

FAUNA DE HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN DOS REMANENTES DE BOSQUE SECO TROPICAL (Bs-T) EN CORRALES DE SAN LUIS, ATLÁNTICO, COLOMBIA

Richar Simanca-Fontalvo

Semillero de Investigación de insectos NEOPTERA, Grupo Biodiversidad del Caribe Colombiano, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico, Ciudadela Universitaria, Km 7 Vía Puerto Colombia, Barranquilla, Atlántico, Colombia; correo electrónico: rsimancafontalvo@gmail.com

Reynaldo J. Fajardo-Herrera

Semillero de Investigación de insectos NEOPTERA, Grupo Biodiversidad del Caribe Colombiano, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico, Ciudadela Universitaria, Km 7 Vía Puerto Colombia, Barranquilla, Atlántico, Colombia

Neis José Martínez Hernández

Grupo Biodiversidad del Caribe Colombiano, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico, Ciudadela Universitaria, Km 7 Vía Puerto Colombia, Barranquilla, Atlántico, Colombia; correo electrónico: ney josemartinez@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó la variación espacio-temporal de la mirmecofauna en remanentes de Bosque Seco Tropical en el corregimiento de Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia. Se escogieron dos fragmentos de bosque seco (La Esmeralda y La Montaña); se realizaron por fragmento cuatro muestreos entre septiembre y diciembre de 2008. En cada uno se ubicó un transecto lineal, donde se marcaron 10 puntos distanciados 50m y se usaron: (i) trampas Cornel en tres estratos (suelo, tronco y dosel) cebadas con panela y esencia de vainilla y calamar en descomposición, (ii) trampas de caída, (iii) captura manual durante 10 minutos y (iv) cernido de 10L de hojarasca. Se determinó la riqueza, la abundancia (%) y la diversidad (números de Hill N1 y N2) de hormigas por fragmentos y muestreos. Se capturaron 3.008 individuos agrupados en 34 morfoespecies y seis subfamilias. *Ectatomma ruidum* fue la especie de mayor frecuencia en ambos fragmentos. La Esmeralda presentó el menor número de morfoespecies (24) y números de Hill N1 (4.219) y N2 (2.518), pero mayor abundancia (1.963); mientras que La Montaña con 28 morfoespecies y abundancia (1.045) se caracterizó por presentar los mayores valores de N1 (6.899) y N2 (4.241). La Esmeralda presentó el mayor número de gremios funcionales, siendo el gremio de las depredadoras grandes y las arbóreas de reclutamiento masivo las de mayor riqueza en todos los muestreos. El 53 % de las especies fueron compartidas entre los dos fragmentos, de las cuales 10 fueron exclusivas para La Montaña y seis para la Esmeralda. Con respecto a la disimilaridad entre muestreo, el mayor valor (0,75) del índice de complementariedad (I.C.) se presentó entre los muestreos realizados en octubre y noviembre en La Montaña; razón por la cual la fauna de hormigas en el área estudiada se distribuye temporalmente y no de manera espacial.

Palabras clave: Trampas Cornel, mirmecofauna, trampas de caída, Caribe colombiano, Gremio funcional.

SUMMARY

The spatio-temporal variation of the ant fauna in remnants of Tropical Dry Forest in the village of San Luis Corrales, Atlántico, Colombia. Two dry forest fragments (La Esmeralda and La Montaña) were selected to carry out four sampling between September and December 2008. In each fragment, a linear transect was defined, with 10 sampling points, separated 50m. The following procedures were

used: (i) Cornel traps in three strata (soil, trunk and canopy) baited with brown sugar and vanilla essence and rotting squid, (ii) pitfall traps, (iii) manual capture for 10 minutes and (iv) litter sifting (10L). We determined the species richness, abundance (%) and diversity (N1 and N2 Hill numbers) of ants per fragments and sampling. A total of 3,008 individuals were captured and grouped into 34 morphospecies-six subfamilies. *Ectatomma ruidum* was the most frequent species in both fragments. La Esmeralda had the lowest number of morphospecies (24) and Hill numbers N1 (4.219) and N2 (2.518), but greater abundance (1.963), while La Montaña with 28 morphospecies and abundance (1.045) was characterized by the highest values of N1 (6.899) and N2 (4.241). La Esmeralda had the highest number of functional guilds, being the union of the predatory large and massive recruitment arboreal ants, the richest in all samples. The 53 % of the species was shared between the two fragments, of which 10 were unique to La Montaña and six for La Esmeralda. With respect to the dissimilarity, the highest value (i.e. 0.75) complementarity index was between the samples taken in October and November in La Montaña, which explains why the ant fauna in the study area is temporally but not spatially distributed.

Key words: Cornel traps, Myrmecofauna, Pitfall traps, Caribe colombiano, functional guilds.

INTRODUCCIÓN

Los bosques secos tropicales (Bs-T) ocupan el 42 % del área de los bosques tropicales del mundo. Tienen una biodiversidad similar a la de los bosques lluviosos y además regulan la hidrología y el clima así como el almacenamiento de carbono (IAI 2011). En la actualidad solamente el 4,5 % del Bs-T (23.417 km²) está protegido en parques nacionales y reservas biológicas, en su mayoría ubicadas en Bolivia y Brasil; mientras que otros países como Colombia, con grandes áreas de bosques secos, se encuentran amenazados y bajo ninguna figura de protección (IAI 2011). A pesar de lo anterior, la información que se tiene sobre la sucesión y ecología en este ecosistema es poca, razón por la cual se hace necesario realizar estudios sobre grupos taxonómicos. Para esto se requiere tener información completa sobre la riqueza en estos fragmentos, las interacciones planta-herbívoro, el ensamblaje de los polinizadores, los animales dispersores de semillas y su respuesta a las alteraciones del hábitat producto de la fragmentación (Quesada et al. 2009, Portillo-Quintero & Sánchez-Azofeifa 2010). Este fraccionamiento del hábitat puede afectar a grupos de insectos en diferentes formas, llevándolas a la reducción de las poblaciones; debido a la insuficiencia de recurso, estocasticidad ambiental y demográfica, incremento del efecto borde y pérdida de la diversidad alélica (Suarez et al. 1998).

