

Composición y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en algunas áreas protegidas del Valle de Aburrá

Composition and diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in some protected areas of the Aburrá Valley

ELMER TORO A.¹, OSCAR EFRAÍN ORTEGA²

Resumen. Se estudiaron las comunidades de hormigas en tres áreas protegidas del Valle de Aburrá (Departamento de Antioquia – Colombia). En cada sitio se instalaron 50 estaciones de muestreo en dos épocas (marzo de 2000 y mayo de 2001). Se colectaron hormigas usando trampas de caída, sacos mini-Winkler y captura manual. Adicionalmente, se instalaron diez estaciones en el jardín botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín, el cual aportó ocho especies exclusivas. Se identificaron 96 morfoespecies pertenecientes a 33 géneros, 18 tribus y seis subfamilias. Myrmicinae fue la subfamilia dominante del paisaje. Los estimadores no paramétricos de riqueza ICE y Jackknife1 produjeron estimaciones de 105 y 107 especies respectivamente para las tres áreas juntas y sólo en una de ellas presentaron diferencia significativa en los valores de riqueza estimada. Las curvas acumuladas de especies mostraron que la metodología de muestreo fue eficaz para coleccionar la mayoría de las especies del estrato rasante. La distribución de frecuencias se ajustó a un modelo logarítmico y se encontraron valores de equidad relativamente altos, debido a la presencia de un gran número de especies con sólo un individuo. Los sitios comparten la mayor parte de la mirmecofauna, por consiguiente cuentan con una organización funcional similar. Para la escala local, se observó una disminución de la diversidad con el incremento en la altitud. Cada una de las áreas aportó especies exclusivas a la diversidad total de Formicidae; lo cual sugiere que deben ser conservadas para mantener la biodiversidad local.

Palabras clave: Biodiversidad. Estimadores de riqueza. Especies exclusivas. Muestreo. Organización funcional.

Abstract. Ant communities were studied in three protected areas of the Aburrá Valley (Department of Antioquia-Colombia). In each site, 50 sampling stations were installed over two time periods (March 2000 and May 2001). Ants were collected using pitfall traps, mini-Winkler bags and manual capture. Additionally, ten stations were installed in the botanical garden Joaquín Antonio Uribe of Medellín, which contributed eight unique species. 96 morphospecies belonging to 33 genera, 18 tribes and six subfamilies were identified. Myrmicinae was the dominant subfamily in the landscape. The non-parametric estimators of richness ICE (Incidence Coverage Estimator) and Jackknife1 produced estimates of 105 and 107 species, respectively, for the three areas together, and one of these had a significantly different value of estimated richness. The cumulative species curves showed that the sampling methodology was effective for collecting most of the species from the substrate. The frequency distribution fit a logarithmic model, and relatively high values of evenness were found due to the presence of a great number of species with just one individual. The sites share most of the ant fauna and consequently have a similar functional organization. For the local scale, a decrease in diversity was observed with increase in altitude. Each area contributed unique species to the total diversity of Formicidae, which suggests that they should be conserved to maintain the local biodiversity.

Key words: Biodiversity. Richness estimators. Exclusive species. Sampling. Functional organization.

Introducción

En Colombia son escasos los estudios que sobre diversidad en paisajes urbanos se han desarrollado. Sin embargo, las zonas urbanas cuentan con sitios que pueden tener un papel importante en la conservación de especies. Los fragmentos de bosque, los parches de vegetación

con crecimiento secundario y los hábitats degradados en paisajes dominados por el hombre, pueden ofrecer muchas posibilidades para la preservación biológica (Kattan y Álvarez 1996). Actualmente, se reconoce que la persistencia de fragmentos pequeños de ecosistemas es fundamental, y tal vez la única posibilidad para la conservación de un gran número de

especies (Kattan y Álvarez 1996; Schellhas y Greenberg 1996; Shafer 1995).

Medellín y el área metropolitana del Valle de Aburrá en Antioquia, cuentan con áreas protegidas catalogadas por las autoridades ambientales regionales como reservas ecológicas, reservas forestales, cerros tutelares y parques ecológicos en-

1 Universidad Nacional de Colombia, Posgrado en Entomología. Calle59a N°64-50, Medellín, Colombia. Tel: 430 93 44. Fax: 496 06 11. E-mail: 43551309@epm.net.co

2 Profesor Posgrado en Entomología, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. E-mail: oeortega@perseus.edu.co

tre otras (Contraloría de Medellín 1998). Estos sitios podrían tener un papel importante en la conservación de muchos organismos, al actuar como puentes para el flujo poblacional y permitir el movimiento y dispersión de muchas especies entre las fuentes y los sumideros, como señalan Dinerstein *et al.* (1995) para la zona andina.

