

## **INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

Dentro de los insectos, las hormigas son uno de los grupos más diversos y con más estudio a nivel mundial. Existen alrededor de 11500 especies descritas de las cuales 3100 están registradas para el Neotrópico (Agosti 2007), siendo Brasil y Colombia los países con mayor número de especies. De acuerdo con Fernández y Sendoya (2004), en Colombia se han registrado aproximadamente 556 especies, contenidas en 73 géneros y 12 subfamilias.

Además de ser uno de los grupos más diversos, las hormigas cumplen un papel muy importante en los ecosistemas al remover y enriquecer el suelo, dispersar semillas, y ser parte importante de la dieta de muchos insectos y vertebrados, además de controlar algunos insectos fitófagos (Way y Khoo 1992, Majer y Delabie 1993). También pueden convertirse en plagas y causar importantes pérdidas económicas (Fowler *et al.* 1990, Zenner-Polania y Martínez 1992). Algunas hormigas presentan relaciones simbióticas muy estrechas con plantas (Delabie 1995) y otros insectos, por lo que se han utilizado como modelos ecológicos, evolutivos y etológicos (Andersen 1997).

Alonso y Agosti (2000) señalan que las hormigas son un grupo idóneo para estudios en diversidad, dado que son abundantes, asimismo, su colecta es relativamente fácil sin recurrir a métodos muy costosos y con cierto manejo taxonómico del grupo, es posible su identificación a nivel genérico y específico. En cuanto a su monitoreo éstas son indicadoras del cambio ecológico (Majer 1983, Nepstad *et al.* 1996, Andersen 1997); es decir, que la estructura de la comunidad de hormigas puede ser susceptible a la heterogeneidad del ecosistema, y en algunos casos, a factores ambientales propios de un sitio determinado, debido a que muchas especies son temporales y tienen rango de forrajeo restringidos, por lo que sus variaciones pueden reflejar las condiciones en las cuales se encuentran (Kaspari y Weiser 1999).

Dentro de los estudios en hormigas se ha incluido recientemente aproximaciones a la distribución según grupos funcionales, que son típicamente gremios que explotan recursos comunes (Andersen 1997) y un gremio es un grupo de especies que explota el mismo recurso en forma semejante (definición clásica de Root, 1969, citado por Stiling 1999). Para el Neotrópico, Delabie *et al.* (2000) y Silvestre *et al.* (2003) han generado propuestas de gremios para la comunidad de hormigas de la Mata Atlántica y el Cerrado en el Brasil, estas propuestas son contrastantes con la que hizo Andersen (1997) para hormigas de zonas estacionales. Debido a que la región Caribe en sus áreas de bosque seco tropical presenta mayor semejanza con las características del Cerrado Brasileño se tomó la aproximación de Silvestre *et al.* (2003) para este estudio. En principio una similitud funcional puede ser más indicada en la comparación de la estructura de las comunidades de diferentes localidades, ya que las especies dentro de los gremios serían considerados equivalentes ecológicos (Rivera 2009).

En cuanto a caracterizaciones de hormigas, las principales regiones estudiadas en el país que presentan Bosque Seco Tropical son el Valle del Cauca, el Norte de Tolima y El Caribe. Los estudios relacionados con hormigas de los Bosques Secos Tropicales del país han encontrado

valores de riqueza que rondan las 42 especies por sitio (Ambrecht, 1995; Alvarez *et al.* 1997, IAVH, 1998).