En el Neotrópico los trabajos realizados sobre el efecto de la fragmentación en la biota, por lo

general, utilizan vertebrados como indicadores del estado de alteración de los bosques, debido a su gran tamaño, rareza, poca dispersión de especies y niveles tróficos altos, lo que los hace más propenso a la extinción (Didham et al. 1998). Sin embargo, se han utilizado varios grupos de invertebrados como indicadores de perturbación, principalmente grupos funcionales de mariposas, coleópteros u hormigas (Halfpeter et al. 1992, Hincapié et al. 2005, Díaz et al. 2008, Giovenardi et al. 2008, Vulínez et al. 2008, Rocha-Ortega 2009). Este último grupo de insectos ha sido utilizado como indicadores de perturbación y recuperación de ecosistemas (Brown 1989); debido a su sociabilidad y dominancia, cumpliendo un papel ecológico elemental al ubicarse en diferentes partes de la cadena trófica, por tener especies herbívoras, carnívoras y detritívoras (Holldobler & Wilson 1990, Jaffé et al. 1993). Además, estas desempeñan papeles importantes como agentes funcionales en los ecosistemas tropicales, moviendo materia y energía a través de redes tróficas y de estratos, hasta el punto de ser considerados ingenieros de los ecosistemas (Folgarait 1998, Lavelle et al. 2006).

En Colombia, los estudios sobre fragmentación del Bs-T que han tomado como principal indicador a las hormigas como un grupo ideal para estudios de diversidad o de procesos ecológicos, se destacan los realizados por Armbrrecht & Ulloa-Chacón (1999, 2003) y Lozano-Zambrano et al. (2009) en fragmentos de Bs-T en paisajes del Departamento del Valle Cauca. Dichos trabajos revelan que, a pesar que varios de los

fragmentos no tenían un área superior a 10 ha, conservaban una comunidad única de hormigas e incluso especies únicas. En consecuencia, se sugiere que éstos sean conservados con el fin de preservar la biodiversidad regional del valle del río Cauca. Para el caso de los fragmentos de Bs-T del Caribe Colombiano, se puede referenciar el trabajo realizado por Fontalvo-Rodríguez & Solís-Medina (2009), quienes determinaron la variación espacio-temporal del ensamblaje de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en fragmentos de bosque seco en el complejo carbonífero El Cerrejón (La Guajira, Colombia), mientras que Díaz et al. (2009), realizó un inventario de algunas de las subfamilias y géneros de hormigas que están presentes en la subregión Montes de María del Departamento de Sucre. En el caso concreto del Bs-T del Departamento del Atlántico, se encuentra el realizado por Domínguez-Haydar et al. (2007) en varios fragmentos; pero solamente con el grupo funcional de hormigas cazadoras; mientras que Simanca & Martínez (2010) evaluaron una nueva técnica de captura para determinar la estratificación vertical de la mirmecofauna en un fragmento en la Reserva Luriza (Atlántico, Colombia). Sin embargo, la información que se tiene sobre la mirmecofauna en la mayoría de los fragmentos de bosque que aun existen en este departamento es muy escasa y parte de la bibliografía se encuentra dispersa o está en forma de literatura gris.

Es posible que esta zona mantenga una alta diversidad y riqueza de hormigas, por su alta heterogeneidad espacial y por presentar condiciones ambientales variables; a pesar de la gran intervención antrópica en la zona. Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó la riqueza y composición de Formicidae en dos fragmentos de Bs-T en el corregimiento de Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia. Esto con el fin de proporcionar información preliminar sobre la variación de la mirmecofauna presente en los fragmentos de bosque que aun existen en el departamento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Corrales de San Luis está ubicado en el municipio de Tubará, al norte del Departamento del Atlántico (Figura

1). Su coordenada geográfica es 10°54'18"N y 75°00'10"O. Presenta una elevación de 110 m sobre el nivel del mar y hace parte del distrito Montes de María y Piojó, que pertenece a la región Biogeográfica del Cinturón Árido Pericaribeño (Espinal & Montenegro 1977, Hernández et al. 1992).

El área de estudio se encuentra en la zona de vida de Bosque Seco Tropical (Bs-T) según Holdridge (1967). Presenta precipitación anual entre 926 y 1000 mm y una temperatura promedio anual entre 27.8°C a 29°C, con una humedad relativa que oscila entre 60 y 90 % según datos históricos reportados por el IDEAM. La zona presenta un déficit hídrico importante, lo que genera cambios fenológicos en la vegetación y en las condiciones climáticas entre la época de sequía y lluvia. Entre diciembre y abril ocurre un periodo de sequia, donde la precipitación mensual no sobrepasa los 24 mm y entre septiembre y noviembre la cantidad de lluvia supera los 72 mm. Los suelos de toda el área están formados por sedimentos marinos y fluviales conglomerados (IGAC 1994).

La vegetación, típica de Bs-T, descrita por IAvH (1998), presenta los tres estratos vegetativos (sotobosque, arbusto y dosel). Aproximadamente el 65 % comprende vegetación en estadios tempranos de sucesión con estructuras heterogéneas y una altura entre los 2 y 5 m, con predominio de las formas de crecimiento arbustivo y herbáceas. Se destacan las especies como *Croton nievus* Jacq., *Euphorbia tithymaloides* L., *Coursetia ferruginea* (Kunth) Lavin. El 20 % del área total está cubierta por vegetación en estado de sucesión más avanzado, donde la densidad de árboles es mayor con dosel que oscila entre 5 y 7 m de altura y la cantidad de luz solar que alcanza el suelo es menor. Entre las familias vegetales más representativas se encuentran Bignoniaceae, Capparaceae, Fabaceae, Moraceae y Sapindaceae. Se destacan especies arbóreas como *Hura crepitans* L., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb, *Brosimum alicastrum* Sw., *Capparis frondosa* Jacq., *Melicoccus bijugatus* Jacq., *Coursetia ferruginea* (H.B.K) Lavin (Prince-Chacón et al. 2011).

La captura de las hormigas se realizó en dos fragmentos de bosque distanciados aproximada-



Figura 1. Ubicación de Corrales San Luis en el Departamento del Atlántico, Colombia.

mente 3.0 km. El primero está localizado en el sector denominado La Montaña $10^{\circ}53'53.48''\text{N}$ y $75^{\circ}0'12.40''\text{O}$, a 110 m de altitud y una extensión de 34 Ha. Sin embargo, la mayor parte de la vegetación en este fragmento ha sido remplazada por cultivos y las especies de árboles nativos se encuentran en la zona más pronunciada, donde predominan muchas rocas aisladas. Parte de este fragmento se encuentra cubierto por parches de bosque secundarios, con enredaderas, arbustos y árboles con un dosel hasta de 7 m de altura. Tanto en el interior, como el borde del fragmento se observó la fuerte transformación del ecosistema natural por parte de la extracción de madera y actividades agrícolas como cultivos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y maíz (*Zea mays*), rodeada de algunos potreros para la ganadería constituidos por árboles como matarratón (*Gliricidia sepium* Jacq), sabanero (*Tecoma stans*) entre otras (Prince-Chacón et al. 2011). El segundo fragmento (La Esmeralda) se encuentra en los alrededores del corregimiento de Corrales de

San Luis. Está localizado ($10^{\circ}53'47.44''\text{N}$ y $74^{\circ}59'58.91''\text{O}$), a una altitud de 91 m y una extensión de 18 Ha. La mayor parte del fragmento es bosque secundario con enredaderas, arbustos y árboles con un dosel entre los 5 a 10 m. En los alrededores de este fragmento se observan cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), guandul (*Cajanus cajan* L.) y yuca (*M. esculenta*), potreros para la ganadería, extracción de madera y producción de carbón artesanal (Prince-Chacón et al. 2011). Por otro lado, parte de este fragmento es atravesado por una quebrada que permanece con agua la mayor parte del tiempo y en sus márgenes se encuentran árboles nativos (*H. crepitans*, *Bursera simaruba* L., Sarg., *Spondias lutea* L., *G. sepium*) de gran altura, así como especies exóticas (*Mangifera indica* L. y *M. bijugatus*).

