	x	x
	<i>Solenopsis</i> -sp.9	Omnívoras	-	x	-	x
	<i>Solenopsis</i> -sp.10	Omnívoras	-	x	-	x
	<i>Solenopsis</i> -sp.-11	Omnívoras	-	x	x	-
	<i>Strumigenys</i> -sp.1	Criptica	-	-	x	-
	<i>Strumigenys</i> -sp.2	Criptica	x	-	-	-
	<i>Wasmannia-auropunctata</i> -(Roger,1863)	Arborea	-	-	x	-
Ponerinae	<i>Hypoponera</i> -sp.1	Criptica	x	x	-	-
	<i>Hypoponera</i> -sp.2	Criptica	x	-	-	-
	<i>Hypoponera</i> -sp.3	Criptica	-	-	-	x
	<i>Hypoponera</i> -sp.4	Criptica	x	x	x	-
	<i>Neoponera-chyzeri</i> -(Forel,1907)	Depredadora	x	-	x	x
	<i>Odontomachus-erythrocephalus</i> -(Emery,1890)	Depredadora	-	-	x	-
Proceratiinae	<i>Proceratium</i> -sp.1	Criptica	-	-	x	-
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex</i> -sp.1	Arborea	x	-	-	x
	<i>Pseudomyrmex</i> -sp.2	Arborea	x	x	x	-
	<i>Pseudomyrmex</i> -sp.3	Arborea	-	x	-	-

*Fincas: El Edén (ED), El Recuerdo (ER), Los Naranjitos (LN) y San Miguel (SM).

La eficiencia del muestreo global varió entre 79% y 82%, según los estimadores CHAO2 e ICE (Figura 1). La eficiencia por finca en el Recuerdo fue de 80% CHAO2 y 81% ICE, seguido por la finca el Diamante con 70% CHAO2 y 79% ICE, la finca San Miguel con 60% CHAO2 y 58% ICE finalmente, en la finca los Naranjitos se

presentó la menor eficiencia con 57% CHAO2 y 55% ICE(Figura 2). Las fincas que presentaron la menor eficiencia de muestreo, igualmente, presentaron mayor número de mfsp, siendo éstas, los Naranjitos con 56 mfsp y San Miguel con 55 mfsp (Cuadro 1).

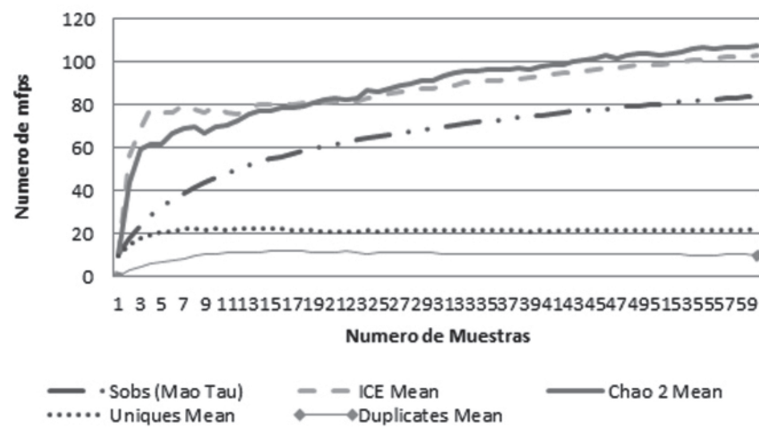


Figura 1. Curvas de acumulación de especies global con estimadores Chao2 e ICE en cultivos de café bajo sombra en la vereda Guadalupe alto, municipio de Quipile, Cundinamarca (Colombia).