Ambrech (1995), Armbrecht & Ulloa-Chacón (1999) y el grupo de Chacón Ulloa de la Universidad del Valle registraron entre 37 y 66 especies por fragmento de bosque seco en el valle del río Cauca. Comparado con esta región, para el Caribe colombiano los estudios son reducidos y se estima una riqueza de 93 especies de hormigas para toda la región (IAVH 1998). Fernández (1995) registró 35 especies para la Isla de Tierra Bomba, 39 para Nenguanje, 38 para Zambrano y 51 para Los Colorados. Domínguez *et al.* (2000) encontraron 21 especies de hormigas cazadoras (poneroides y ectatomínoides) en fragmentos de bosque seco tropical; Dix *et al.* (2005) encontraron 54 especies en San Antero (Córdoba). Erazo-Moreno & González-Montaña (2008), reportaron 65 especies para el Santuario de Vida Silvestre Los Besotes en Valledupar. Recientemente Rivera (2009) encontró 232 especies en 21 sitios de muestreo en la cuenca del río La Vieja, trabajo que incluyó algunos muestreos dentro de Bosque seco tropical.

Hasta el momento la región de bosque seco tropical que presentaba el mayor número de especies era el valle medio del río Cauca, donde se registran 123 especies, seguida por la región Caribe con 94 especies y el valle seco del río Magdalena (norte del Tolima) con 63 especies (Ambrecht, 1995; IAVH 1998). Con este estudio el sector norte-central del Departamento Sucre pasa a ser la región de Bosque Seco Tropical con mayor riqueza de hormigas (158) y San Benito Abad el municipio en bs-T con mayor riqueza de hormigas, registrando 92 especies, casi duplicando la riqueza encontrada en Los Colorados (51 especies reportadas), o El Hatico, en el Valle del Cauca, con 66 especies reportadas.

## **MÉTODOS**

### **Colecta en campo**

Se siguió el protocolo All (Villareal *et al.* 2004) definiendo un transecto de 390 m por sitio de estudio sobre el cual se demarcaron estaciones cada 10 metros (40 por sitio). En cada estación se instaló una trampa de caída o pitfall, se tomó una muestra de 1 m<sup>2</sup> de hojarasca para su procesamiento mediante cernidor y saco Winkler, se colocó una muestra de atún sobre una servilleta y se realizó colecta manual en la estación durante 15 minutos, siguiendo la metodología detallada en Villareal *et al.* (2006).

### **- Identificación:**

Se elaboró una colección de referencia con las muestras de hormigas, determinándolas con las claves de Bolton (1994), Fernández (2003), claves genéricas y las descripciones e ilustraciones de Ants of Costa Rica (<http://academic.evergreen.edu/projects/ants>) y Antweb (<http://www.antweb.org>).

### **- Análisis de la información**

### **Representatividad de los muestreos**

Con base en los especímenes colectados se elaboraron las bases de datos correspondientes, las cuales se utilizaron para la elaboración de las figuras, tablas y los anexos presentados. La riqueza observada se calculó mediante el número total de especies colectadas, adicionalmente, se utilizaron los estimadores no paramétricos ICE, Chao2, y MMMean, con el fin de obtener la riqueza esperada y evaluar la representatividad del muestreo (sensu Colwell & Coddington 1996), utilizando el paquete EstimateS Versión 6.0 (Colwell 2004).

### **Composición y estructura**

Se elaboraron matrices de presencia – ausencia y abundancia de las especies por sitio de estudio para obtener los índices de similitud entre las localidades según el coeficiente de Bray-Curtis y Jaccard (Magurran 1989). Las matrices obtenidas se agruparon mediante la opción UPGMA (ligamiento promedio por la media aritmética no ponderada) del programa Biodiversity-Pro Versión 2 (Brower *et al.* 1989, Magurran 1989). Adicionalmente, se analizó la distribución de abundancias por especie de cada uno de los sitios (distribución rango-abundancia de especies), para determinar el modelo al que mejor se ajustaba a la comunidad de cada zona de muestreo (Magurran 1989, Stiling 1999).

