

## CAMBIOS EN LA MIRMECOFAUNA DE LOS BOSQUES SECOS: LAS CHATAS Y COLÍNDRES (VALLE DEL CAUCA)

**Eliana Catherine Garzón Romero**

*Universidad del Valle, Apartado Aereo 25360, Cali, Colombia.*

*eliana.garzon@correounivalle.edu.com*

**Patricia Chacón de Ulloa**

*Universidad del Valle, Apartado Aereo 25360, Cali, Colombia.*

*patry.chacon@gmail.com*

### RESUMEN

La fragmentación de los ecosistemas, particularmente el Bosque seco Tropical, se debe en gran medida a actividades antropocéntricas, especialmente la ganadería y la agricultura. Por tanto, es importante estudiar la biota de los fragmentos de bosque seco ya que pueden preservar una importante biodiversidad. El objetivo del presente estudio fue actualizar el estado de la diversidad de la mirmecofauna en los bosques inundables de Colíndres (Jamundí) y Las Chatas (Buga) localizados en el valle geográfico del río Cauca, con el fin de contribuir al establecimiento de planes de monitoreo y conservación de la biodiversidad regional. En cada bosque se establecieron transectos y se aplicaron métodos estandarizados de muestreo. En total se registraron 53 especies de 26 géneros y seis subfamilias. La riqueza de especies fue comparable entre los bosques, al encontrar 36 especies en Las Chatas y 35 en Colíndres, pero hubo diferencias en la composición específica. Los géneros con mayor número de especies fueron *Crematogaster* (5), *Pheidole* (5), *Pseudomyrmex* (5) y *Camponotus* (4). Según el patrón de comportamiento la mayoría de las especies fueron agresivas (47.83 %), seguidas de las especialistas (26.09 %). En cuanto al lugar donde se capturaron con mayor frecuencia, se destacaron las especies subterráneas (43.48 %), seguidas de las arbóreas (32.61 %). Al comparar con muestreos de 1997, 2006 y 2012 se observó que la riqueza de especies ha disminuido en el fragmento de Colíndres debido probablemente a que su carácter de bosque inundable ha sido alterado. Sin embargo, en ambos bosques se registraron especies dominantes, introducidas y nuevas especies.

*Palabras clave: Biodiversidad, conservación, hormigas.*

### ABSTRACT

Cattle rising and agriculture are the main anthropocentric activities causing fragmentation of Tropical dry Forest ecosystem. Studying Tropical dry Forests fragments biota is important for preserve the biodiversity harbored by them. The aim of this research is to update information about ant diversity in two flooded fragments of tropical dry forest, Colindres (Jamundí) and Las Chatas (Buga), in the Cauca river geographic valley, in order to contribute to monitoring plans and regional biodiversity conservation. Linear transects and standardized sampling methods were applied in each forest fragment. A total of 53 ant species representing 26 genera and 6 subfamilies were recorded.

Specific richness was quite similar between forests with 36 species in Las Chatas and 35 species in Colindres, but differences in specific composition were found. The genera with higher number of species were *Crematogaster* (5), *Pheidole* (5), *Pseudomyrmex* (5) y *Camponotus* (4). According with behavioral patterns, most of the species were aggressive (47.83 %), followed by specialists (26.09 %). In relation to habitat preference, underground species were majority (43.48 %), followed by arboreal species (32.61 %). When comparing these results with ant samplings in years 1997, 2006 and 2012, a significative species richness reduction in Colindres fragment was observed, probably because its flooding dynamics has been lately altered.

*Key words: Biodiveristy, conservation, ants.*

## INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical (Bs-T) se encuentra entre los 0 a 1000 msnm, presenta una temperatura promedio de 24°C y una precipitación anual entre 700 y 2000 mm, con alternancia de periodos secos y húmedos, se encuentra en áreas relativamente planas con suelos de fertilidad intermedia y pH moderado con baja pérdida de nutrientes por lixiviación (Portillo-Quintero & Sánchez-Azofeifa 2010). Por las condiciones favorables de clima, el cual es muy estable a lo largo del año, su estructura vegetal característica y suelos fértiles, el bosque seco es propenso a la explotación para desarrollo humano y esto ha hecho que sea blanco fijo para una intensiva transformación (Didier *et al.* 2001), por lo cual en la actualidad es considerado como uno de los biomas tropicales más amenazados (Miles *et al.* 2006).

Cuando un bosque es fragmentado, además de la pérdida de conectividad y área de cobertura, se provocan cambios en el ambiente físico de los parches remanentes y sus alrededores. La magnitud de estos cambios en microclima y en los flujos de materia y energía son modulados por las características de los parches (tanto los fragmentos de bosque y sus alrededores) tales como tamaño y forma. Pero es la interacción entre los cambios físicos y la estructura del paisaje fragmentado la que determina modificaciones en la estructura y composición de las comunidades de organis-

mos residentes (Arcila *et al.* 2012).

El tamaño de un parche determina el tamaño potencial de las poblaciones de especies, afectándolas de forma diferente. Si bien se puede esperar que algunas sean eliminadas selectivamente de los parches pequeños, como también puede ocurrir que otras sean favorecidas por la eliminación de especies logrando colonizar sitios. De una u otra manera las comunidades de organismos cambian su composición afectando las interacciones entre especies y por ende los procesos ecológicos, lo cual retroalimenta el proceso de extinción o colonización de especies (Arcila *et al.* 2012).

En Colombia el Bs-T era la zona de vida más extensa, ya que este ecosistema existe en seis regiones biogeográficas diferentes: el valle del río Patía en el sur del valle geográfico del Cauca, el valle del río Cauca, el alto y medio valle del río Magdalena, Santander y Norte de Santander, la costa Caribe, y la Orinoquía; hoy a punto de desaparecer (Pizano & García 2014). En el departamento del Valle del Cauca, la cuenca media del río Cauca estuvo una vez cubierta por extensos bosques de dosel cerrado que retrocedieron rápidamente para dar paso a cultivos de caña de azúcar, guaduales, ganadería extensiva e intensiva y asentamientos humanos.

En la actualidad, esta cuenca se encuentra reducida a unos pocos fragmentos remanentes de bosque rodeados por una matriz altamente

intervenida de cultivos, pastos, zonas urbanas y rastrojo (Arcila *et al.* 2012). Los fragmentos representativos del departamento son: Bosque San Julián (Santander de Quilichao), Hacienda Colíndres (Jamundí), Hacienda El Hatice (El Cerrito), Parque Regional Natural (PRN) El Vínculo (Buga), bosque Las Chatas (Buga), Hacienda El Medio (Zarzal) y Hacienda Las Pilas (Zarzal). El área de los parches es pequeña, entre 0,92 y 89,84 ha, con un promedio de 16,1 ha (Salazar *et al.* 2002).