En este trabajo se evalúa la importancia de tres áreas protegidas en la conservación de la biodiversidad del Valle de Aburrá, a través del estudio de la composición, la diversidad y la organización funcional de las comunidades de hormigas como grupo indicador. Se reporta además, la similitud ecológica entre los sitios y el aporte de cada uno de ellos a la diversidad total de la familia Formicidae a escala local.

Materiales y Métodos

Área de trabajo. Se estudiaron las comunidades de hormigas en tres áreas protegidas del Valle de Aburrá, localizadas entre los municipios de Medellín y Envigado en el Departamento de Antioquia (Colombia) (Fig. 1). Los sitios seleccionados corresponden a los cerros tutelares del Volador (1.635 msnm; 6°16'12,7"N, 75°35'07"W), La Asomadera (1.640 msnm; 6°14'20,6"N, 75°34'05"W) y el Seminario Mayor (2.050 msnm; 6°13'16,5"N, 75°32'52"W). Con el fin de complementar el inventario, se realizó también un muestreo de sólo 10 estaciones en un área boscosa de 0,5 ha ubicada en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín (1.525 msnm; 6°16'24,1"N, 75°34'03,1"W).

De acuerdo con Espinal (1990), la zona de vida de El Seminario (85 ha de extensión) corresponde a un bosque húmedo montano bajo (bh-MB) de dedicación forestal con plantaciones de *Eucalyptus* spp., *Cupressus* sp. y *Pinus* sp. La de los cerros El Volador (106 ha) y La Asomadera (30,5 ha) corresponden a un bosque húmedo premontano (bh-PM). El primero, desde 1997 dedicado parcialmente a un programa de reforestación con *Eucalyptus* sp. cuenta además, con una cobertura vegetal compuesta de varias especies de pastos y arbustos de las familias Mimosaceae, Berbenaceae, Asteraceae. La Asomadera, se encuentra sembrada de *Eucalyptus* sp. y árboles pequeños de las familias Bignoniaceae, Cecropiaceae y arbustos de Mimosaceae, Myrtaceae, Berbenaceae y Solanaceae.

Muestreo. En cada uno de los tres sitios se establecieron al azar 50 estaciones de

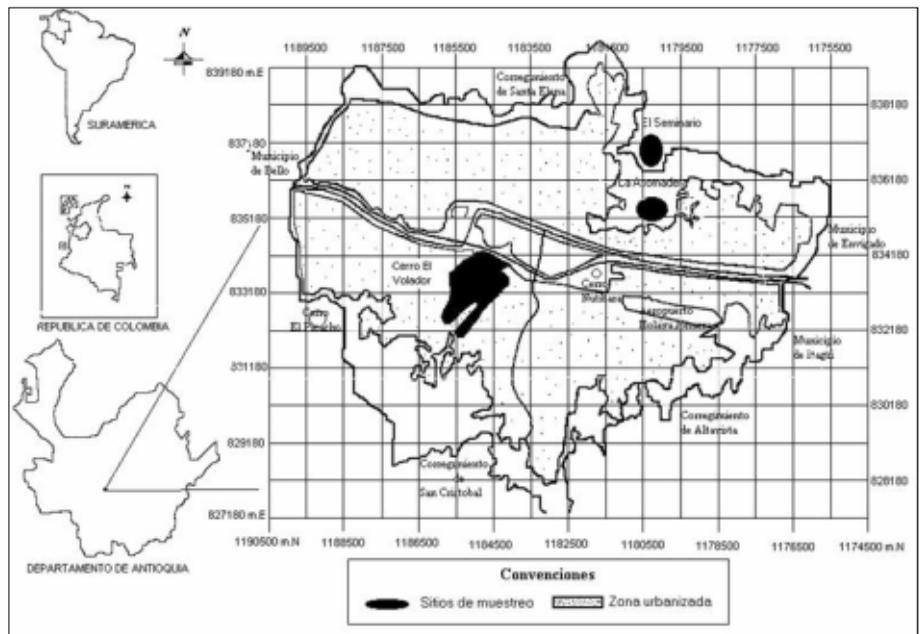


Figura 1. Área de estudio.