### **Diversidad alfa y beta**

La diversidad alfa de cada sitio se definió como el número de especies colectadas con el total de las metodologías empleadas para cada grupo. Adicionalmente, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ) y el índice de dominancia de Simpson (D) (Stiling 1999). Para expresar la diversidad beta se calculó el índice de complementariedad, el cual refleja el grado de disimilitud en la composición de especies entre las zonas muestreadas y el recambio de las especies (Colwell & Coddington 1996, Colwell 2004).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Representatividad de los muestreos**

El muestreo realizado indicó claramente la gran riqueza e importancia de la región y de los sitios de estudio, que colocarían a este sector de Sucre como el área con Bioma de Bosque seco tropical con mayor riqueza de hormigas en el país y con un registro que constituiría el cuarto con mayor número de especies de hormigas para el país, con la notable diferencia que los otros tres son trabajos que incluyeron bosque húmedo tropical o se realizaron enteramente en este y que involucraron muestreos sucesivos al menos durante dos años de trabajo.

Se colectaron en total 4882 especímenes de hormigas distribuidos en 158 especies o morfoespecies cuya riqueza fue bastante regular (no significativamente diferente) entre los sitios de estudio, siendo Sabana el de mayor número de especies (92 spp.) seguido del Bosque de la Estación Primatológica (88) y el Bosque de Los Navas (82 spp; Tabla 1).

Estas diferencias pueden ser simplemente fortuitas dado que las curvas de acumulación de especies no alcanzaron la asíntota en los tres sitios de estudio, presentando Sabana y Estación Primatológica un comportamiento semejante (Figura 1). Este comportamiento fue ratificado por los estimadores de riqueza, que indicaron que sólo para el Bosque de los Navas se obtuvo un muestreo eficiente de acuerdo al estimador MMRuns, que fue el único con la riqueza observada dentro de su intervalo de confianza, pues las 82 especies colectadas fueron un 93,5 % de lo esperado (88 spp. esperadas).

El Bosque de la estación Primatológica y Sabana tuvieron el 80 y 85 % de lo esperado en los mejores casos, aunque el resto de los indicadores se alejaron de este porcentaje (Tabla 1). De acuerdo con los indicadores, el sitio con menor representatividad en el muestreo fue el Bosque de la Estación Primatológica, por lo que se esperaría que este sitio sea el que represente mayor riqueza.

Al observar los resultados para cada sitio, detallando cada método, se puede observar que, en general, los que incluyeron mayor número de especies para los tres sitios fueron Winkler y pitfall (Tablas 2-4), no obstante, de acuerdo a los estimadores, el número de especies colectadas en Winkler y Colecta Manual para los tres sitios estuvieron lejos de ser eficientes (Tabla 2).

### **Composición y estructura**

Los análisis de similitud tanto cuantitativos (Bray Curtis) como cualitativos (Jaccard) para el muestreo total (Figura 5) y diferenciando lo obtenido por cada método de muestreo (Figura 6) indicaron una baja similitud, inferior al 60 % (Figura 5), lo cual indica que los tres sitios se comportaron como unidades independientes, aunque el Bosque de Los Navas y el Bosque de la Estación Primatológica presentaron mayor afinidad, algo de esperar dado que comparten el mismo tipo de cobertura. Se destaca que las especies obtenidas en Winkler se agregaron independientemente del sitio de estudio, mientras que los otros métodos se agregaron entre ellos, lo que indica que es Winkler el método más complementario dentro del muestreo empleado (Figura 6).

La independencia de las muestras fue ratificada por el análisis de complementariedad, que indicó alto nivel de recambio de especies entre los tres sitios, siempre superior al 44 % (Figura 7), siendo la Sabana el sitio con mayor número de especies únicas, lo que respalda el hecho de que sea una unidad particularmente rica en comparación a muestreos realizados en sitios semejantes.

Respecto a la distribución de abundancias por especie por sitio, los dos bosques registraron mayor diversidad (Shannon) y menor dominancia (Simpson), respecto de lo obtenido en Sabana (Tabla 1), evento evidente en el diagrama de distribución de abundancias por especie (Figura 8) que muestra que los tres sitios tuvieron una distribución de tipo logarítmica serial, pero con diferencias en Sabana que presentó una especie, *Crematogaster* sp 1 (Listado Anexo), distintivamente más abundante. Una distribución logarítmica serial o normal es característica de los grupos de insectos en ecosistemas arbóreos de los trópicos; sin embargo no es el comportamiento característico de los Biomas tipo sabana, que tienden a una

distribución de tipo geométrico, lo que evidencia que San Benito Abad es un sitio bastante particular y por tanto importante para su conservación.