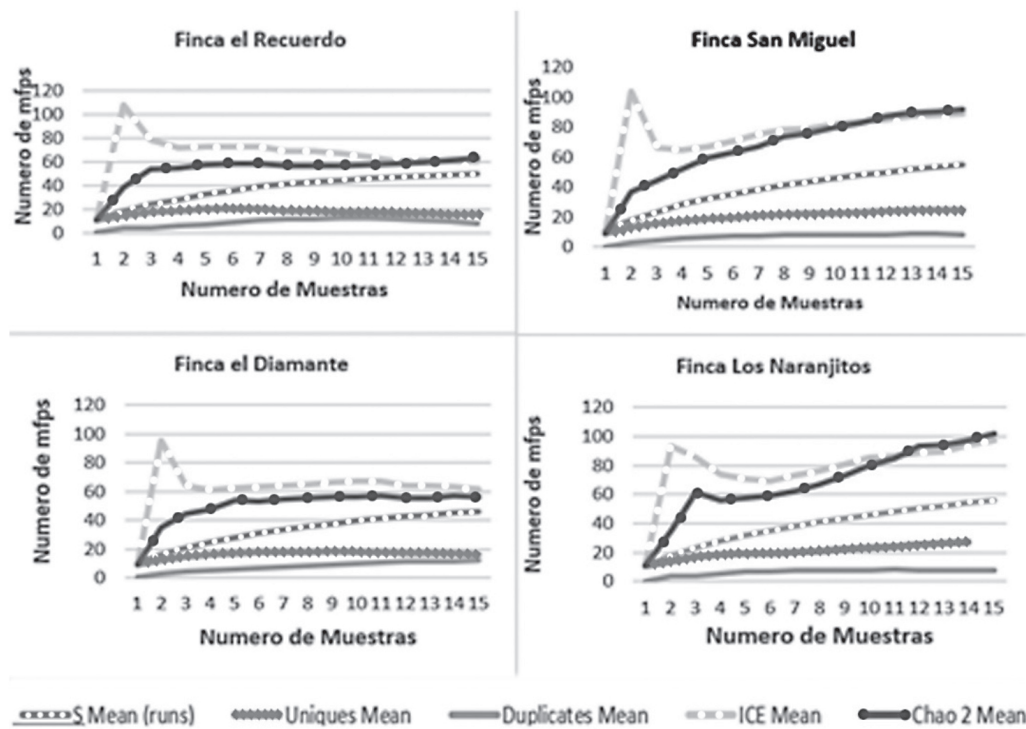


Figura 2. Curvas de acumulación de especies por finca con estimadores Chao2 e ICE en cultivos de café bajo sombra en la vereda Guadalupe alto, municipio de Quipile, Cundinamarca (Colombia).

En la finca San Miguel la similitud de mfps de hormigas compartida con las demás fincas fue de 50%, en el Recuerdo de 55% de mfps y en las fincas los Naranjitos y el Diamante de 62% (Figura 3). La mfsp de hormigas exclusivas fue de 12 en la finca San Miguel, en los Naranjitos de 11 mfps, y en el recuerdo y el Diamante fue de 4 y 3 mfps, respectivamente.

Entre éstas sobresalen *Azteca* sp.1 en la finca San Miguel, que es bastante territorial y dominante y anida en una amplia diversidad de árboles (Perfecto, Vandermeer y Philpott, 2014). Las especies *H. microps* y *H. inca* fueron identificadas en las fincas el Recuerdo y San Miguel, donde anidan en la base de troncos de árboles en descomposición (Jiménez et al.,

2007). Por su parte la especie *O. erythrocephalus*, que solo aparece en la finca los Naranjitos, generalmente anida en ambientes ligeramente húmedos y es frecuente en pasturas y cultivos (Jiménez et al., 2007).

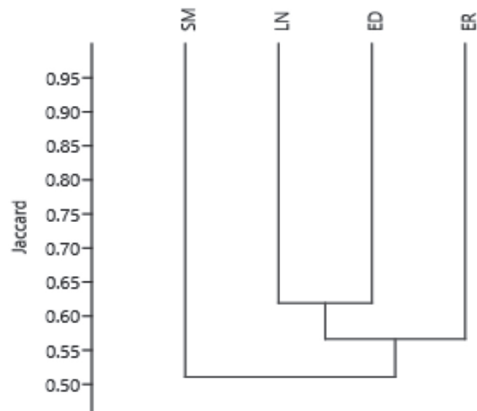


Figura 3. Índice de similitud de Jaccard de la composición de mfsp de hormigas en finca con cultivo de café bajo sombra en la vereda Guadalupe alto, municipio de Quipile, Cundinamarca (Colombia).