Diseño y métodos de captura. En cada fragmento se realizaron cuatro muestreos desde septiembre hasta diciembre de 2008. Por fragmento se estableció un transecto lineal

permanente, donde se marcaron 10 puntos separados 50 m uno del otro; ubicándose el primer punto a una distancia mínima de 50 m del límite del fragmento con el fin de disminuir el efecto borde. En cada punto, se colocaron tres trampas Cornel (T. C); una de las cuales fue colocada en el suelo; la segunda en el tronco del árbol a una altura de 2 m y la tercera en el dosel (entre 5 a 10 m de altura). La descripción de esta trampa y la metodología de muestreo se encuentra en Simanca & Martínez (2010). En cinco puntos, las trampas fueron cebadas con calamar y las restantes con una mezcla de esencia de vainilla con panela. Los atrayentes se colocaron de forma alternada entre los puntos. Las trampas fueron revisadas al cabo de una y dos horas después de su colocación. Adicional a esto, en cada punto se colocó una trampa de caída ("pitfall trap"), la cual constaba de un vaso plástico de 16 onzas enterrado a ras de suelo con un tercio de su volumen lleno de solución de detergente y sal. Las trampas se recolectaron a las 24 horas de ser instaladas. Adicional a la técnica anterior, en cada punto se realizó el cernido de 10L de hojarasca con un tamizador Winkler. La descripción de esta técnica se encuentra en Villareal et al. (2006). Para complementar los muestreos, se invirtieron 10 minutos en la captura manual de hormigas revisando troncos, vegetación, hojarasca y ramas secas con la ayuda de pinzas y pinceles, para una inversión de tiempo de 100 minutos/transecto. Por otro lado, en cada punto se tomaron la temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (%) con un termohigrómetro y con un termómetro de suelo se midió la temperatura de la hojarasca y del suelo ($^{\circ}\text{C}$). La altura de la hojarasca se midió con una regla (tres veces en cada punto); mientras que los valores de precipitación fueron suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM 2008).

Posteriormente, se procedió a la identificación de las hormigas utilizando las claves de Watkins (1982), Fernández & Palacio (1997), Andrade & Baroni-Urbani (1999), Fernández (2003), Jaffé (2004), Jiménez et al. (2007a) hasta el nivel de género o especie y asignando como morfoespecies aquellos especímenes que no pudieron ser plenamente identificados. Además, se agruparon las especies en los gremios propuestos

por Silvestre et al. (2003). Los especímenes reposan en la colección entomológica del Museo de la Universidad del Atlántico-Región Caribe (UARC).

Análisis de datos. Se determinó la riqueza, como el número de especies o morfoespecies y la abundancia en términos de frecuencia relativa, que se calculó como la suma de la frecuencia de captura por punto en cada transecto de muestreo. La efectividad del muestreo fue evaluada, comparando la riqueza observada con la estimada utilizando estimadores no paramétrico (ICE, Chao 2 y Jackknife 2) con el programa EstimateS 8.2 (Colwell 2009). Estos estimadores están basados en la incidencia, ya que por tratarse de insectos sociales que pueden presentar comportamientos de reclutamiento y de forrajeo en masa, es preferible la utilización de este tipo de estimadores (Rivera & Armbrrecht 2005). La diversidad se estimó como el número de especies efectivo por fragmento y muestreo, ponderadas de acuerdo con su abundancia relativa con la serie de números de Hill (N_1) y (N_2) y para establecer como está repartido el número de individuos se estimó el índice de equidad de Pielou (J') por medio del paquete estadístico PRIMER 6.0. Para determinar la disimilaridad entre muestreos, se utilizó el índice de complementariedad (I.C.) propuesto por Colwell & Coddington (1994). Para determinar si existen diferencias en la composición de hormigas entre los dos fragmentos, se aplicó la técnica de ANOSIM (Análisis de similitudes) con diseño a una vía (Clarke & Warwick 1994, 2001). Previamente, los datos de abundancia se transformaron a logaritmo $\text{Ln}(x+1)$ para contrarrestar el peso de las especies más dominantes, pero sin disminuir su importancia (Clarke & Warwick 2001) y, posteriormente, se ordenaron en una matriz con base al índice de similitud de Bray-Curtis. Para identificar las especies que caracterizaron o tipificaron los fragmentos a través de su abundancia, se utilizó la rutina SIMPER. Se tuvieron en cuenta las especies que aportaron más del 10 % de la abundancia total. Los análisis se realizaron con el programa PRIMER 6.0 (Clarke & Warwick 2001). Finalmente, con el propósito de relacionar las variables ambientales con la estructura de la comunidad de hormigas en los fragmentos, se aplicó el BIOENV (Clarke & Ainsworth 1993,

Clarke & Warwick 1994). Las variables ambientales fueron temperatura ambiente (°C), humedad relativa (%), temperatura de la hojarasca y del suelo (°C), altura de la hojarasca y precipitación. El análisis BIO-ENV calcula una serie de coeficientes de correlación entre la matriz de similaridad biótica creada en la ordenación y las matrices ambientales derivadas de la combinación secuencial de las variables medidas; usando la correlación armónica de Spearman. El coeficiente máximo obtenido de todas las posibles combinaciones, indica que esa es la que mejor explica el esquema biológico obtenido en el ordenamiento y clasificación (Clarke & Ainsworth 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se capturaron 3.008 individuos distribuidos en 34 morfoespecies, 25 géneros y siete subfamilias (Tabla 1). El número de géneros encontrados es un poco menor a la quinta parte de la mirme-cofauna colombiana propuesta por Fernández (1995). Es posible que este número pueda aumentar, siempre y cuando la resolución taxonómica sea mucho más precisa para llevar hasta especie algunos morfo de algunos géneros como *Pachycondyla*, *Gnamptogenys* y *Wasmannia*. Sin embargo, debido a la poca extensión y el alto grado de perturbación de estos fragmentos de bosque seco, se puede considerar una cantidad de especies considerablemente importante; surge la necesidad de seguir realizando trabajos sobre la biodiversidad en estos fragmentos y proponer estrategias para su conservación y uso de manera sostenible en este departamento.