Fuente: Plano elaborado con base en la restitución aerofotogramétrica del año 1993. Con origen Bogotá, coordenadas geográficas 06°3'55"N y 75°34'05"W. Contrato de Medellín-DANE al año 1996.

muestreo (25 en época seca y 25 en época lluviosa), a una distancia mínima de 10 m cada una, para un total de 150 estaciones en toda el área de estudio. Las estaciones, se dispusieron al azar tomando un punto de referencia a partir del cual se eligió por sorteo entre seis puntos cardinales (norte, sur, este, oeste, noreste, noroeste, sur-este y sur-oeste) la dirección de una trayectoria en zig-zag. Por el tamaño reducido del bosque y el bajo número de estaciones en el Jardín Botánico, las muestras de este sitio no se tuvieron en cuenta para los análisis cuantitativos de diversidad. Las capturas se hicieron utilizando tres métodos:

Trampa de caída. Adaptada de Majer y Delabie (1994), consistió en un vaso plástico de 6 cm de profundidad por 6 cm de diámetro con agua y alcohol al 70%, enterrado a ras del suelo. Las trampas se recogieron 24 horas después de su instalación y las hormigas se preservaron en frascos de vidrio con alcohol al 70%.

Saco mini-Winkler. En cada estación, se recogió hojarasca en un área de 1 m², se pasó por un cernidor y se depositó luego en dos pequeñas bolsas de malla, las cuales se introdujeron durante 48 horas dentro de pequeños sacos de Winkler (mini-Winkler) similares a los utilizados por Fisher (1996). Las hormigas se recogieron por separado en vasos de plástico, luego se pasaron a frascos para su preservación.

Colecta manual. Consistió en la recolección de hormigas durante cinco minutos en cada estación, con un esfuerzo de muestreo total de 250 minutos/persona (4,16 h) por sitio. Se inspeccionaron troncos en descomposición, tallos, ramas, piedras y, en general, los lugares en donde las hormigas pueden anidar y/o forrajear, en un radio de 3 a 4 m alrededor de cada estación. Este último método permitió tomar muestras de la mirme-cofauna arbórea, principalmente la que pudo encontrarse a menos de 2 m de altura.

Se consideró como unidad muestral cada estación de muestreo con todos los métodos de captura (trampa de caída, mini-Winkler y colecta manual). Las muestras se trasladaron al Museo Entomológico Francisco Luis Gallego de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), donde se realizaron las labores de curaduría y posterior identificación, usando las claves de Longino (2004), Bolton (2003), Serna (1999), Palacio (1998), Bolton (1994), Hölldobler y Wilson (1990), Mackay y Mackay (1989). Dentro de cada género, los especímenes fueron separados en morfoespecies, algunas de las cuales fueron identificadas hasta el nivel de especie.

Se calculó a partir de la frecuencia de aparición, es decir, según el número de estaciones donde las especies fueron encontradas sin importar el número de

especímenes por estación. El término "número de individuos" se usó para referirse al número total de eventos de captura de una especie. Para calcular los índices N1 de especies abundantes, N2 de especies muy abundantes y E5 de equidad, se usó el programa en Basic SPDIVERS de Ludwig y Reynolds (1988).

Debido a que los datos obtenidos fueron de presencia – ausencia, se usaron los estimadores no paramétricos de riqueza ICE (Incidence Coverage Estimator) y Jackknife1, calculados con 100 aleatorizaciones del orden de las muestras en el programa EstimateS 5.0 (Colwell 1998). La diferencia de la riqueza entre sitios se analizó con una prueba de X^2 . Con base en la riqueza de especies de cada uno de los sitios se hicieron análisis de agrupamientos con los índices de similitud de Sorensen cualitativo y el de Sorensen modificado (Magurran 1988).

La asignación de gremios o grupos funcionales se hizo con base en los hábitos alimenticios y de nidificación, utilizando la metodología propuesta por Majer y Delabie (1994). Para designar las categorías de gremios se partió de los reportes de literatura sobre biología y ecología de hormigas y de las observaciones realizadas en campo durante el muestreo. Se calculó la proporción de gremios en cada sitio y en el área total de estudio con el fin de establecer posibles diferencias entre los tres sitios estudiados.