### **Diversidad alfa y beta**

Como se dijo, los tres sitios presentaron una riqueza semejante, siendo Sabana el de mayor número de especies (92 spp.) seguido del Bosque de la Estación Primatológica (88) y el Bosque de Los Navas (82 spp; Tabla 1). No obstante los bajos valores obtenidos en los análisis de similitud (Figuras 5, 6), la alta proporción de especies únicas (Figura 7), y la alta complementariedad (Tabla 3) indican que los tres sitios tienen una composición independiente y que fueron altamente complementarios entre sí, lo que corrobora la importancia en cuanto a la conservación de todos los sitios de estudio por incremento conjunto de la Diversidad beta. De manera individual, el número de especies registradas por sitio dobla el promedio de la riqueza alfa de las otras localidades estudiadas con bosque seco tropical (Ambrech 1995, IAvH 1998) y la riqueza en conjunto constituye el mayor registro para área alguna de bosque seco tropical en Colombia, lo que es evidencia de la gran importancia de la diversidad biológica de las áreas estudiadas.

### **Grupos funcionales**

La distribución por gremios de hormigas presentó tendencias semejantes en los tres sitios de estudio pero con algunas diferencias importantes (Figura 9). Las hormigas del gremio Dominantes Omnívoras y las Arbóreas Pequeñas fueron los grupos predominantes en los tres sitios de estudio, aunque con mayor proporción para sabana (Figura 9). Las Cefalotinas fueron importantes en sabana, mientras que las Cultivadoras de Hongos, Especialistas Mínimas del Suelo y las Oportunistas del Suelo alcanzaron una mayor proporción en el Bosque de los Navas. Las Mirmicinas Crípticas, Dolícoderinas Arbóreas Grandes y Ponerinas Crípticas fueron más abundantes en el Bosque de la Estación Primatológica, en donde se registraron Especies Nómadas de manera exclusiva y no se presentaron Cortadoras. El registro de especies Nómadas es otro evento que corrobora que Bosque de la Estación Primatológica sea realmente el sitio con mayor riqueza a la observada de ser extendido el muestreo.

### **Registros taxonómicos de interés**

Dos aspectos son extremadamente interesantes del área de estudio, el alto número de especies en general, 158, y el alto número de especies y morfoespecies de Pseudomirmecinos (15, Anexo 3). Respecto de lo primero este número sólo sería superado por los trabajos de Rivera *et al.* (en prensa), quienes registraron 232 especies para el norte del Valle en 8 muestreos realizados durante dos años en 21 localidades de la cuenca del río La Vieja entre Valle y Quindío, y el de Pérez *et al.* (2006), quienes registraron 227 especies de hormigas para una localidad y dos unidades de paisaje de la Amazonía Colombiana tras cuatro años y ocho muestreos.

Respecto de los pseudomirmecinos, estos pueden ser referentes de la alta riqueza de hormigas de la zona y junto con las *Pachycondyla*, se confirma la apreciación de Rivera & Ambrecht (en prensa) que para la metodología ALL, estas representan proporciones constantes de la fauna de hormigas de una región, generalmente cerca del 10% cada una.

Uno de los registros puntuales más interesantes fue el de un ejemplar de *Cephalotes aff. patei* Kempf, 1951, que de ser confirmado sería el segundo para Colombia y el mundo de una especie endémica que está consignada en el libro de especies amenazadas con categoría vulnerable.