Para el área de estudio, los estimadores Chao 2, ICE y Jackknife 2 estiman entre 38, 40 y 45 especies respectivamente, lo que indica una eficiencia en el muestreo del 75.6 % a 88.3 % según los estimadores (Figura 2). A pesar de ello, ninguna de las curvas alcanza su respectiva asíntota, debido a que la mayoría de los muestreos se realizaron en época de lluvias, por lo cual se espera que el número de especies aumente si se abarca otras épocas de muestreo en la zona. Además, la curva para especies únicas (9) apenas empieza a descender y no alcanza a cruzarse con la curva para especies duplicadas (7), lo que es un buen indicador de que es posible agregar nuevos taxa (Jiménez-

Valverde & Hortal 2003, Villareal et al. 2006) y en estudios posteriores la representatividad del muestreo puede aproximarse al número de especies esperadas para la zona (Figura 2); debido a la posibilidad de cambios en la composición de especies, como consecuencia de la fragmentación del hábitat, la ampliación de los bordes y la heterogeneidad de los fragmentos.

La subfamilia Myrmicinae presentó la mayor riqueza (17 morfoespecies), mientras que la menos diversa fue Pseudomyrmecinae con una sola morfoespecie (Tabla 1). Esta subfamilia representa la mitad de la fauna de hormigas para el área de estudio, lo cual se puede atribuir a que es uno de los grupos de hormigas con mayor número de especies registradas a nivel mundial (Bolton 1994). Patrones similares han sido encontrados en la mayoría de los ambientes terrestres a nivel mundial, esto debido, a la adaptabilidad a diversos hábitats (Fowler et al. 1991) y aprovechamiento de distintos recursos alimenticios (hojas, desechos animales y de plantas, artrópodos, néctar y otros recursos) que presenta la subfamilia Myrmicinae; lo que les permite estar presentes en un mayor número de microhábitats y esto puede estar aumentando la probabilidad de ser capturadas en la zona.

La especie con mayor frecuencia durante los muestreos en ambos fragmentos de Bs-T fue *Ectatomma ruidum* Roger (Tabla 1). La alta frecuencia de esta especie se puede atribuir a sus hábitos omnívoros, siendo capturada tanto en cebo con panela y esencia de vainilla y con calamar. Además, su conducta de hormiga solitaria hace que estas acaparen una mayor área, siendo en la región Caribe su mayor abundancia en lugares con cobertura de dosel (Santamaría et al. 2009), tal como se observó en el área de estudio.

Los valores de riqueza fueron muy cercanos para ambos sitios, capturándose 28 morfoespecies para La Montaña y 26 para La Esmeralda; lo cual puede atribuirse a la distribución y disponibilidad de recursos y las mismas condiciones microclimáticas. El muestreo donde se capturó el mayor número de morfoespecies (17) fue en noviembre y el menor valor (8) en octubre; ambos casos para el fragmento de La Montaña (Tabla 2). Es posible que estas diferencias no reflejen factores intrínsecos del ensamblaje de hormigas en la zona.

Tabla 1. Variación de la riqueza, frecuencia relativa y diversidad de la mirmecofauna y variables ambientales por sitios y muestreos en dos fragmentos de Bs-T en Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Gremio funcional (G. F), Atinas crípticas cultivadoras de hongos (Ach), Arbóreas de reclutamiento masivo (Arm), Camponotinas patrulleras (Cp), Cefalotinas (Ce), Depredadoras grandes (Dg), Dominantes omnívoras de suelo (Do), Dolicoderina grande (Dog), Especialistas mínimas de vegetación (Emv), Especies nómadas (En), Granívoras (Gr), Mirmicinas crípticas depredadoras especializadas (Mc), No agrupadas (Na), Oportunistas suelo y vegetación (Osv) y Pseudomirmecinas ágiles (Pa), Ponerinas crípticas depredadoras especialistas (Pc) Cortadoras (Cor), Forrajeras generalistas (Fg).

Subfamilias/Morfoespecies	Sep		Oct		Nov		Dic		G. F.
	Mon	Esm	Mon	Esm	Mon	Esm	Mon	Esm	
DOLICHODERINAE(S= 3)									
<i>Azteca</i> sp.1	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	Arm
<i>Azteca</i> sp.2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	Arm
<i>Dolichoderus</i> sp.2	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.083	0.001	Do
ECITONINAE(S= 3)									
<i>Eciton burchellii</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	En
<i>Labidus coecus</i>	0.000	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	En
<i>Nomamyrmex</i> sp.1	0.028	0.028	0.000	0.000	0.056	0.028	0.056	0.001	En
ECTATOMMINAE(S= 2)									
<i>Ectatomma ruidum</i>	0.333	0.361	0.194	0.417	0.139	0.139	0.306	0.009	Dg
<i>Gnamptogenys</i> sp.1	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.001	Pc
FORMICINAE(S= 3)									
<i>Camponotus</i> sp.1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	Cp
<i>Camponotus</i> sp.2	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	Cp
<i>Paratrechina</i> sp.1	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	Osv
MYRMICINAE(S= 17)									
<i>Acromyrmex</i> sp.1	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Cor
<i>Acromyrmex</i> sp.3	0.028	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.001	Cor
<i>Allomerus</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	Na
<i>Cardiocondyla</i> sp.	0.056	0.056	0.000	0.028	0.028	0.000	0.000	0.002	Osv
<i>Cephalotes</i> sp.1	0.000	0.083	0.028	0.083	0.083	0.056	0.000	0.000	Ce
<i>Cephalotes</i> sp.2	0.167	0.000	0.056	0.194	0.028	0.056	0.028	0.005	Ce
<i>Crematogaster</i> sp.1	0.222	0.222	0.083	0.222	0.167	0.222	0.028	0.006	Arm
<i>Crematogaster</i> sp.2	0.056	0.000	0.000	0.194	0.111	0.139	0.083	0.002	Arm
<i>Monomorium</i> sp.1	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.001	
<i>Monomorium</i> sp.2	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Emv
<i>Pheidole</i> sp.1	0.056	0.083	0.083	0.028	0.056	0.056	0.056	0.002	Do
<i>Pheidole</i> sp.2	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	Do
<i>Pogonomyrmex mayri</i>	0.028	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	Gr
<i>Sericomyrmex</i> sp.	0.000	0.056	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	0.000	Ach
<i>Solenopsis</i> sp.1	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.028	0.002	Do
<i>Strumigenys</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	Mc
<i>Wasmannia</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	Arm
PONERINAE(S= 5)									
<i>Hypoponera</i> sp.1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	0.000	0.000	Pc
<i>Odontomachus bauri</i>	0.056	0.028	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	Dg
<i>Odontomachus</i> sp.2	0.000	0.028	0.000	0.000	0.028	0.028	0.028	0.000	Dg
<i>Pachycondyla</i> sp.1	0.000	0.000	0.000	0.056	0.028	0.000	0.000	0.000	Dg
<i>Pachycondyla</i> sp.2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	Dg
PSMYRMECINAE(S= 1)									
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	0.000	0.028	0.000	0.000	0.028	0.028	0.000	0.000	Pa
Riqueza	15	14	8	9	17	14	14	16	
Abundancia	277	198	55	443	445	290	268	1032	
Índice de Pielou (J')	0.671	0.625	0.781	0.704	0.537	0.661	0.584	0.238	
Número de Hill (N1)	6.148	5.207	5.075	4.692	4.58	5.726	4.672	1.933	
Número de Hill (N2)	3.926	3.41	3.954	3.825	2.898	3.907	2.96	1.334	
Temperatura ambiente (°C)	30.16	29.04	28.92	32.90	31.38	30.48	30.30	32.88	
Humedad relativa (%)	90.00	89.40	88.80	60.00	73.60	80.36	80.00	61.60	
Profundidad hojarasca (cm)	3.10	2.12	2.24	1.9	2.82	2.57	2.80	1.86	
Temperatura hojarasca (°C)	26.90	26.26	26.82	31.2	27.96	26.99	28.00	31.22	
Temperatura suelo (°C)	25.68	25.00	25.20	28.8	27.28	25.79	27.30	28.76	
Precipitación (mm)	10.90	10.90	9.92	9.92	8.20	8.20	0.60	0.60	
Septiembre	120	90.83	9.17						