Resultados y Discusión

Composición y riqueza. Se capturaron 12.750 hormigas, pertenecientes a 96 morfoespecies, 33 géneros, 18 tribus y nueve subfamilias (Tabla 1). La diferencia en la riqueza específica de los sitios fue significativa, siendo mayor la de El Volador con 61 especies ($X^2 = 14.75$; $gl = 3$; $0.001 < p < 0.005$). El bosque del Jardín Botánico aportó cinco especies más que el Seminario, sitio en el cual se encontraron 38 especies.

Se destaca además que pese a lo reducido de su tamaño, el Jardín botánico aportó también con ocho especies exclusivas, tal aporte de especies a la diversidad local, se debe en gran parte quizás, a la gran heterogeneidad del bosque, debida a la presencia de una alta diversidad vegetal, la mayor de todos los sitios. Tales características, crean condiciones específicas favorables para albergar muchas especies. Los resultados, sugieren que los pequeños parches de bosque del Valle de Abu-

rrá y que cuentan con una alta diversidad vegetal, ofrecen condiciones microclimáticas y físicas con recursos adecuados disponibles para albergar muchas especies de hormigas.

Para toda el área de estudio, *Hypoponera* y *Pachycondyla* (Ponerinae), *Solenopsis* y *Pheidole* (Myrmicinae) con ocho especies, fueron los géneros con la mayor riqueza, le siguieron *Pseudomyrmex* (Pseudomyrmecinae) y *Strumigenys* (Myrmicinae) con seis. El 18% de los géneros encontrados cuentan con una riqueza de entre seis y ocho especies, el 43% entre dos y cinco, y el 39% de los mismos, con sólo una especie. *Myrmelachista* (Formicinae), *Eurhopalothrix* y *Myrmicocrypta* (Myrmicinae) por su parte, fueron los géneros más raros, pues de cada uno de ellos se encontró una sola especie y un solo espécimen.

En un área de rastrojo bajo en el sitio El Volador, se encontró una especie del género *Anochetus* considerado poco común en áreas abiertas (Shattuck y Bamett 2001). Igualmente, *Pachycondyla* sp.7 se encontró sólo en una pequeña mancha de vegetación arbórea en el Seminario. La presencia de estas especies obedece posiblemente a que ciertos elementos vegetales como bordes o reducidos parches en sucesión avanzada, circunscritos a las áreas protegidas, proveen refugio adecuado para especies que son propias de bosques.

Los estimadores de riqueza ICE y Jackknife1, determinados para toda el área de estudio con todos los métodos de captura, mostraron valores esperados máximos de 105 y 107 especies respectivamente. Los mismos, fueron también similares para cada uno de los sitios, excepto para El Seminario, que a pesar de su pequeña diferencia numérica entre los valores (50 para el ICE y de 53 para el de Jackknife1), presentó diferencia significativa ($K-S = 2.6$, $d_{max} = 0.52$, $P = 0,000002$) (Tabla 2).

Los valores estimados de riqueza para el estrato rasante de toda el área de estudio, mostraron que con el esfuerzo de muestreo invertido se colectaron más del 80 % de las especies; así, con el ICE se estima el 84% de la riqueza total y con el Jackknife1 el 82%. Sin embargo, es probable que los estimadores hayan sido afectados por el alto número de especies únicas que se encontraron y por la distribución agrupada de las especies. Para Morrison (1996), la curva acumulada de especies basada en el estimador Jackknife1, nunca alcanza una asíntota definitiva cuando existen especies raras o localizadas debido a que este estimador es sensible al número de especies únicas. Para Richardson (1999), la fortaleza del estimador Jackknife1 contra distribuciones agregadas es relativa, de modo que éste puede hacer una sobreestimación de la riqueza de un sitio donde muchas especies se distribuyen en parches. Por su

Tabla 1. Número de géneros y especies (entre paréntesis) por subfamilia de Formicidae en cada uno de los sitios de muestreo y para el área total.