Algunas de las especies encontradas son de distribución amplia, básicamente americanas como *Odontomachus brunneus* (Patton 1894) registrada del Sur este de los Estados Unidos a Paraguay y Bolivia, pasando por las Antillas, o *Odontomachus meinerti* Forel 1905 que va del Sureste de México al Sureste de Brasil (Mato Grosso) con registros en Venezuela, Bolivia, Paraguay. Frecuentemente se les encuentra en muestreo de hojarasca (Winkler) como en este caso. *Ectatomma tuberculatum* (Olivier 1792), es una especie representativa del bosque seco, sus registros van de México al noreste de Argentina y es frecuentemente registrada en los muestreos realizados en bosques secos y húmedos del Caribe colombiano.

Otras especies de distribución americana son *Gnamptogenys triangularis* (Mayr 1887), *Dolichoderus bispinosus* (Olivier, 1792), comúnmente encontradas en hábitats disturbados, al igual que *Labidus coecus* Latreille, 1802, que ocurre en bosques secos y húmedos, primarios y secundarios, en pasturas, cultivos de café y áreas suburbanas. Otras especies de distribución semejante son *Labidus praedator* Smith, F. 1858 y *Pseudomyrmex simplex* Smith, F. 1877.

Dentro del grupo de las especies de hormigas con distribución Norte-Centro americana con límite en el norte de suramerica están *Odontomachus ruginodis* M. R. Smith 1937: centroamericana, pero registrada en Islas Galápagos; *Cephalotes setulifer* (Emery 1894) que coexiste con *Cordia alliodora*, *Pachycondyla theresiae* var. *bugabensis* Forel 1899, y *Neivamyrmex aff. humilis* Borgmeier, 1939.

*Ectatomma ruidum* (Roger 1861) es la especie típica del Caribe colombiano, su distribución es predominantemente centroamericana: Guatemala, Costa rica (en tierras bajas habitando bosques húmedos y secos), Panamá hasta el norte de Sur América extendiéndose en Colombia, Venezuela, Guyana al este y al sureste en Ecuador. Algo parecido ocurre con *Odontomachus bauri* Emery 1892 cuya distribución va del Sur de Costa Rica (Común en tierras bajas) a través de Sur América tropical, Galápagos, Antillas (Excepto Cuba y Bahamas). Esta especie es una de las más tolerantes a condiciones ambientales secas comparadas con otras especies de *Odontomachus*. Por esta razón a través de su rango de distribución se le encuentra en hábitats semiáridos o de bosque seco. Otra especie centroamericanas es *Leptogenys aff. josephi* MacKay & MacKay, 2004:

Colombia es también el punto de tránsito de las especies Sur-Centroamericanas, dentro de las cuales cabe mencionar a *Eciton lucanoides* Emery, 1894, *Eciton vagans* (Olivier, 1792) que ocurren en bosques húmedos y secos; *Pachycondyla theresiae* Forel 1899; *Thaumatomyrmex*

*atrox* Weber, 1939; *Thaumatomyrmex ferox* Mann 1922; *Pseudomyrmex* aff. *elongatus* Mayr, 1870; o *Pseudomyrmex urbanus* Smith, F. 1877.

Sin embargo para otras especies es la región Caribe Colombiana el límite de la distribución centroamericana, ejemplos de estas son *Pseudomyrmex* aff. *oki* Forel, 1906 o *Discothyrea horni* Menozzi, 1927, esta última no fue registrada para Colombia por Fernandez & Sendoya (2004). Este tipo de distribución, al final del bosque seco centroamericano, contribuye en parte explicar el alto número de especies encontradas, definiendo a la zona de estudio como un importante punto de encuentro de biotas.

Se confirma la presencia para el país de *Cephalotes pusillus* Klug, 1824 de Guyana, Venezuela, Brasil y Paraguay. Algunas de las especies encontradas son especies suramericanas que serían nuevos registros para el país como *Neivamyrmex pilosus* (Smith F., 1858) y *Cephalotes persimilis* De Andrade, 1999, registrada también para Paraguay.