Por el contrario las diferencias se presentan por el efecto que tienen las lluvias en la disminución de la efectividad de las trampas Cornel

o de caída u otras técnicas utilizadas. Por otro lado, algunas hormigas prefieren reducir sus actividades de forrajeo debido a que las gotas

de agua borran su rastro químico (Kaspari 2003) por lo que no pueden guiarse hacia la fuente de alimento o sus nidos y por su tamaño pueden ser arrastradas por las escorrentías; lo cual también afecta los valores de riqueza entre diferentes muestreos para un mismo lugar.

Con respecto a la diversidad, La Montaña se caracterizó por presentar el mayor valor para el número de Hill N1 (6.148) en agosto (Tabla 1). Esto demuestra que existen seis especies frecuentes que realizan aportes importantes a la diversidad de la comunidad de hormigas presentes en el área de estudio. Es posible que durante este muestreo, la cantidad de microhábitats, recursos y condiciones abióticas que favorecen la abundancia y riqueza de especies de hormigas; se reflejen en la alta diversidad estimada. Con respecto a la equitatividad calculada con el índice de Pielou, el mayor valor se presentó en octubre en La Montaña (0.78), cuando la humedad relativa (88.8 %), humedad (60.524 %) y temperatura de la hojarasca (26.82 °C) y precipitación (9.92 mm) presentaron estos valores (Tabla 1); lo que coincide con el mayor valor de N2 (3.954) en este fragmento. En este muestreo la riqueza fue de ocho especies por lo que se puede afirmar que en este muestreo hubo una distribución más uniforme de hormigas por morfoespecie; donde un 50 % de las especies (4) son muy comunes, según el valor de diversidad estimado por N2.

El 53 % de las especies fueron compartidas entre los dos fragmentos, de las cuales 10 fueron exclusivas para La Montaña y seis para la Esmeralda; demostrándose que la tasa de recambio de especies entre los dos fragmentos es muy baja. Con respecto a la disimilaridad entre muestreo, el mayor valor (0.75) del índice de complementariedad (I.C.) se presentó entre los muestreos realizados en octubre y noviembre en La Montaña (Tabla 3); lo que indica que exhiben una baja cantidad de especies comunes; evidenciándose una mayor disimilaridad en composición de la mirmecofauna. El menor valor de I.C. (0.43) se presentó entre los muestreos realizados en noviembre en La Montaña y diciembre en La Esmeralda (Tabla 2), donde se evidencia que los muestreos realizados en estos meses exhiben una alta cantidad de especies comunes; teniendo su mayor activi-

dad en la Esmeralda en ausencia de lluvias (diciembre) o la disminución de estas en La Montaña en noviembre (Tabla 1). Teniendo en cuenta estos resultados, junto con los factores ambientales (Tabla 1); la composición de la fauna de hormigas en el área estudiada se distribuye temporalmente y no de manera espacial. Esta afirmación se ve reforzada con el Test ANOSIM, donde se determinó que la estructura de la comunidad de hormigas entre sitios no presenta diferencias significativas (Estadístico R= -0.135; p valor= 0.857). La similaridad en la estructura de la mirmecofauna entre los dos lugares, se debe a la poca distancia entre ellos y la presencia de cercas vivas, lo cual aumenta el flujo de individuos entre los fragmentos; así como un mismo tipo de vegetación que pertenece a la misma zona de vida, donde se presentan condiciones ambientales muy similares y factores antrópicos que son comunes a ambos fragmentos. Además, las especies de hormigas más frecuentes fueron registradas en los dos fragmentos, lo que posiblemente este explicando que la composición de la fauna de hormigas en los dos lugares no presente diferencias.

Teniendo en cuenta la rutina SIMPER, ambos sitios fueron tipificados por las especies *E. ruidum* y *Crematogaster* sp.; debido al mayor aporte a la abundancia que realizaron estas especies (Tabla 2) las cuales pueden estar respondiendo de forma creciente con el aumento de la perturbación en estos parches de bosque. Además, es posible que presenten poblaciones con un alto grado de adaptabilidad a las condiciones de estrés y esto les permita tener una distribución más uniforme en estos fragmentos. Por otro lado, la mayoría de las especies que caracterizan ambas localidades se caracterizan por ser omnívoras y dominantes, por lo que estas pueden ser agresivas con otras especies de hormigas (Kugler & Hincapié 1983, Silvestres et al. 2003) creando una serie de territorios donde no se permite el establecimiento de otras especies. La morfoespecie *Cephalotes* sp.1 tipificó exclusivamente el área de La Esmeralda con una contribución a la abundancia de 9.08 % (Tabla 2); sin embargo, muchas especies de *Cephalotes* spp. son toleradas por otras hormigas y, por tanto, no son afectadas por su agresividad (Gordon 2010).