Fincas: El Edén (ED), el Recuerdo (ER), los Naranjitos (LN) y San Miguel (SM).

Los gremios oportunistas y omnívoros predominan en el suelo sobresaliendo *Pheidole* y *Solenopsis* (Figura 4). El gremio arbóreo está asociado con especies agrícolas y forestales con géneros como *Linepithema*, *Pseudomyrmex* y *Azteca*. Otros gremios que se encontraron corresponden a nómadas, como el género *Labidus* representado por las especies *L. coecus* y *L. Praedator*. En el gremio recolectoras de exudados se encuentran los géneros *Procryptocerus* y *Cephalotes*, y en el gremio cultivadoras de hongos aparece *A. hystrix*. Con la prueba Ji-cuadrado (Cuadro 3) no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre los gremios de hormigas.

Cuadro 3. Prueba de para la composición de gremios de Incidencia en cultivos de café bajo sombra en la vereda Guadalupe alto, municipio de Quipile, Cundinamarca (Colombia).

Finca	ED	ER	LN	SM
ED	0	5.9877	1.3107	6.3551
ER	0.64861	0	6.4813	11.317
LN	0.99542	0.59349	0	6.6113
SM	0.60752	0.18437	0.57909	0

Fincas: El Edén (ED), el Recuerdo (ER), los Naranjitos (LN) y San Miguel (SM).

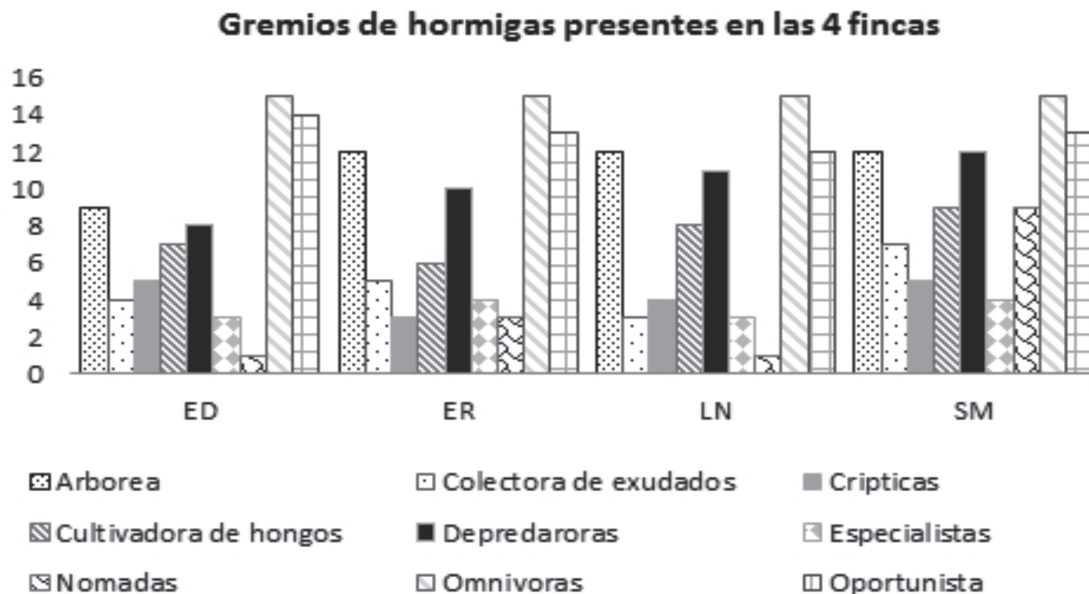


Figura 4. Distribución de los gremios de hormigas en la vereda Guadalupe alto, municipio de Quipile, Cundinamarca (Colombia).

Fincas: El Edén (ED), el Recuerdo (ER), los Naranjitos (LN) y San Miguel (SM).

Discusión

La alta riqueza de especies de hormigas encontrada en este trabajo confirma los hallazgos en estudios similares realizados en la zona cafetalera de Colombia, en especial en cultivos bajo sombra (Ramírez et al., 2010; Zabala et al., 2013; Cepeda, Pérez-Pedraza y Fernández, 2014) y tienen un valor de conservación de especies aproximado al encontrado en bosques (Perfecto et al., 2010).