Para evaluar los cambios ambientales ocasionados por fragmentación y actividad humana, los insectos y en particular las hormigas, son los más trabajados como grupo bio-indicador. Estas han demostrado ser uno de los grupos más sensibles a estas perturbaciones, pues poseen una serie de cualidades que las hace buenas candidatas para este tipo de trabajos; reúnen características tales como: alta diversidad, gran abundancia en casi todo tipo de ambientes, variedad de funciones dentro de los ecosistemas, respuesta rápida a cambios ambientales, facilidad de muestreo y resolución taxonómica relativamente buena, entre otras (Arcila & Lozano-Zambrano 2003).

La mirmecofauna del bosque seco relictual del valle geográfico del río Cauca está representada por aproximadamente 200 especies de 54 géneros, cifras relativamente altas ya que corresponde al 60 % de los géneros y al 22 % de las especies registradas para Colombia (Chacón de Ulloa & Armbrrecht 2006). Chacón de Ulloa *et al.* (1996) hicieron la primera aproximación a la mirmecofauna del bosque seco del valle geográfico del río Cauca, donde registraron 80 morfoespecies de seis subfamilias para dos localidades. Armbrrecht (1995), Armbrrecht & Chacón de Ulloa (1997), Armbrrecht & Ulloa-Chacón (1999) y Armbrrecht *et al.* (2001), ampliaron el número de localidades a siete y registraron en total 137 especies, 37 géneros y seis subfamilias (Ponerinae no se encontraba dividido en las seis subfamilias actuales). Ramírez *et*

*al.* (2001), muestrearon nueve bosques para evaluar las interacciones planta-hormiga y registraron 67 especies. Posteriormente, en el año 2008 se publicaron tres estudios de caso sobre hormigas cazadoras con distinto número de localidades.

Así, Zabala *et al.* (2008) registraron para seis localidades 29 especies repartidas en 11 géneros y cuatro subfamilias; Arcila-Cardona *et al.* (2008) encontraron en diez localidades, 22 especies de diez géneros y cuatro subfamilias y Chacón de Ulloa *et al.* (2008), reportaron 35 especies de 12 géneros y cinco subfamilias. En los últimos años, Achury *et al.* (2008) trabajaron con cebos de atún en cuatro bosques y registran 66 especies de 30 géneros y ocho subfamilias. Por otra parte, Lozano-Zambrano *et al.* (2009), muestreando nueve bosques encontraron 218 especies de 43 géneros y 11 subfamilias. Achury *et al.* (2012) evaluando competencia entre hormigas atraídas a cebos de atún en 10 localidades, identificaron 100 especies de 41 géneros y ocho subfamilias.

Por último, Chacón de Ulloa *et al.* (2012) realizaron una revisión del material depositado en el Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV), junto con una búsqueda exhaustiva de la literatura que fue publicada por el grupo de Biología, Ecología y Manejo de Hormigas de la Universidad del Valle durante los últimos 15 años, en donde generaron un listado actualizado de las especies de hormigas que habitan el Bs-T del valle geográfico del río Cauca, donde reportaron 215 especies de hormigas representadas por 63 géneros y 12 subfamilias.

Teniendo en cuenta los antecedentes anteriores, se tiene como pregunta de investigación, ¿Los fragmentos de bosque Las Chatas y Colíndres del valle geográfico de río Cauca han perdido su diversidad mirmecófaga?, para resolverla se planeó muestrear la mirmecofauna del suelo de dos fragmentos de bos-

que seco (Las Chatas y Colíndres) para ello, se establecieron los cambios en la diversidad, comparando los datos con los obtenidos en 1997 (Armbrecht & Chacón de Ulloa), 2006 (Chacón de Ulloa & Armbrecht) y 2012 (Chacón de Ulloa *et al.*), así se detectaron los cambios que han sucedido a lo largo del tiempo, con el fin de determinar la importancia faunística relativa de estos fragmentos y aportar información útil para planes de monitoreo y conservación de la biodiversidad.

## MÉTODOS

El estudio se realizó en dos fragmentos de bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, en jurisdicción del departamento del Valle del Cauca. El primero, Las Chatas, se encuentra ubicado en el centro del departamento, a 3,858159°N -76,332630°W con 237.640 m de incertidumbre, a una altura de 950 msnm, este bosque pertenece a la zona de amortiguamiento de la Laguna de Sonso, cerca de 500 m al este de la misma, tiene una extensión de 10.8 ha y está rodeado por una matriz conformada por potrero ralo ganadero (Arcila *et al.* 2012). El segundo fragmento, Colíndres, se encuentra en el sur del departamento, a 3,267684°N -76,48911°W con 270.888 m de incertidumbre, a una altura de 975 msnm, con una extensión total de 10 ha. repartidas en tres fragmentos, uno grande y dos pequeños, su matriz está conformada por potrero arbolado con mantecos (*Laetia americana*) y caña de azúcar en el borde sur. En el sector norte del potrero arbolado se encuentra el caño Potreritos, bordeado en su mayoría por guadua (Arcila *et al.* 2012).

En ambos bosques la temperatura promedio anual es de 24° y la precipitación entre 800 y 2000 mm, con un régimen de lluvias bimodal, dos periodos secos entre diciembre-febrero y julio-agosto y dos periodos lluviosos entre marzo-mayo y septiembre-noviembre. Ambos bosques son propiedad de la sociedad

civil y actualmente son los únicos remanentes de bosque seco inundable que se conservan en el departamento del Valle.

El trabajo de campo se realizó del mes de julio a diciembre de 2012, se hicieron visitas mensuales a los dos fragmentos de bosque. La captura de especímenes se realizó empleando el protocolo ALL (Ant Leaf Litter) (Agosti & Alonso 2003), el cual maneja dos métodos de colecta: Trampas de caída y Sacos Winkler. Además, se emplearon capturas manuales y cebos de atún en los estratos arbóreo y epígeo.