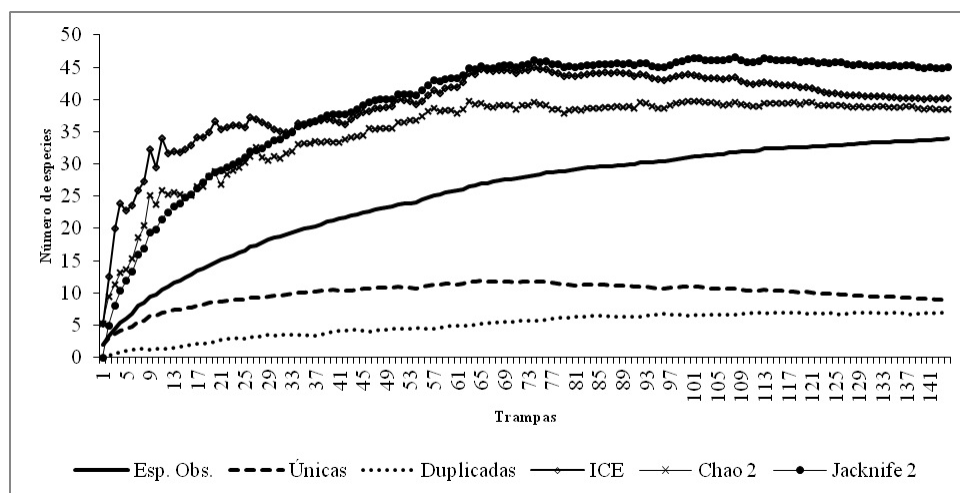


Figura 2. Curva de acumulación de especies de la mirmecofauna presente en dos fragmentos de Bs-T en Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia.

Tabla 2. Porcentajes de similaridad SIMPER de las especies por fragmento en el área de estudio.

Especies	Contribución %	
	La Montaña	La Esperanza
<i>Ectatomma ruidum</i>	25.67	23.29
<i>Crematogaster</i> sp.1	24.77	25.89
<i>Pheidole</i> sp.1	14.7	8.9
<i>Cephalotes</i> sp.2	9.65	4.44
<i>Crematogaster</i> sp.2	9.07	10.6
<i>Cephalotes</i> sp.1		9.08
Similaridad promedio (%)	50.27	58.94

La localidad de La Esmeralda presentó el mayor número de gremios funcionales (15), siendo el gremio de las depredadoras grandes (Dg) y las arbóreas de reclutamiento masivo (Arm) las de mayor riqueza a lo largo de todos los muestreos (Figura 3). Con respecto a las Dg, este resultado se debe a que las especies de este gremio funcional son patrulleras solitarias (Silvestre et al. 2003); por lo que eran fácilmente capturadas tanto por técnicas de capturas con cebo y sin atrayentes. En el caso de las Arm, se debe a que estas hormigas se caracterizan por su agresividad que le confiere un carácter dominante, provocando el desplazamiento competitivo de las otras especies que se encuentran en las zonas o fuentes de recurso alimenticio (Yanoviak & Kaspari 2000, Silvestre et al. 2003), donde se establecen y de esta forma son fácilmente capturadas en trampas cebadas

por acaparar el cebo. La presencia exclusiva de los gremios de mirmicinas cripticas (Mc), ponerinas criptica (Pc) y de atinas cripticas (Ach) en esta área, se puede atribuir a la orografía plana del terreno que favorece que la hojarasca se acumule uniformemente, lo que permite el establecimiento de organismos que se alimentan y residen en este material vegetal en descomposición que es utilizado como alimento por colémbolos, isópodos, dipluros y otros artrópodos residentes de hojarasca, que son presas de las hormigas de estos gremios, que por lo general nunca suben a la superficie del suelo en busca de alimento (Silvestre et al. 2003, Jiménez et al. 2007b). Caso contrario sucede en La Montaña en donde la orografía inclinada del terreno permite que la hojarasca sea lavada por las escorrentías.

Tabla 3. Índice de complementariedad (Colwell & Coddington, 1994) por muestreos en dos fragmentos de Bs-T en Corrales de San Luis, Atlántico. Entre paréntesis, el número de especies compartidas.

Muestreos	Montaña				Esmeralda			
	Sep	Oct	Nov	Dic	Sep	Oct	Nov	Dic
Riqueza	15	8	17	14	14	9	14	16
Mont. Sep		(5)	(8)	(9)	(7)	(6)	(8)	(9)
Mont. Oct	0.72		(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(6)
Mont. Nov	0.67	0.75		(7)	(9)	(8)	(9)	(12)
Mont. Dic	0.55	0.71	0.71		(6)	(5)	(8)	(8)
Esm. Sep	0.68	0.71	0.59	0.73		(5)	(7)	(10)
Esm. Oct	0.67	0.58	0.56	0.72	0.72		(6)	(8)
Esm. Nov	0.62	0.71	0.59	0.6	0.67	0.65		(10)
Esm. Dic	0.59	0.67	0.43	0.64	0.5	0.53	0.5	

El fragmento de bosque de La Montaña fue el menos diverso con 13 gremios. Este presenta, de nuevo, a los grupos de las Dg y Arm como las más frecuentes (Figura 3). En esta localidad se presentó exclusivamente el gremio de las dolicoderinas arbóreas grandes, colectoras de exudados (Dog). En este fragmento, la mayoría de la flora estaba representada por grandes arbustos, que permitían el establecimiento de nidos de hormigas en sus troncos. Además, en este fragmento el terreno era muy pronunciado con muchas rocas, lo que permitía que la hojarasca solo se estableciera en aquellas zonas poco pronunciadas y gran parte de esta era arrastrada en su mayoría por las lluvias; por lo que la cantidad de sitios de anidamiento eran bajos y, por ende, no permitía la presencia de hormigas cripticas de hojarasca. La mayor frecuencia y riqueza de hormigas del gremio de las arbóreas (Tabla 1, Figura 3), indica que en esta área las hormigas de dosel podrían estar alimentándose de exudados de hemípteros (áfidos) y plantas, debido a que este gremio se alimenta de este tipo de recursos.

El análisis de correlación BIOENV demostró que no existe una relación directa entre la variación de la mirmecofauna y el conjunto de variables ambientales medidas (Tabla 1) en los fragmentos de bosque ($Rho=0.055$; p valor=0.321). En este caso, las variables biológicas no estuvieron fuertemente correlacionadas con las ambientales en el área de estudio. Sin embargo, se estableció que la mejor combinación de variables fueron temperatura ambiente y precipitación según el rango de correlación de