Un aspecto interesante son las pseudomirmecinas ya que además de su alto número de especies, varias de ellas sería los primeros registros para el país (no aparecen en Fernandez & Sendoya 2004); es el caso de *Pseudomyrmex* aff. *pisinnus* Ward, 1989 del amazonas brasileño y peruano; *Pseudomyrmex* ca. *caecilia* (Forel, 1913), *Pseudomyrmex opaciceps* Ward, 1993 y *Pseudomyrmex cretus* Ward, 1989. Esto es otra evidencia de la importancia del sitio de estudio.

## CONCLUSIONES

Se colectaron en total 4855 especímenes de hormigas distribuidos en 158 especies siendo Sabana el de mayor número de especies (92 spp.) seguido de los Bosques de la Estación Primatológica (88) y El bosque de los Navas (82).

El alto número de especies colocaría a este sector de Sucre como el área con Bioma de Bosque seco tropical con mayor riqueza de hormigas en el país y con un registro que constituiría el cuarto con mayor número de especies de hormigas. San Benito Abad sería la localidad de Bosque seco tropical con mayor número de especies.

Los análisis de similitud y complementariedad indicaron que los tres sitios fueron altamente complementarios entre sí, lo que corrobora la importancia en cuanto a conservación del área de estudio.

*Neivamyrmex pilosus*, *Cephalotes persimilis*, *Pseudomyrmex* aff. *Pisinnus*, *Pseudomyrmex* ca. *caecilia*, *Pseudomyrmex opaciceps* y *Pseudomyrmex cretus* serían nuevos registros para el país.

## Literatura citada

Agosti, D. 2007. ANTWEB. <http://www.antweb.org>. The California Academy of Sciences.

Alonso, J. D. & D. Agosti, D. 2000. Biodiversity studies, monitoring and ants: An overview. pp. 1-8. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. and Schultz, T. R. (eds.). *Ants. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C., United States. 280p.

Álvarez M., F. Escobar, F. Gast, H. Mendoza, A. Repizzo y H. Villarreal. 1997. Bosque seco tropical. 56-75 p. En: Chaves S. M. y Arango V. N. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad. Tomo 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del medio Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 535 p.

Andersen, A. N. 1997. Functional groups and pattern of organization in North American ant communities a comparison with Austral. *J. Biogeography* 1997b. 24:433-460. CrossRef, CSA

Andersen, A. N. 1997. Using ants as bioindicators: multiscale issues in ant community ecology. *Conservation Ecology* (online) 1(1): 8.

Armbrecht I. y Ulloa-Chacón P. 1999. Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. *Biotropica*, 31:646-653.

Armbrecht, 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(2): 1-14.

Bolton B. 1994. *An identification guide to the ant genera of the world*. Harvard University Press. Boston. 222 p.

Colwell R. K. 2004. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>).

Colwell R. K. & Coddington J. A. 1996. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. In HAWKSWORTH, D.L. (Ed.): *The quantification and estimation of organismal biodiversity*, Special volume. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 101-118 p.

Delabie, J. H. 1995. Formigas associadas aos nectarios extraflorales de *Epidendrum cinnabarium* Slazm. (Orchidiaceae) numa área de restrigida na Bahía. *Anais da sociedade Entomológica do Brasil* 24(3): 479-487.

Díaz M. J. 2006. *Bosque seco tropical Colombia*. Banco de Occidente. Colombia. 204 p.

Dix O. J., J. C. Martínez y C. Hernández . 2005. Contribución al conocimiento de la mirmecofauna en el municipio de San Antero, Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 31 (1): 97-104.

Domínguez H. Y., Fontalvo R. L y Gutierrez M. L. C. 2000. Composición y distribución espacio-temporal de las hormigas cazadoras (Formicidae: grupos Poneroides y



Ectatomminoide) en tres fragmentos de bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia. 497-511. En: Jiménez E., F. Fernández, T. M. Arias, F. H. Lozano-Zambrano (eds). Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C. Colombia. 609 p.