Se establecieron transectos de muestreo de 150 m de largo por 10 m de ancho, lo más central del bosque posible, la primera parte del transecto fue desde los 0 m hasta los 50 m, y la segunda, desde los 100 m hasta los 150 m. Cada transecto fue ubicado con un Geo-Posicionador Satelital (GPS). Entre estaciones se dejó un espacio de 10 m de distancia, en la primera estación hacia la derecha (5 m) se ubicó una trampa de caída y hacia la izquierda (5 m) se cernió la hojarasca para el saco Winkler, en la siguiente estación se alternó el método de captura, a la derecha se cernió la hojarasca y hacia la izquierda se ubicó una trampa de caída, así sucesivamente, hasta terminar el transecto. El diseño permitió establecer 12 estaciones con 24 trampas por cada transecto (doce de caída y doce sacos Winkler) (Lozano-Zambrano *et al.* 2009). La captura de especímenes de forma manual se realizó durante diez minutos por estación y los cebos de atún se ubicaron en un transecto lineal, en donde, en cada estación se colocó un cebo en el tallo o sobre una rama del árbol más próximo y el cebo epígeo se ubicó en el suelo bajo el árbol.

Los especímenes colectados fueron llevados al Laboratorio del Grupo de Investigación en Biología, Ecología y manejo de Hormigas, Departamento de Biología de la Universidad del Valle. Allí se separaron las hormigas del resto de los artrópodos colectados en las

trampas y se conservaron en alcohol al 70 %. El material fue determinado hasta el nivel de género siguiendo a Palacio & Fernández (2003) y para las especies se emplearon las claves virtuales de Longino (2010). Además, se corroboró la identidad de algunas especies por comparación con la colección de referencia de hormigas del Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MUSENUV).

Se calculó la diversidad alfa la cual es útil para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas a nivel local, esta diversidad se estimó como la riqueza de especies acumulada para cada bosque y se compararon los bosques mediante una prueba de t; se determinó la abundancia de hormigas con base en la frecuencia de captura por especie, más no por el número de individuos. Se obtuvo un índice relativo de abundancia para cada elemento, teniendo en cuenta el número de muestras y la frecuencia de aparición de las hormigas (Osorio 2007). Se realizaron curvas de acumulación de especies con el programa EstimateS (versión 8.2) utilizando tres estimadores de diversidad no paramétricos (ACE, Jack1 y Chao2) que se encuentran entre los más rigurosos (Villarreal *et al.* 2004). Las especies se clasificaron en varios gremios, según el patrón de comportamiento, de alimentación (trófico), lugar donde se encuentran frecuentemente y el sustrato de forrajeo. Por último, se compararon los resultados de diversidad alfa con los reportados por Armbricht & Chacón de Ulloa 1997, Chacón de Ulloa & Armbricht 2006 y Chacón de Ulloa *et al.* 2012.

## RESULTADOS

Se registraron 53 especies, abarcando 26 géneros y seis subfamilias. Del total de especies, 45 (85 %) fueron determinadas claramente hasta especie, las demás (8 especies, 15 %) fueron morfoespecies pertenecientes principalmente a géneros cuya taxonomía no es bien conocida o existen dificultades para su identificación como es el caso de *Pheidole* (4 morfoespecies), *Camponotus* (1), *Hypoponera* (1), *Pseudomyrmex* (1) y *Azteca* (1).

La subfamilia más diversa fue Myrmicinae (56.60 %), continuando en orden con Formicinae (15.09 %), Ponerinae (9.43 %) y Pseudomyrmecinae (9.43 %). En contraste, la subfamilia Ectatomminae solo se capturó una vez, con un solo individuo, la especie *Gnamptogenys annulata*, lo cual sucedió en el bosque de Las Chatas. Los géneros con mayor número de especies fueron *Crematogaster* (5), *Pheidole* (5), *Pseudomyrmex* (5) y *Camponotus* (4).

En la tabla 1 se presenta el listado de las especies observadas y su frecuencia de captura en cada bosque, en Las Chatas se obtuvieron 36 especies (índice de Shannon 3.156), distribuidas en seis subfamilias, en donde se observaron 15 especies no compartidas con el bosque Colíndres. Por su parte, en este segundo bosque se obtuvieron 35 especies (índice de Shannon 3.075), de cinco subfamilias, de las cuales también 15 especies no son compartidas con el primero. Al comparar la riqueza de especies entre los bosques no se hallaron diferencias significativas, ya que se obtuvo un t valor de 0.875, con 612 grados de libertad y un P igual a 0.382.

**Tabla 1.** Riqueza de especies de hormigas en dos bosque secos del Valle del Cauca.

| Especie | Frecuencia de captura Las Chatas |   |    |    |   | Frecuencia de captura Colíndres |   |    |    |   | Total |
|---------|----------------------------------|---|----|----|---|---------------------------------|---|----|----|---|-------|
|         | TC                               | W | CA | CE | M | TC                              | W | CA | CE | M |       |