Spearman ($rs=0.241$), convirtiéndose en las que mejor explican los patrones de la estructura de los ensambles de Formicidae en la zona. En estos fragmentos de Bs-T, la variación de la temperatura y las precipitaciones durante la temporada de lluvias pueden variar entre los días o meses de muestreo; lo que incide en la regulación de las comunidades de insectos en estos ecosistemas tropicales. Además, estos factores pueden estar causando la disminución o aumento del tamaño poblacional de algunas especies, lo que afecta la probabilidad de encontrar individuos de determinada especie en un muestreo; incidiendo en la variación de la comunidad de hormigas a través del tiempo. Adicional a esto, estos fragmentos pertenecen a la formación de Bs-T; donde la presencia o ausencia de ciertos recursos y microhábitats está moderada por el régimen de lluvias, lo que también puede contribuir a regular de alguna manera la comunidad de hormigas en los fragmentos estudiados. A pesar que en el análisis de este estudio no se encontró relación directa entre los atributos de diversidad y otras variables ambientales (temperatura y altura de la hojarasca, humedad relativa) no se podría afirmar que estas no están aportando o influyendo por lo menos de manera indirecta en el establecimiento y distribución de las hormigas, debido a que estos insectos pueden estar respondiendo a las condiciones microclimáticas (Chanatasig-Vaca et al. 2011); razón por la cual se requiere tomar más datos de estas variables días antes y durante los muestreos, con el fin de tener información más precisa sobre el comportamiento de estas variables para cada

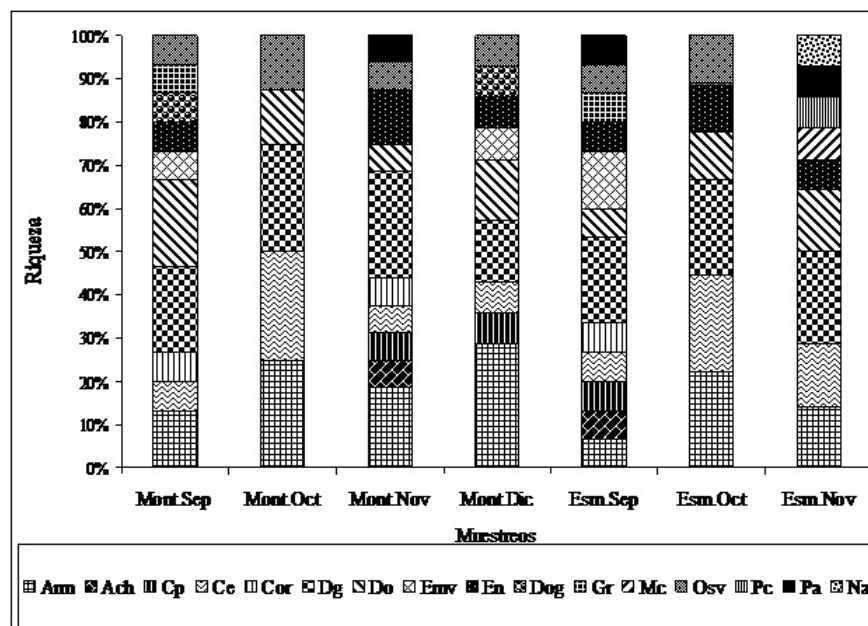


Figura 3. Curva de acumulación de especies de la mirmecofauna presente en dos fragmentos de Bs-T en Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia.

fragmento y fauna de captura de las hormigas.

Finalmente, pese al alto grado de fragmentación del bosque natural dentro y en los alrededores de los fragmentos, aún se conserva una diversidad de hormigas cuyo ensamblaje puede variar si se continúa con actividades como la extracción de madera, disminución del área de los fragmentos y expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas. Por otro lado, el registro de gremios de especies de hormigas crípticas de hojarasca, demuestran la impor-

tancia de estos fragmentos como refugio a pesar de la presión antropogénica; contribuyendo al mantenimiento de los procesos ecológicos en la zona. Es así como, se hace necesario conciliar con los propietarios y la comunidad aledaña e inducirlos a incluir estos fragmentos en una figura apropiada de protección (e.g. reserva de la sociedad civil), como un ejercicio para la protección de los pocos relictos de bosque seco que aún quedan en el departamento del Atlántico e indirectamente de la fauna que albergan.

LITERATURA CITADA

- Andrade, M.L. & C. Baroni-Urbani. 1999. Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present (Hymenoptera, Formicidae). Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde Serie B (Geologie und Palaontologie), 271:1-889.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1994. Atlántico: Características geográficas. IGAC. Bogotá, D.C.
- Armbrrecht, I. 1995. Comparación de la mirmecofauna en fragmentos boscosos del Valle geográfico del río Cauca, Colombia. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle, 3:1-14.
- Armbrrecht, I. & P. Ulloa-Chacón. 1999. Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. Biotropica, 31:646-653.
- Armbrrecht, I. & P. Ulloa-Chacón. 2003. The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forest fragments of Colombia. Environmental Entomology, 32 (3): 542-547.

- Bolton, B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press. Cambridge.
- Brown, K. Jr. 1989. The conservation of neotropical environments: insects as indicators, Pp.349-404, en: Conservation of insects and their habitats. 15th Symposium of the Royal Entomological Society of London (N.M. Collins & J.Thomas, eds.). Academic press. Londres.
- Bustos, J. & P. Ulloa-Chacón. 1997. Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla neotropical (Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). Revista de Biología Tropical, 45 (1): 259-266.
- Chanatasig-Vaca, C., E. Huerta, P. Rojas, A. Ponce-Mendoza, J. Mendoza, A. Moron, H. Var Der Wal & B. Dzib-Castillo. 2011. Efecto del uso de suelo en las hormigas (Formicidae: Hymenoptera) de Tikinmul, Campeche, México. Acta Zoológica Mexicana, 27 (2): 441-461.
- Clarke, K.R. & M. Ainsworth. 1993. A method of linking multivariate community structure. Australian Journal of Ecology, 18:117-143.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. Marine Ecology Progress Series, 216: 265-278.
- Colwell, R. & J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B), 345: 101-118.
- Colwell, R. 2009. EstimateS: Version 8.2. Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software and User's Guide), Estimates. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> (consultada 13/03/2010).
- Díaz, J., C. Molano & J. Gaviria. 2009. Diversidad genérica de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en ambientes de bosque seco de los Montes de María, Sucre, Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 1 (2): 279-285.
- Didham, R., P. Hammond, J. Lawton, P. Eggleton & N. Stork. 1998. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. Ecological Monographs, 68 (3): 295-323.
- Domínguez-Haydar, Y., L. Fontalvo-Rodríguez & L.C. Gutiérrez-Moreno. 2007. Composición y distribución espacio-temporal de las hormigas cazadoras (Formicidae: grupos Poneroides y Ecatomminoides) en tres fragmentos de bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia. Pp. 497-512, en: Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia (Jiménez E., F. Fernández, T.M. Arias & F.H. Lozano-Zambrano, eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.
- Espinal, L.S. & E. Montenegro. 1977. Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, D.C.
- Fernández, F. 1995. La diversidad de los Hymenoptera en Colombia. Pp. 373-424, en: Colombia Diversidad Biótica 1 (O. Rangel, ed.). Editorial Guadalupe Ltda. Bogotá D.C.
- Fernández, F. & E. Palacio 1997. Clave para las *Pogonomyrmex* (Hymenoptera:Formicidae) del Norte de Suramérica, con la descripción de una nueva especie. Revista de Biología Tropical, 45 (4): 1649-1661.
- Fernández, F. 2003. Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.
- Folgarait, P.J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biodiversity and conservation, 7: 1221-1244.
- Fontalvo-Rodríguez L. & C. Solís-Medina. 2009. Ensamblaje de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en fragmentos de bosque seco en el complejo carbonífero el Cerrejón (La Guajira, Colombia). Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales INTROPIC, 4: 5-15.
- Fowler, H., J. Delabie, C. Brandão, L. Forte & H. Vasconcelos. 1991. Ecología Nutricional de Formigas. Pp.131-209, en: Ecología nutricional de insectos e suas implicações no manejo de pragas (A. Panizzi & J. Parra, eds.). Editora Manole Ltda (Co-edição: CNPq). Rio de Janeiro.