Las eficiencias de muestreo en las fincas variaron entre 80 y 81% con estimadores Chao2 y entre 55 y 57% con estimadores ICE. Aunque en algunos casos no se obtuvieron las totalidades de las mfps, fue posible observar una alta riqueza de hormigas por finca (> 45 mfsp), siendo superior a la encontrada por Sinisterra et al. (2016) en un estudio con *Inga* sp. realizado en Popayán (Colombia).

Se encontraron diferencias en el recambio de especies con valores entre 50 y 62% de similitud. Algunas hormigas del género *Proceratium* son exclusivas en fincas como los Naranjitos donde se encuentra en hábitats bien conservados, de distribución restringida, poco estudiado, y habitando en hojarasca, troncos en descomposición o, inclusive, en sacos de huevos de arañas (Jiménez et al., 2007).

Hormigas como *Solenopsis*, *Pheidole*, *Gnamptogenys* e *Hypoconer* también fueron identificadas en zonas cafetaleras por Zabala et al. (2013) y Sinisterra et al. (2016). Por otra parte, Ramírez et al. (2010) y Sinisterra et al. (2016) encontraron géneros como *Camponotus*, *Linepithema*, *Nesomyrmex*, *Pseudomyrmex*, *Procryptocerus* y *Crematogaster* asociadas con cultivos de sombra; y Fernández (2003) recolectó los géneros *Rhopalothrix*, *Strumigenys* y *Rogeria*. En tres de las fincas del estudio se registró la especie *A. hystrix*, hormiga cortadora de hojas, aunque con baja incidencia (< 5%), lo cual es importante debido a que ocurre en zonas conservadas (Zabala et al., 2013) y contribuye a mantener el equilibrio ecosistémico y la regulación de plagas potenciales (Perfecto et al., 2010). La relativa baja abundancia de *W. auropunctata* indica que en el agroecosistema de la finca los Naranjitos la riqueza de especies de hormigas es alta, como sugieren Achury, Chacón-De Ullóa y Arcila (2012).

Siete géneros encontrados en este estudio (*Crematogaster*, *Brachymyrmex*, *Pheidole*, *Linepithema*, *Procryptocerus*, *Azteca* y *Pseudomyrmex*) fueron identificados como controladores biológicos para la broca del café (Sinisterra et al., 2016; Perfecto et al., 2010; Morris y Perfecto, 2016). Por su tamaño reducido

las hormigas de los géneros *Brachymyrmex* y *Crematogaster* pueden entrar en el fruto de café y atacar la broca (Perfecto et al., 2010). Por su parte las hormigas del género *Azteca* son dominantes y no permiten que otros insectos ocupen sus territorios actuando como controladores biológicos de la plaga (Gallego et al., 2009). Además, hacen parte de una compleja red de insectos benéficos presentes solo en cafetales bajo sombra, regulando la población de broca y otros insectos que afectan el fruto y las hojas de la planta (Perfecto et al., 2010).

Los géneros *Pheidole* y *Solenopsis* fueron identificados por Perfecto et al. (2014) y Sinisterra et al. (2016) como controladores biológicos de plagas en cafetales; igualmente Mamani-Mamani et al. (2012) identificaron las especies *L. coecus* y *L. Praedator*.

También se clasifican como controladores de broca: los géneros del gremio recolectoras de exudados *Procryptocerus* y *Cephalotes* (Perfecto et al., 2014), el gremio crípticas consideradas hormigas poco comunes y representadas por *Proceratium* (Jiménez et al., 2007; Fernández, 2003) y el género *Gnamptogenys* y *N. chyzeri* (Ramírez et al., 2009; Perfecto et al., 2014).