|                                   |    |   |    |    |    |   |    |    |   |   |    |
|-----------------------------------|----|---|----|----|----|---|----|----|---|---|----|
| <b>Dolichoderinae</b>             |    |   |    |    |    |   |    |    |   |   |    |
| <i>Azteca instabilis</i>          | 26 | 6 | 10 | 14 | 22 | 1 | 2  | 4  | - | 5 | 90 |
| <i>Azteca</i> sp. 1               | -  | 8 | 4  | 4  | -  | - | -  | -  | - | - | 16 |
| <i>Azteca velox</i>               | -  | - | 5  | -  | -  | - | -  | -  | - | - | 5  |
| <i>Dolichoderus diversus</i>      | -  | - | -  | -  | -  | 3 | 5  | 4  | - | 5 | 17 |
| <b>Ectatomminae</b>               |    |   |    |    |    |   |    |    |   |   |    |
| <i>Gnamptogenys annulata</i>      | -  | - | -  | -  | 1  | - | -  | -  | - | - | 1  |
| <b>Formicinae</b>                 |    |   |    |    |    |   |    |    |   |   |    |
| <i>Acropyga exsanguis</i>         | -  | - | -  | -  | -  | 1 | 4  | 1  | 6 | 1 | 13 |
| <i>Acropyga fuhmanni</i>          | -  | - | -  | -  | -  | 2 | 1  | 1  | 5 | - | 9  |
| <i>Camponotus bidens</i>          | 3  | 5 | -  | 1  | 11 | - | -  | -  | - | - | 20 |
| <i>Camponotus crassus</i>         | -  | 5 | 4  | 2  | 10 | - | 2  | 1  | 3 | 2 | 29 |
| <i>Camponotus curviscapus</i>     | -  | - | -  | -  | -  | 2 | 1  | 1  | 4 | 2 | 10 |
| <i>Camponotus</i> sp 1            | 1  | - | -  | -  | -  | - | -  | -  | - | - | 1  |
| <i>Nylanderia fulva</i>           | -  | 2 | -  | 1  | 2  | - | -  | -  | - | - | 5  |
| <i>Nylanderia pubens</i>          | 3  | 6 | 1  | -  | 1  | - | -  | -  | - | - | 11 |
| <b>Myrmicinae</b>                 |    |   |    |    |    |   |    |    |   |   |    |
| <i>Acanthognathus brevicornis</i> | -  | - | -  | -  | -  | 3 | 4  | -  | - | - | 7  |
| <i>Acanthognathus ocellatus</i>   | -  | - | -  | -  | -  | - | 2  | -  | - | - | 2  |
| <i>Apterostigma pilosum</i>       | 3  | 2 | -  | 2  | -  | 3 | 2  | -  | 2 | 2 | 16 |
| <i>Atta cephalotes</i>            | -  | - | -  | -  | -  | 2 | 5  | -  | 2 | 6 | 15 |
| <i>Cardiocondyla obscurior</i>    | 4  | 2 | 1  | 2  | 1  | - | -  | 1  | - | - | 11 |
| <i>Cephalotes minutus</i>         | 3  | - | -  | 2  | 9  | 2 | 8  | 5  | 2 | 3 | 34 |
| <i>Cephalotes maculatus</i>       | 1  | 1 | 2  | 1  | 5  | - | -  | -  | - | - | 10 |
| <i>Cephalotes femoralis</i>       | -  | - | -  | 1  | 1  | - | -  | -  | - | - | 2  |
| <i>Crematogaster curvispinosa</i> | 1  | 1 | 1  | 2  | -  | 2 | 8  | 12 | 5 | 6 | 38 |
| <i>Crematogaster distans</i>      | 1  | 3 | 1  | 1  | 4  | 1 | 1  | -  | - | 2 | 14 |
| <i>Crematogaster carinata</i>     | -  | - | -  | -  | -  | - | 1  | -  | - | 2 | 3  |
| <i>Crematogaster acuta</i>        | -  | - | -  | -  | 2  | - | -  | -  | - | 3 | 5  |
| <i>Cyphomyrmex rimosus</i>        | 1  | 1 | 1  | 2  | 2  | 1 | 4  | -  | 1 | 2 | 15 |
| <i>Megalomyrmex pusillus</i>      | -  | - | -  | -  | -  | 1 | 3  | -  | - | - | 4  |
| <i>Monomorium floricola</i>       | 1  | 1 | 1  | -  | -  | 1 | 4  | 1  | 2 | - | 11 |
| <i>Pheidole</i> sp 1              | 5  | 2 | 2  | -  | 2  | 1 | 3  | -  | - | 2 | 17 |
| <i>Pheidole</i> sp 4              | 2  | 1 | -  | 1  | 2  | 1 | 1  | -  | - | - | 8  |
| <i>Pheidole</i> sp 3              | 4  | 1 | 1  | 1  | 2  | - | -  | -  | - | - | 9  |
| <i>Pheidole</i> sp 2              | 1  | 2 | -  | 1  | -  | - | -  | -  | - | - | 4  |
| <i>Pheidole susannae</i>          | 2  | - | -  | -  | -  | - | -  | -  | - | - | 2  |
| <i>Pyramica denticulata</i>       | -  | - | -  | -  | -  | - | 1  | -  | - | - | 1  |
| <i>Rogeria foreli</i>             | -  | - | -  | -  | 1  | - | 1  | -  | - | - | 2  |
| <i>Rogeria cuneola</i>            | 1  | - | -  | -  | -  | - | -  | -  | - | - | 1  |
| <i>Solenopsis zeteki</i>          | 3  | - | 1  | -  | 1  | - | -  | -  | - | - | 5  |
| <i>Solenopsis geminata</i>        | 5  | 3 | 1  | 1  | 2  | 1 | 3  | 2  | 1 | 2 | 21 |
| <i>Solenopsis pollux</i>          | -  | - | -  | -  | -  | 1 | 1  | -  | - | - | 2  |
| <i>Strumigenys rogeri</i>         | 1  | - | 1  | 1  | -  | - | -  | -  | - | - | 3  |
| <i>Strumigenys perparva</i>       | -  | 1 | -  | -  | -  | - | -  | -  | - | - | 1  |
| <i>Wasmannia auropunctata</i>     | 2  | 2 | 1  | 3  | 2  | 6 | 13 | 4  | 3 | 4 | 40 |

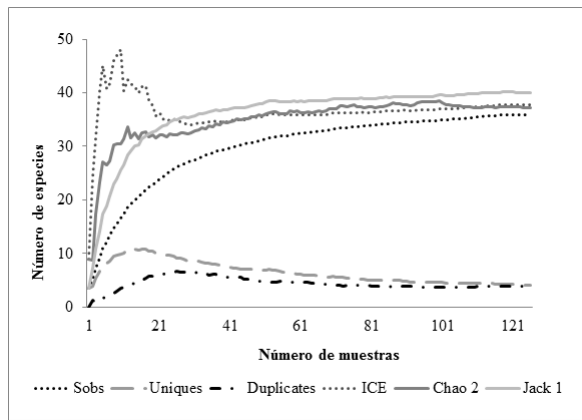
|                                 |                      |    |   |   |    |                          |   |   |   |   |            |
|---------------------------------|----------------------|----|---|---|----|--------------------------|---|---|---|---|------------|
| <i>Wasmannia rochai</i>         | -                    | 2  | - | 1 | 1  | 5                        | 3 | - | 1 | 1 | 14         |
| <b>Ponerinae</b>                |                      |    |   |   |    |                          |   |   |   |   |            |
| <i>Anochetus mayri</i>          | -                    | -  | - | - | -  | 1                        | 3 | - | - | - | 4          |
| <i>Hypoponera</i> sp 1          | 1                    | 16 | 3 | 1 | -  | 1                        | 1 | - | - | - | 23         |
| <i>Odontomacrus bauri</i>       | -                    | -  | - | - | -  | -                        | 4 | - | - | - | 4          |
| <i>Pachycondyla scalaris</i>    | -                    | 2  | 1 | - | 5  | -                        | - | - | - | 1 | 9          |
| <i>Pachycondyla verenae</i>     | -                    | -  | - | - | -  | -                        | 3 | - | - | - | 3          |
| <b>Pseudomyrmecinae</b>         |                      |    |   |   |    |                          |   |   |   |   |            |
| <i>Pseudomyrmex</i> sp 1        | 4                    | -  | 1 | - | 2  | -                        | - | - | - | - | 7          |
| <i>Pseudomyrmex lisus</i>       | -                    | -  | 1 | - | 13 | -                        | - | - | - | - | 14         |
| <i>Pseudomyrmex boopis</i>      | -                    | -  | - | - | -  | -                        | 1 | 1 | - | - | 2          |
| <i>Pseudomyrmex termitarius</i> | -                    | -  | - | - | -  | 1                        | - | - | 1 | - | 2          |
| <i>Pseudomyrmex rochai</i>      | -                    | -  | - | - | -  | -                        | - | - | 1 | 2 | 3          |
| <b>Número de especies</b>       | <b>36 Las Chatas</b> |    |   |   |    | <b>35 Colíndres</b>      |   |   |   |   |            |
|                                 |                      |    |   |   |    | <b>Total de muestras</b> |   |   |   |   | <b>615</b> |