- Giovenardi, R., R. Di Mare, J. Sponchiado, S. Roani, F. Jacomassa, A. Jung & M. Porn. 2008. Diversidade de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) em dois fragmentos de floresta no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52 (4): 599-605.
- Gordon, D. 2010. *Ant encounters: Interaction networks and colony behavior*. Princeton University Press. Princeton.
- Halffter, G., M.E. Favila & V. Halffter, 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican Tropical Rain Forest and Derived Ecosystems. *Folia Entomologica Mexicana*, 84: 131-156.
- Hernández, C., G. Hurtado, Q. Ortiz & C. Walschburger 1992. Unidades biogeografías de Colombia. Pp.100-151, en: *Diversidad biológica de Iberoamérica volumen I* (G. Halffter, ed.). Acta Zoológica Mexicana. México, D.F.
- Hincapié, C., L. Gómez, A. López, B. Bock & S. Uribe. 2005. Estructura genética de mariposas en un paisaje fragmentado una aproximación al manejo ambiental en Porce (Antioquia, Colombia). *Revista Lasallista de Investigación*, 2 (1): 27-32.
- Holdridge, L.R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center. San José.
- Holldobler, B. & E. Wilson. 1990. *The ants*. Harvard. Springer. Berlin.
- Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, IAI. 2011. Ganancias y pérdidas: Los bosques secos tropicales son vulnerables al cambio global, Instantáneas de la Ciencia 8 http://www.iai.int/files/snapshots/snapshot8_SP.pdf (consultada 30/12/2011).
- Instituto Alexander Von Humboldt, IAVH. 1998. El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA, Villa de Leyva, Colombia. <http://www.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/Doc3.pdf> (Consultada 15/04/2010).
- Jaffé, K. 2004. *El mundo de las Hormigas*. Ediciones Equinoccio. Caracas.
- Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Iberoamericana de Aracnología*, 8:151-161.
- Jiménez, E., F.H. Lozano-Zambrano & G. Álvarez-Saa. 2007a. Diversidad alfa y beta de hormigas cazadoras del suelo en tres paisajes ganaderos de los andes centrales de Colombia. Pp 439-460, en: *Biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia* (E. Jiménez, Fernández F., T.M. Arias & F.H. Lozano-Zambrano, Eds.). Sistemática Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.
- Jiménez, E., F. Fernández, T.M. Arias & F. Lozano-Zambrano. 2007b. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.
- Kaspari, M. 2003. Introducción a la ecología de hormigas. Pp. 97-112, en: *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical* (F. Fernández, ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.
- Kugler, C. & M. Hincapié. 1983. Ecology of the ant *Pogonomyrmex mayri*: Distribution, abundance, and diet. *Biotropica*, 15(3):190-198.
- Lavelle, P., T. Decaëns, M. Aubert, S. Barot, M. Blouin, F. Bureau, F. Margerie, P. Mora & J.P. Rossi. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42: 3-15.
- Lozano-Zambrano, F., P. Chacon-Ulloa & I. Armbréncht. 2009. Hormigas: Relaciones especies-área en fragmentos de Bosque Seco Tropical. *Neotropical Entomology*, 38 (1): 44-54.
- Portillo-Quintero, C.A. & G.A. Sánchez-Azofeifa. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation*, 143 (1): 144-155.
- Prince-Chacón, S., M.A. Vargas-Zapata, J.A. Salazar & N.J. Martínez-Hernández. 2011. Mariposas Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta: Lepidoptera) en dos fragmentos de bosque seco tropical en Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* 48: 243-252.

- Quesada, M., G.A. Sanchez-Azofeifa, M. Alvares, K.E. Stoner, L. Avila-Cabadilla, J. Calvo-Alvarado, A. Castillo, M.M. Espirito-Santo, M. Fagundes, G.W. Fernandes, J. Gamon, M. Lopezaraiza-Mikel, D. Lawrence, L.P. Cerdeira-Morellato, J.S. Powers, F.S. Neves, V. Rosas-Guerrero, R. Sayago & G. Sanchez-Montoya. 2009. Succession and management of tropical dry forests: Synthesis and new perspectives. *Forest Ecology and Management*, 258 (6): 1014-1024.
- Rivera, L. & I. Armbrrecht. 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.
- Rocha-Ortega, M. 2009. Comparación de la estructura de dos comunidades de insectos indicadores sobre un gradiente de perturbación y área en la reserva de Los Tuxtlas. Msc. Tesis, Instituto Nacional de Ecología (INECOL), Xalapa.
- Santamaria, C., Y. Dominguez-Haydar & I. Armbrrecht. 2009. Cambios en la distribución de nidos y abundancia de la hormiga *Ectatomma ruidum* (Roger 1861) en dos zonas de Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 10 (2): 10-18.
- Silvestre, R., C.R.F. Brandão & R. Da Silva. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. Pp. 113-148, en: *Introducción a las hormigas de la región neotropical* (F. Fernández, ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.
- Simanca, R. & N. Martínez. 2010. Nueva técnica de captura para evaluar la estratificación vertical de hormigas (Hymenoptera:Formicidae) en el bosque seco tropical, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 46: 311-318.
- Suarez, A., D. Bolger & T. Case. 1998. Effects of fragmentation and invasión on native ant communities in coastal Southern California. *Ecology*, 79 (6): 2041-2056.
- Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A.M. Umaña. 2006. *Insectos. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* segunda edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.
- Vulinec, K., A. Pimentel, E. Carvahalho-Jr. & D. Mellow. 2008. Dung beetles and long-term hábitat fragmentation in alter do Chão, Amazônia, Brazil. *Tropical Conservation Science*, 1 (2): 111-121.
- Watkins, J.F. 1982. The army ants of Mexico (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 55: 197-247.
- Yanoviak, S.P. & M. Kaspari. 2000. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. *Oikos*, 89: 259-266.

Recibido octubre 15, 2011, publicado agosto 2013