Delabie, J. H., D. Agosti, & I. C do Nascimento. 2000. Litter ant communities of Brazilian Atlantic rain forest region. Chapter 1. Pages 1.17 en: Agosti, D., J. D. Majer, L Alonso y T. Schultz (Editors), Sampling Ground-dwelling ants: case studies from the world's rain forest. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin. No. 18. Perth, Australia. 75 pp.

Erazo-Moreno M. C y González-Montaña L. A. 2008. Insectos. pp. 28-168. En: Rodríguez-Mahecha J. V., Rueda-Almonacid J. V. y Gutiérrez H. T. D. (eds). Guía ilustrada de la fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo No. 7. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e impresos. Bogotá, Colombia. 574 p.

Fernández F. y Sendoya S. 2004. List of Neotropical ants (Hymenoptera:Formicidae). Biota Colombiana, 5(1):3-93.

Fernández, F. 1995. La diversidad de los Hymenoptera en Colombia. pp. 373-424. En: Rangel-Ch, J. O. (ed.), Colombia Diversidad Biótica I. Universidad Nacional y INDERENA. Santafé de Bogotá D. C. 442p.

Fernández, F. 2003. Introducción a las hormigas de las región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, Colombia. 398p.

Fowler, H. G.; J. V. E. Bernardi, J. V. E.; J. C. Delabie, J. C.; L.C. Forti, L. C. & V. Ferreira-Da-Silva, V. 1990. Major ant problems of South America. p. 1 - 14. In: Vander Meer, R. K.; Jaffe, K. and Cedeño, A. (eds.). Applied Myrmecology: A world perspective. Westview Studies in Insect Biology. Boulder. Colorado. 741p.

Guerrero-F R. J. y Olivero-G D. Y.. 2007. Nuevos registros de hormigas del Caribe Colombiano, incluyendo claves taxonómicas para Acanthoponera, Heteroponera y Platythyrea. Revista Colombiana de Entomología, 33(2):193-196.

IAVH, 1998. El Bosque seco Tropical (bs-T) en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt Programa de Inventario de la Biodiversidad. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. 24 pp.

Kaspari, M. & M. Weiser, M. 1999. The size-grain hipotesis and interspecific scaling in ants. Functional Ecology 13: 530-538.

Magurran A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Primera Edición. Ediciones Vedra, España, 179 p.

Majer, J. D. 1983. Ants. Bioindicators of minesite rehabilitation, land-use and land conservation. *Environmental management* 7(4): 375-383.

Majer, J. D. & J. H. Delabie. 1993. An evaluation of Brazilian cocoa farm ants as potential biological control agents. *Journal of Plant Protection in the tropics* 10(1): 43-49.

Nepstad *et al.* 1996

Pérez, L. G.; Pérez, G. A.; Echeverri-Rubiano, C.; Sánchez, A. F.; Durán, J & Pedraza, L. M. (En Prensa). Composición y análisis espacio temporal de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la Comunidad Indígena Monilla-Amena (Leticia, Amazonas).

Rivera, Leonardo Fabio. 2009. Diversidad de hormigas y aves con relación al componente arbóreo en el agropaisaje ganadero del río La Vieja. Trabajo de maestría. Universidad del Valle. 117 pp.

Rivera, L., I. Armbrrecht & Z. Calle. 2009. The role of silvopastoral systems in ant conservation in a cattle-dominated landscape of Colombia. *Conservation Ecology*. In press.

Silvestre, C.R.F. Brandão & R. Rosa da Silva. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. Pp 113-148 en: Fernández F. (ed). 2003. Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 398 p.

Stiling, P. 1999. *Ecology Theories and Applications*. Third Edition. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA. 638 p.

Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 235 p.

Way, M. J. & K. C. Khoo., K. C. 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology* 37: 479-503.

Zenner-Polania, I. & O. Martinez, O. 1992. Impacto ecológico de la Hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Mayr), en el Municipio de Cimitarra (Santander). *Revista Colombiana de Entomología* 18: 14-22.