En cuanto a la abundancia, se obtuvieron 615 muestras de las cuales se lograron 5698 individuos de hormigas. Para Las Chatas, en total se capturados 3403 individuos, la especie con mayor número de capturas fue *Azteca instabilis* con 864 individuos, seguida de *Solenopsis zeteki* con 629 especímenes y *Pheidole* sp 3 (189). Mientras que las especies menos abundantes fueron, *Strumigenys perparva* (1 individuo), *Camponotus* sp 1 (1) y *Rogeria acuneola* (2). En el bosque de Colíndres se capturaron 2295 individuos, las especies más capturadas fueron, *Wasmannia auropunctata* (585), *Monomorium floricola* (229) y *Azteca instabilis* (185). Las especies menos capturadas fueron, *Pachycondyla scalaris* (1), *Cardiocondyla obscurior* (2) y *Acanthognathus ocellatus* (2).

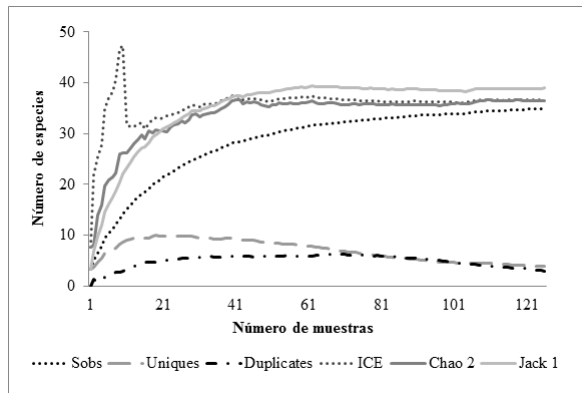
En la tabla 2 se detallan, para cada bosque, los valores de riqueza observados (Obs) y los porcentajes calculados por tres estimadores no paramétricos. Así, la eficiencia general de los muestreos osciló entre el 95.30 % según el estimador ICE, 96.36 % según Jackknife de primer orden y el 89.94 % según Chao 2. Con base en el segundo estimador, la eficiencia de los muestreos para el bosque de Las Chatas fue del 96.80 % y para Colíndres fue del 95.92 %. Estos valores se representaron también por medio de las curvas de acumulación de especies, las cuales tienden a ser asintóticas, esto es visible en la figura 1, para las especies del bosque de Las Chatas y figura 2, para Colíndres. En concordancia, las líneas de las especies únicas tienden a disminuir y a cruzarse con aquellas de las especies duplicadas.

**Tabla 2.** Valores observados (Obs) y estimados de riqueza de especies de hormigas, en dos bosques secos del Valle del Cauca

| Bosque     | Obs | Estimador no paramétrico |       |        |       |        |       |
|------------|-----|--------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
|            |     | ICE                      | %     | Chao 2 | %     | Jack 1 | %     |
| Las Chatas | 36  | 37.72                    | 95.44 | 37.19  | 96.80 | 39.97  | 90.07 |
| Colíndres  | 35  | 36.78                    | 95.16 | 36.49  | 95.92 | 38.97  | 89.81 |



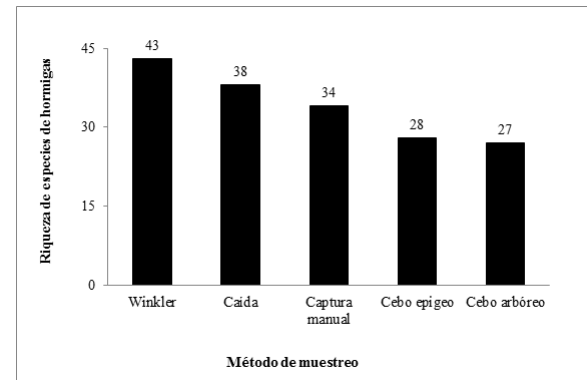
**Figura 1.** Curva de acumulación de especies observadas y estimadas en el bosque seco Las Chatas, Buga, Valle del Cauca.



**Figura 2.** Curva de acumulación de especies observadas y estimadas en el bosque seco Colíndres, Jamundí, Valle del Cauca.

En la figura 3 se ilustra el número de especies capturadas con los distintos métodos de muestreo y se observa que tanto los sacos Winkler

como las trampas de caída, son los métodos más eficientes para registrar riqueza de especies, ya que, con las trampas Winkler se capturó casi el 83.13 % de las especies, mientras que con las trampas de caída se capturaron casi el 71.10 %. Por su parte, los cebos de atún, tuvieron alrededor del 50 % de las especies totales capturadas.



**Figura 3.** Número de especies de hormigas obtenidas mediante cinco métodos de muestreo.

La clasificación por gremios se puede observar en la tabla 3. Según el patrón de comportamiento la mayoría de las especies fueron agresivas (47.83 %), seguidas de las especialistas (26.09 %), las oportunistas (10.87 %), las generalistas (8.70 %) y las dominantes (6.52 %). Tanto en Las Chatas como en Colíndres, el 44.74 %, corresponden a especies agresivas.