Subfamilia	Cerro El Volador	Cerro La Asomadera	Seminario	Jardín Botánico	Área de estudio
Myrmicinae	11 (28)	12 (29)	8 (20)	9 (24)	15 (46)
Formicinae	4 (11)	3 (7)	3 (4)	3 (4)	4 (12)
Dolichoderinae	2 (3)	3 (4)	3 (5)	2 (3)	3 (5)
Ponerinae	4 (12)	3 (13)	3 (6)	4 (7)	4 (20)
Amblyoponinae	---	---	---	1 (1)	1 (1)
Ectatomminae	---	1 (1)	---	1 (1)	2 (2)
Proceratiinae	1 (1)	---	1 (1)	1 (1)	1 (1)
Pseudomyrmecinae	1 (6)	1 (3)	---	1 (2)	1 (6)
Ecitoninae	---	1 (1)	2 (2)	---	2 (3)
Total	23 (61)	24 (58)	20 (38)	22 (43)	33 (96)
% Ponerinae	21.31	24.13	18.42	---	25.0
% Myrmicinae	45.90	50.0	52.63	---	47.91
Relación P/M	0.46	0.48	0.35	---	0.52

Tabla 2. Riqueza de especies observada y estimada para el área de estudio (sin incluir el Jardín Botánico) y para cada sitio de muestreo.

Sitio	Especies Observadas	Estimación ICE \pm SD*	Estimación Jackknife1 \pm SD	Especies únicas**
Área de Estudio	88	105 \pm 0,01	107 \pm 4,6	20
El Volador	61	77 \pm 0,01	77 \pm 3,6	17
La Asomadera	58	73 \pm 0,01	74 \pm 3,6	17
El Seminario	38	53 \pm 0,02	50 \pm 3,6	13

* SD (desviación estándar).

** Especies encontradas en sólo una estación de muestreo.

parte, aunque el estimador ICE se considera uno de los mejores estimadores de riqueza de especies (Chazdon *et al.* 1998), no es totalmente insensible a la distribución agregada y su eficacia puede también disminuir en sitios con una distribución espacial de este tipo muy fuerte.

Las curvas acumuladas de especies en cada sitio (Fig. 2a, 2b, 2c y 2d) tienden más a estabilizarse que a incrementarse si se agregan estaciones de muestreo, por lo que se puede considerar que el tamaño de muestra usado (50 estaciones por sitio) fue adecuado para evaluar la riqueza de los sitios. El mismo tamaño de muestra por sitio, pero con sólo dos de los métodos de captura usados en este estudio, fue empleado por Fisher (1996) en un estudio de diversidad de hormigas a lo largo de un gradiente altitudinal en Madagascar. También ha sido frecuente el uso de tamaños de muestra mucho menores con más métodos de captura (Samson *et al.* 1997; Armbrrecht 1995).

La abundancia de la mayoría de las especies para toda el área de estudio fue menor a diez individuos; sólo siete, en toda el área de estudio tuvieron abundancias mayores a 25 individuos; cuatro de ellas en El Volador y dos tanto en La Asomadera como en el Seminario. *Solenopsis geminata*, cuya distribución está estrechamente relacionada con las variaciones en el microclima en áreas

abiertas, donde predominan temperaturas altas (Torres 1984), fue la más abundante en La Asomadera, con 35 individuos y una de las más abundantes en El Volador (con 29), por tratarse posiblemente de sitios en los cuales predominan tales características.

La abundancia de las especies, se ajustó a una serie logarítmica (Magurran 1988), pues la clase que contiene un sólo individuo fue la que predominó (Figs. 3a y 3b). Muchas comunidades biológicas tienen un alto número de especies poco abundantes de forma natural (Begon *et al.* 1999). Tal idea se aplica en general para muchas comunidades de organismos en ecosistemas tropicales, así lo han demostrado también muchos estudios para las comunidades de hormigas (Armbrrecht y Ulloa-Chacón 1999; Serna 1999; Samson *et al.* 1997; Fisher 1996; Bustos y Ulloa-Chacón 1996-1997; Roth *et al.* 1994; Majer 1983). Así mismo, a pesar de la perturbación de las áreas protegidas en el Valle de Aburrá, estas cuentan también con una alta diversidad de especies de hormigas a escala local.

De acuerdo con las curvas de dominancia-diversidad (Figs. 3a y 3b), la de mayor pendiente fue la correspondiente al Seminario, por consiguiente, la del valor más bajo en la equidad (0,66), la razón de tal resultado se debe a que en este sitio, *Linepithema* sp.1 y *Solenopsis* sp.4 con 40 y 34 individuos respectivamen-

te, fueron especies muy dominantes. Tanto para El Volador como para La Asomadera, el valor obtenido fue de 0,79, lo que indica también la presencia de algunas especies dominantes (en El Volador: *Strumigenys* sp.3 con 33, *Solenopsis geminata* con 29 y *Pheidole* sp.2 con 27; en La Asomadera: *Paratrechina* sp.1 con 29 y *Solenopsis geminata* con 35), aunque la distribución de abundancias fue más equitativa. Por tratarse de sitios intervenidos, la dominancia de algunas pocas especies es una tendencia normal en este tipo de ecosistemas. Resultados similares fueron reportados también por Serna (1999) en ecosistemas húmedos tropicales al nororiente de Antioquia.