Esta alta diversidad de géneros y especies de hormigas es debido a que en las fincas del estudio se manejan estructuras de especies forestales y agrícolas con varios niveles de estratos y densidades y se hacen labores de cultivo adecuadas, lo que permite la coexistencia de una gran variedad de gremios. Esta compleja estructura arbórea afecta el microclima del sotobosque del café y ofrece lugares de vida y de anidamiento para las hormigas (Perfecto et al., 1996). Además, estos sistemas de cultivo de café mantienen una alta diversidad biológica presentando interacciones que limitan el crecimiento de la población de insectos considerados plagas (Perfecto, Vandermeer y Philpott, 2010).

Conclusiones

Los cultivos de café bajo sombra en la región de Quipile, Cundinamarca, albergan una alta población de hormigas, lo que contribuye al mantenimiento de la diversidad biológica en estos agroecosistemas.

Cada agroecosistema presentó hormigas exclusivas, independientemente de las similitudes estructurales entre ellas, lo que indica que en conjunto conservan una riqueza de especies mayor que la identificada en el estudio.

Los gremios presentes en los agroecosistemas estudiados contienen géneros de hormigas reportados como potenciales controladores biológicos

de la broca del café, lo que confirma la hipótesis que estos sistemas complejos mantienen un equilibrio ecosistémico regulando la población de plagas en el cultivo.

Agradecimientos

A los dueños de las fincas, Dona flor Sánchez, Efrén Sánchez, Don Euclides, Don Julio Castro por permitir realizar el trabajo y al Biólogo Fabián C. Prada- Achiardi por la determinación de la especie de *Neoponera*.

Referencias

- Achury, R.; Chacón De Ulloa, P.; y Arcila, A. M. 2012. Effects of the heterogeneity of the landscape and the abundance of *Tasmania auropunctata* on ground ant assemblages in a Colombian tropical dry forest. *Psyche*. Vol 2012. 1-12p. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/960475>
- Alcaldía de Quipile. 2012. Plan De desarrollo Municipal de Quipile, Cundinamarca. 2012 – 2015. [Información pública electrónica]. Página web alcaldía: Gobierno [Citado en abril 2018. <http://www.quipile-cundinamarca.gov.co/> D. 2000. Biodiversity studies, monitoring of ants: An Overview. En: Agosti, D.; Majer, J.D.; Alonso, L.E. y Schultz TR. eds. *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington 1-8 p. http://www.fisherslab.org/uploads/3/9/4/4/39442661/022_fisher_malsch_2000.pdf
- Cepeda, J. y Florez, E. 2007. Arañas Tejedoras: uso de diferentes microhábitats en un Bosque Andino de Colombia. *Revista ibérica de arcnología* 14: 39-48p. Recuperado de: <http://sea-entomologia.org/Publicaciones/RevistaIbericaArcnologia/RIA14/RIA14.htm>
- Cepeda-Valencia, J.; Pérez-Pedraza, L. y Fernández, F. 2014. Hormigas de hojarasca asociadas a fragmentos de bosque y cafetales de la zona cafetera de Cundinamarca, 171 registros. Recuperado de: <http://ipt.sibcolombia.net/sib/resource.do?r=unal-002>
- Colwell, R. K. 2008. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples. [Programa de Estadística] Versión 9.1 2016. Recuperado de: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Dejean, A.; Azémar, F.; Céréghino, R.; Leponce, M.; Corbara, B.; Orivel, J. y Compin, A. 2016. The dynamics of ant mosaics in tropical rainforests characterized using the Self-Organizing Map algorithm. *Insect Science* 23: 4630–637 p. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12208>
- Fernández, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical Bogotá, Colombia. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. 398 p. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf?sequence=1>
- Gallego, M. C.; Montoya, J. y Armbrrecht, I. 2009. ¿Es la sombra benéfica para la diversidad de hormigas y peso del café? Una experiencia en Pescador, Cauca, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Mirmecofauna asociada a cafetales bajo sombra en Quipile, Cundinamarca, Colombia*
- Museo de Historia Natural. 13(2 : 106-116p. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v13n2/v13n2a07.pdf>
- García, C. J.; Zabala, G. A. y Botero, J. E. 2008. Hormigas cazadoras Formicidae: grupos Poneroides y Ectatomminoide en paisajes cafeteros de Colombia, pp. 461-478. En: Lozano- Zambrano, F.; Fernández, F.; Jiménez, E.; Arias, T. eds. *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia. 617 p. http://www.antwiki.org/wiki/images/f/f6/Jimenez_et_al_2008.pdf
- Hammer, O.; Harper D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electrónica*. Versión 3. 21. Recuperado de: <https://folk.uio.no/ohammer/past/>
- Jiménez, E.; Fernández, F.; Arias, T. M. y Lozano-Zambrano, F. H. 2007. *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Bogotá, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 622 p. http://www.antwiki.org/wiki/images/f/f6/Jimenez_et_al_2008.pdf
- Mamani-Mamani, B.; Loza-Murguía, M.; Smeltekop, H.; Almanza, J.C. y Limachi M. 2012. Diversidad genérica de hormigas Himenópteros: Formicidae en ambientes de bosque, borde de bosque y áreas cultivadas tres Comunidades del Municipio de Copipata, Nor Yungas Departamento de La Paz, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society* 3(1): 26-43p. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361333625004>
- Moguel, O. y Toledo, V.M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13:11-21p. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>
- Morris, J. y Perfecto, I. 2016. Testing the potential for ant predation of immature coffee berry borer *Hypothenemus hampei* life stages. *Agriculture Ecosystems y Environment* 233: 224–228p. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.018>
- Palacio, E. y Fernández, F. 2003. Clave para las subfamilias y géneros. En: Fernández, F (ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Pp .233-260. Bogotá, Colombia Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf?sequence=1>
- Perfecto, I.; Rice, R. A.; Greenberg R. y Van Der Voort, M. E. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for bio-diversity. *Bioscience* 46: 598-608p. DOI: <https://doi.org/10.2307/1312989>
- Perfecto, I.; Vandermeer, J.; y Philpott, S. M. 2010. Complejidad ecológica y el control de plagas en un cafetal orgánico: develando un servicio ecosistémico autónomo. *Agroecología* 5: 41-51p. <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160551>
- Perfecto, I.; Vandermeer, J. y Philpott, S.M. 2014. Complex Ecological Interactions in the Coffee Agroecosystem. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 45: 1.137–158p. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091923>
- Philpott, S. M.; Perfecto, I. y Vandermeer, J. 2006. Effects of management intensity and season on