**Tabla 3.** Lista de las especies encontradas, con los gremios a los que pertenecen, dependiendo de tres factores ecológicos.

| Especies                     | Gremios        |                    |              |            |
|------------------------------|----------------|--------------------|--------------|------------|
|                              | Comportamiento | Trófico            | Lugar        | Forrajeo   |
| <b>Dolichoderinae</b>        |                |                    |              |            |
| <i>Azteca instabilis</i>     | Dominante      | Omnívora           | Arbórea      | Vegetación |
| <i>Azteca</i> sp 1           | Dominante      | Omnívora           | Arbórea      | Vegetación |
| <i>Azteca velox</i>          | Dominante      | Omnívora           | Arbórea      | Vegetación |
| <i>Dolichoderus diversus</i> | Especialista   | Colectora exudados | Arbórea      | Vegetación |
| <b>Ectatomminae</b>          |                |                    |              |            |
| <i>Gnamptogenys annulata</i> | Especialista   | Depredadora        | Tronco caído | Epigeo     |
| <b>Formicinae</b>            |                |                    |              |            |
| <i>Acropyga exsanguis</i>    | Especialista   | Colectora exudados | Subterráneo  | Hipogeo    |

|                                   |              |                      |              |                   |
|-----------------------------------|--------------|----------------------|--------------|-------------------|
| <i>Acropyga fuhmanni</i>          | Especialista | Colectora exudados   | Subterráneo  | Hipogeo           |
| <i>Camponotus bidens</i>          | Generalista  | Omnívora             | Tronco caído | Vegetación-Epigeo |
| <i>Camponotus crassus</i>         | Generalista  | Omnívora             | Tronco caído | Vegetación-Epigeo |
| <i>Camponotus curviscapus</i>     | Generalista  | Omnívora             | Tronco caído | Vegetación-Epigeo |
| <i>Camponotus</i> sp 1            | Generalista  | Omnívora             | Tronco caído | Vegetación-Epigeo |
| <i>Nylanderia fulva</i>           | Generalista  | Depredadora          | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Nylanderia pubens</i>          | Generalista  | Depredadora          | Subterráneo  | Epigeo            |
| <b>Myrmicinae</b>                 |              |                      |              |                   |
| <i>Acanthognathus brevicornis</i> | Generalista  | Depredadora          | Tronco caído | Epigeo            |
| <i>Acanthognathus ocellatus</i>   | Generalista  | Depredadora          | Tronco caído | Epigeo            |
| <i>Apterostigma pilosum</i>       | Especialista | Cultivadora de hongo | Tronco caído | Epigeo            |
| <i>Atta cephalotes</i>            | Agresiva     | Cultivadora de hongo | Subterráneo  | Vegetación-Epigeo |
| <i>Cardiocondyla obscurior</i>    | Generalista  | Omnívora             | Arbórea      | Vegetación        |
| <i>Cephalotes minutus</i>         | Agresiva     | Colectora exudados   | Arbórea      | Vegetación        |
| <i>Cephalotes maculatus</i>       | Agresiva     | Colectora exudados   | Arbórea      | Vegetación        |
| <i>Cephalotes femoralis</i>       | Agresiva     | Colectora exudados   | Arbórea      | Vegetación        |
| <i>Crematogaster curvispinosa</i> | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Crematogaster distans</i>      | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Crematogaster carinata</i>     | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Crematogaster acuta</i>        | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Cyphomyrmex rimosus</i>        | Especialista | Cultivadora de hongo | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Megalomyrmex pusillus</i>      | Agresiva     | Depredadora          | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Monomorium floricola</i>       | Especialista | Colectora exudados   | Arbórea      | Vegetación        |
| <i>Pheidole</i> sp 1              | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Pheidole</i> sp 4              | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Pheidole</i> sp 3              | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Pheidole</i> sp 2              | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Pheidole susannae</i>          | Agresiva     | Omnívora             | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Pyramica denticulata</i>       | Especialista | Depredadora          | Tronco caído | Hipogeo           |
| <i>Rogeria foreli</i>             | Especialista | Omnívora             | Tronco caído | Hipogeo           |
| <i>Rogeria cuneola</i>            | Especialista | Omnívora             | Tronco caído | Hipogeo           |
| <i>Solenopsis zeteki</i>          | Agresiva     | Depredadora          | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Solenopsis geminata</i>        | Agresiva     | Depredadora          | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Solenopsis pollux</i>          | Agresiva     | Depredadora          | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Strumigenys rogeri</i>         | Especialista | Depredadora          | Tronco caído | Hipogeo           |
| <i>Strumigenys perparva</i>       | Especialista | Depredadora          | Tronco caído | Hipogeo           |
| <i>Wasmannia auropunctata</i>     | Agresiva     | Omnívora             | Arbórea      | Vegetación        |
| <i>Wasmannia rochai</i>           | Agresiva     | Omnívora             | Arbórea      | Vegetación        |
| <b>Ponerinae</b>                  |              |                      |              |                   |
| <i>Anochetus mayri</i>            | Especialista | Depredadora          | Tronco caído | Epigeo-Hipogeo    |
| <i>Hypoponera</i> sp 1            | Especialista | Depredadora          | Subterráneo  | Hipogeo           |
| <i>Odontomacrus bauri</i>         | Agresiva     | Depredadora          | Tronco caído | Epigeo            |
| <i>Pachycondyla scalaris</i>      | Agresiva     | Depredadora          | Subterráneo  | Epigeo            |
| <i>Pachycondyla verenae</i>       | Agresiva     | Depredadora          | Subterráneo  | Epigeo            |
| <b>Pseudomyrmecinae</b>           |              |                      |              |                   |
| <i>Pseudomyrmex</i> sp 1          | Oportunista  | Depredadora          | Arbórea      | Epigeo-Hipogeo    |
| <i>Pseudomyrmex lisus</i>         | Oportunista  | Depredadora          | Arbórea      | Epigeo-Hipogeo    |
| <i>Pseudomyrmex boopis</i>        | Oportunista  | Depredadora          | Arbórea      | Epigeo-Hipogeo    |
| <i>Pseudomyrmex termitarius</i>   | Oportunista  | Depredadora          | Arbórea      | Epigeo-Hipogeo    |
| <i>Pseudomyrmex rochai</i>        | Oportunista  | Depredadora          | Arbórea      | Epigeo-Hipogeo    |

La clasificación por gremios tróficos mostró que las especies omnívoras y las depredadoras son las representativas en los

muestreos de forma general, para Las Chatas el 56 % de las especies fueron omnívoras, en este grupo se encontraron especies de la sub-

familia Formicinae, Dolichoderinae y algunas de Myrmicinae, el 28 % son depredadoras, como *Gnamptogenys annulata* (Ectatomminae) y las Ponerinae, el resto de las especies son colectoras de exudados y cultivadoras de hongos, en su mayoría especies de Myrmicinae. En el bosque de Colíndres, el 39 % de las especies capturadas en los muestreos fueron depredadoras, siendo como en el bosque de Las Chatas las ponerinas, el grupo más representado, el 35 % pertenecen al gremio de las omnívoras, el resto fueron colectoras de exudados y cultivadoras de hongo.

En cuanto al lugar donde se capturaron con mayor frecuencia, fueron las hormigas subterráneas con el 43.48 %, seguidas de las arbóreas con el 32.61 % y por último las especies en troncos caídos. Así, se tiene que en Las Chatas, el 36.84 % fueron subterráneas y el 34.21 % fueron arbóreas, en Colíndres el 44.74 % fueron subterráneas y el 23.68 % arbóreas. Por último, en cuanto al sustrato de forrajeo, la mayoría de las hormigas fueron epigeas (43.75 %), mientras que el 20.83 % forrajean en la vegetación, en su mayoría dolichoderinas. En Las Chatas el 39.47 % de las hormigas el sustrato de forrajeo es epigeo, seguido del sustrato vegetativo con el 23.68 %, en Colíndres el 44.74 % de las hormigas forrajean en sustratos epigeas, seguidas también del sustrato vegetativo con el 15.79 %.

Al comparar la diversidad alfa con los estudios previos de Armbrrecht & Chacón de Ulloa 1997, Chacón de Ulloa & Armbrrecht 2006 y Chacón de Ulloa *et al.* 2012, se hallaron menos especies en el presente estudio (tabla 4). Sin embargo, en los trabajos de 1997 y 2006 aún no se contaba con el listado de hormigas a nivel específico. Si se tiene en cuenta el listado más reciente (Chacón de Ulloa *et al.* 2012), se observa que, para Las Chatas, 28 especies se reportaron en los dos trabajos, dejando 8 especies nuevas, *Apterostigma pilosum*, *Cephalotes maculatus*, *Cephalotes minutus*, *Crematogaster curvispinosa*, *Gnam-*

*ptogenys annulata*, *Pachycondyla scalaris*, *Strumigenys perparva* y *Strumigenys rogeri*. Para Colíndres, 32 especies se reportaron en los dos trabajos, dejando 4 especies nuevas, entre estas se encuentran, *Crematogaster carinata*, *Crematogaster distans*, *Pachycondyla scalaris* y *Pachycondyla verenae*.

## DISCUSIÓN

De las 14 subfamilias, 90 géneros y 900 especies de hormigas descritas para Colombia (Fernández 2006), el bosque seco tropical del valle geográfico del río Cauca mantiene 200 especies de 54 géneros, cifra que corresponde al 60 % de los géneros y al 22 % de las hormigas conocidas para Colombia (Chacón de Ulloa & Armbrrecht 2006). Por su parte, Chacón de Ulloa *et al.* (2012) en su revisión reportaron 215 especies de hormigas representadas por 63 géneros y 12 subfamilias, en 13 fragmentos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca y sus hábitats aledaños. Teniendo en cuenta el paisaje altamente intervenido y el tamaño de los fragmentos de bosque seco, se puede vislumbrar la importancia que tiene este ecosistema al aportar un número significativo de la mirme-cofauna colombiana (Chacón de Ulloa *et al.* 2012).

A pesar de que se determinaron el 84.91 % de las especies, es importante completar el conocimiento taxonómico de las morfo-especies de géneros como *Pheidole*, *Camponotus*, *Hypoponera*, *Pseudomyrmex* y *Azteca*, ya que durante los muestreos, a través de los años, estos géneros prevalecen en la hojarasca y vegetación del bosque seco (Chacón de Ulloa *et al.* 2012). La riqueza de especies por subfamilias es parecida con lo registrado, tanto para Colombia, como para los bosques secos (Fernández 2006), donde las tres subfamilias con mayor número de especies registradas son Myrmicinae, Formicinae y Ponerinae.

Entre las especies más comunes se encuentran las hormigas de fuego *Solenopsis geminata* y *Wasmannia auropunctata*, ambas frecuentes en ecosistemas perturbados y dado que estos bosques presentan condiciones de alta perturbación, estas especies encuentran en entorno apropiado para aumentar sus poblaciones y dominar, ya que aprovechan eficientemente los recursos. Además, en el caso de *W. auropunctata*, se encontró que para este ecosistema existe una relación negativa entre la riqueza de hormigas y su abundancia, ya que esta especie es muy agresiva y oportunista, desplaza con frecuencia las demás especies, afectando en gran medida la mirmecofauna nativa (Achury *et al.* 2012). Además, en los muestreos se encontró con frecuencia *Monomorium floricola*, una especie nativa de otro continente, especialista también en ambientes perturbados y zonas urbanas (Chacón de Ulloa *et al.* 2006), la presencia de esta especie en el interior de los bosques, indica el alto nivel de perturbación en el ecosistema.

Por su parte, hay géneros que son poco comunes, pero es importante mencionarlos, por ejemplo, *Cardiocondyla*, al que se le reconocen 70 especies en todo el mundo, la mayoría se distribuyen en el viejo mundo, pero algunas se encuentran en América debido a la introducción humana, la mayoría viven en hábitats sinantrópicos, en donde se encuentran con frecuencia en ambientes perturbados o áreas bastante abiertas y aunque las colonias son poco conspicuas, pueden llegar a ser plagas en países tropicales.

Cabe resaltar dos especies dominantes en los bosques secos de la cuenca del río Cauca, las mirmicinas *Pheidole sussanae* y la pequeña hormiga de fuego *Wasmannia auropunctata* (Achury *et al.* 2008, 2012), la cual se considera indicadora de baja diversidad (Armbrecht & Ulloa-Chacón 2003) y por ello, sus poblaciones pueden ser monitoreadas para fines de seguimiento a largo plazo.

Por otra parte, varias especies resultaron con bajas frecuencias de captura, como es el caso de las hormigas del género *Cephalotes* que habitan principalmente el estrato arbustivo y arbóreo; las hormigas legionarias depredadoras que se desplazan en su fase nómada y recorren grandes extensiones, y las grandes hormigas cazadoras (*Odontomachus bauri* y *Pachycondyla scalaris*), cuya captura es difícil dado su tamaño y agresividad. Las hormigas del género *Acanthognathus*, son de tamaño pequeño por lo que dificulta un poco su captura, estas anidan en ramas y troncos en descomposición y depredan artrópodos pequeños. Es importante tener en cuenta que la ausencia o presencia de una especie en particular no debe tomarse como indicativo de una condición ambiente de forma rigurosa, debido a que por su rareza es posible que no haya sido colectada en todos los hábitats que aprovecha y/o frecuente.

En cuanto a la efectividad de todo el muestreo, en ambos bosques, se puede decir que fue alta ya que se colectaron casi el 95 % de las especies, lo que se puede comprobar en las curvas de acumulación, sin embargo cuando se realizó la comparación con la revisión realizada por Chacón de Ulloa *et al.* (2012), se observó que, aunque se comparten muchas especies, también hay especies que no se encontraron en el presente estudio, esto pudo deberse a que hizo falta más trampas, cebos y capturas manuales, y a la experiencia en campo de los investigadores. También cabe resaltar, que se encontraron especies que no se habían registrado anteriormente en los parches de bosque.