- arboreal ant diversity and abundance in coffee agroecosystems. *Biodiversity and Conservation* 15: 139-155p. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-004-4247-2>
- Ramírez, M.; Herrera, J. y Armbrecht, I. 2010. ¿Bajan de los árboles las hormigas que depredan en potreros y cafetales colombianos? *Revista Colombiana de Entomología* 36(1) : 106-115p. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v36n1/v36n1a19.pdf>
- Ramírez, M.; Montoya-Lerma, J. y Armbrecht. 2009. Importancia de la heterogeneidad de hábitats para la biodiversidad de hormigas en los Andes de Colombia. *Acta Agronómica* 58(2) : 97-102 p. Recuperado de: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/10423/10902
- Rodríguez, N.; Armenteras, D.; Morales, M. y Romero, M. 2006. Ecosistemas de los Andes colombianos. Bogotá, Colombia Segunda edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 154 p.
- Sinisterra, R.M.; Gallego-Roper, M.C. y Armbrecht, I. 2016. Hormigas asociadas a nectarios extraflorales de árboles de dos especies de *Inga* en cafetales de Cauca, Colombia. *Acta Agronómica* 65 1 : 9-15p. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n1.47167>
- Silvestre, R.; Brandão, C.R.F. y Da Silva R. R. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. En introducción a las hormigas de la región tropical. Fernández. F. ed. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá. Colombia. .113 - 148p. <http://antbase.org/ants/publications/21001/21001.pdf>
- Villareal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. y Umaña M. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p. Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/273-manual-de-metodos-para-el-desarrollo-de-inventarios-de-biodiversidad>
- Zabala, A. D.; Arango, M. L. y Chacón De Ulloa, P. 2013. Diversidad de hormigas Hymenoptera: Formicidae en un paisaje cafetero de Risaralda, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 39 1 : 141-149p. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v39n1/v39n1a23.pdf>