La gran efectividad de las trampas Winkler, pudo deberse a que la capa vegetativa en descomposición que se encuentra en los bosques es gruesa y aunque la muestra de hojarasca que se colectó para cada saco Winkler fue inmediata y se colectó lo que se encontraba en dicho lugar en dicho momento, esto fue suficiente para que en estas trampas se colectara

gran diversidad de especies de hormigas, esto se debió a que este método es muy efectivo, en donde se pueden capturar especies cripticas, tanto hipogeas como epigeas, se puede capturar hormigas de tamaño pequeño e incluso especies raras. Por su parte, la efectividad de las trampas de caída, pudo deberse a que estas trampas permanecen mayor tiempo en campo (24 horas), permitiendo capturar toda la mirmecofauna que pase por el lugar. En cuanto a los métodos de captura manual y mediante cebos de atún, estos son métodos específicos, su efectividad depende de las especies que se quieran capturar, estos tienen gran efectividad en trabajos que evalúan hormigas específicas y no de forma general.

La diversidad de hormigas de hojarasca y del estrato arbóreo, para los dos bosques fue muy parecida, ya que en cuanto a riqueza, la diferencia es de solo una especie. El bosque de Las Chatas aunque presenta mucha perturbación, por su matriz agresiva, inundaciones cada vez más frecuentes y entrada de ganado. Mientras que el bosque de Colíndres, aunque no presenta una matriz tan agresiva como en el otro bosque, si ha tenido entrada de ganado de forma intensiva y a diferencia de Las Chatas, este era un bosque inundable y en los últimos años cambio sus condiciones, por la construcción de un muro a causa del desbordamiento del río.

El presente trabajo confirma la importancia de los fragmentos de Bosque seco tropical, como reservorio de mirmecofauna y aunque la transformación ha sido agresiva en los últimos años, para uso agrícola, estos pequeños fragmentos conservan gran número de especies. Por lo anterior, es importante tener un plan de manejo para conectar, y reforzar la conexión existente, entre los fragmentos, así como evitar la transformación y degradación en los bosques mejorando las formas de uso de sus matrices.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres y a mi familia, por permitirme ser, por el apoyo brindado durante todos mis estudios y más, durante el tiempo en el que realice mi trabajo de grado. Agradezco a la profesora Patricia Chacón y a Carmen Elisa Posso por brindarme la oportunidad, confiar en mí, transmitirme un poco de su conocimiento y el apoyo incondicional. Por último, a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca de Occidente CVC por el apoyo financiero, a la Universidad del Valle y sobre todo a la sección de Entomología, por acogerme y ayudarme durante todo el tiempo de trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Achury, R., P. Chacón de Ulloa & A. M. Arcila. 2012. Effects of the heterogeneity of the landscape and the abundance of *Wasmannia auropunctata* on ground ant assemblages in a Colombian tropical dry forest, *Psyche*, (2012): 1-12
- Agosti, D. & L. E. Alonso. 2003. El Protocolo ALL: un estándar para la colección de hormigas del suelo, en Fernández, F. Ed., *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, DC, pp 415-18.
- Arcila Cardona, A.M., C. Valderrama Ardila & P. Chacón de Ulloa. 2012, Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca. *Revista Biota Colombiana especial bosque seco en Colombia*, (13) 2: 86-100.
- Arcila, A.M. & F. H. Lozano-Zambrano. 2003. Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo, en Fernández, F. Ed., *Introducción a las hormigas de la región neotropical*.

- Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alex&er von Humboldt, Bogotá, DC, pp 159-66.
- Armbrecht, I. & P. Chacón de Ulloa. 1997. Composición y diversidad de hormigas en bosques secos relictuales y sus alrededores, en el Valle del Cauca, Colombia, *Revista Colombiana de Entomología*, (23): 45-50.
- Chacón de Ulloa, P. & I. Armbrecht. 2006. Las hormigas del Bosque seco Tropical,, en Chávez, M.E. y Santamaría, M. Eds., *Informe nacional sobre avances en el conocimiento e información sobre la biodiversidad 1998-2004*, Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alex&er von Humboldt, Bogotá DC., Colombia, pp. 345-351.
- Chacón de Ulloa, P., A. M. Osorio-García, R. Achury & C. Bermúdez-Rivas. 2012. Hormigas Hymenoptera: Formicidae del Bosque seco Tropical Bs-T de la cuenca alta del río Cauca, Colombia, *Biota Colombiana, Especial Bosque Seco en Colombia*, (13) 2: 165-81.
- Didier, G., F. Lozano, J. L. Ospina & M. P. Quiceno. 2001. Plan de acción regional en biodiversidad para norte de Sant&er, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alex&er von Humboldt, Cúcuta.
- Lattke, J.E. 2003. Subfamilia Ponerinae, en Fernández, F. Ed., *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alex&er von Humboldt, Bogotá DC., Colombia, pp. 159-66.
- Longino, J.T. 2010. *Ants of Costa Rica: Subfamilies & Genera*, The Evergreen State College, Olympia, USA, available at: <http://academic.evergreen.edu/projects/ants/Genera.html> accessed 30 December 2014.
- Lozano-Zambrano, F.H., J. E. Mendoza, A. M. Vargas, L. M. Renjifo, E. Jiménez, P. C. Caycedo, W. Vargas, S. L. Aristizábal & D. P. Ramírez. 2009. Oportunidades de conservación en el paisaje rural Fase I, en Lozano-Zambrano, F.H. Ed, *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alex&er von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, Bogotá D C., Colombia, pp. 41-83.
- Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos & J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests, *Journal of Biogeography*, (33): 491–505.
- Palacio, E.E. & F. Fernández. 2003. Clave para las subfamilias y géneros, en Fernández, F. Ed., *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alex&er von Humboldt, Bogotá DC., Colombia, pp. 233-260.
- Pizano, C & H. García, Ed. 2014. *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alex&er von Humboldt IAvH. Bogotá, D.C., Colombia.
- Portillo-Quintero, C. A. & G. Sánchez-Azofeifa. 2010. Extent & conservation of tropical dry forests in the Americas, *Biological Conservation*, (143): 144–155.
- Salazar, M.I., N. Gómez, W. G. Vargas, M. Reyes, L. S. Castillo & W. Bolívar. 2002. *Bosques secos y muy secos del departamento del Valle del Cauca*. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Cali, Colombia.