Por los resultados obtenidos en los valores de la relación P/M (Ponerinae/Myrmicinae) (Tabla 1), se esperaría que las comunidades de hormigas, al menos del estrato rasante, en otros sitios con características similares a las de El Volador y La Asomadera, estén compuestas de un 20% a 25% de especies de Ponerinae y un 45% a 50% de Myrmicinae. Pues de acuerdo con Fisher (1996), cuando la relación P/M mantiene valores aproximados en distintas áreas dentro de una misma región, se puede usar el número de especies de Ponerinae o de Myrmicinae como un indicador general de la composición de la comunidad de hormigas en otras áreas.

Con el saco mini-Winkler se recolectaron 77 especies, con el método manual 60 y con la trampa de caída 42. Los ensamblajes de especies observados para los métodos manual y mini-Winkler resultaron ser muy diferentes debido al número de especies exclusivas encontradas en cada uno de ellos. El método que más especies exclusivas capturó fue el de los sacos mini-Winkler con 25, seguido por el método manual con 13 y el de las trampas de caída con tres. Combinando el saco mini-Winkler y el método manual se colectaron el 97% de las especies para toda el área de estudio; el número de especies capturadas con el método del saco fue mayor y el de especies exclusivas fue casi el doble que con la colecta manual. Las curvas acumuladas de especies para cada método de captura señalan la tendencia asintótica en cada una de ellas, lo cual sugiere que aunque se incrementa el esfuerzo de muestreo, la posibilidad de encontrar especies nuevas con cada método será muy baja, principalmente en el caso de las trampas de caída, cuya asíntota se evidencia más rápidamente a

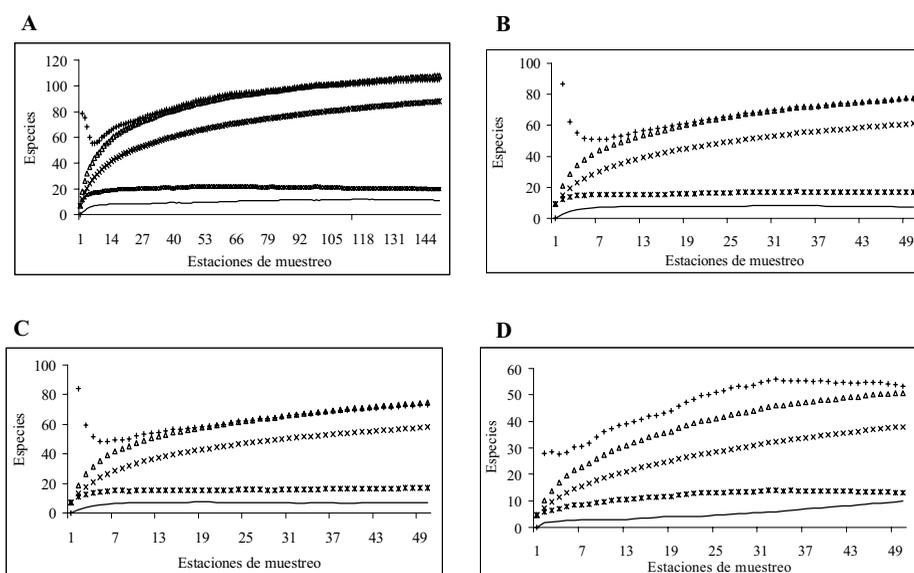


Figura 2. Curvas de acumulación de especies observadas y estimadas. **A.** para el área de estudio, construidas a partir de 150 estaciones de muestreo y 100 aleatorizaciones del orden de las muestras. **B.** Cerro El Volador. **C.** Cerro La Asomadera. **D.** El Seminario, (en las tres localidades se usaron 50 estaciones y 100 aleatorizaciones). xxxx: Sobs (especies observadas); +++++: ICE (incidence coverage estimator); ΔΔΔΔ: Jack1 (Estimator Jackknife de primer orden); ***: únicos; ___: duplicados.

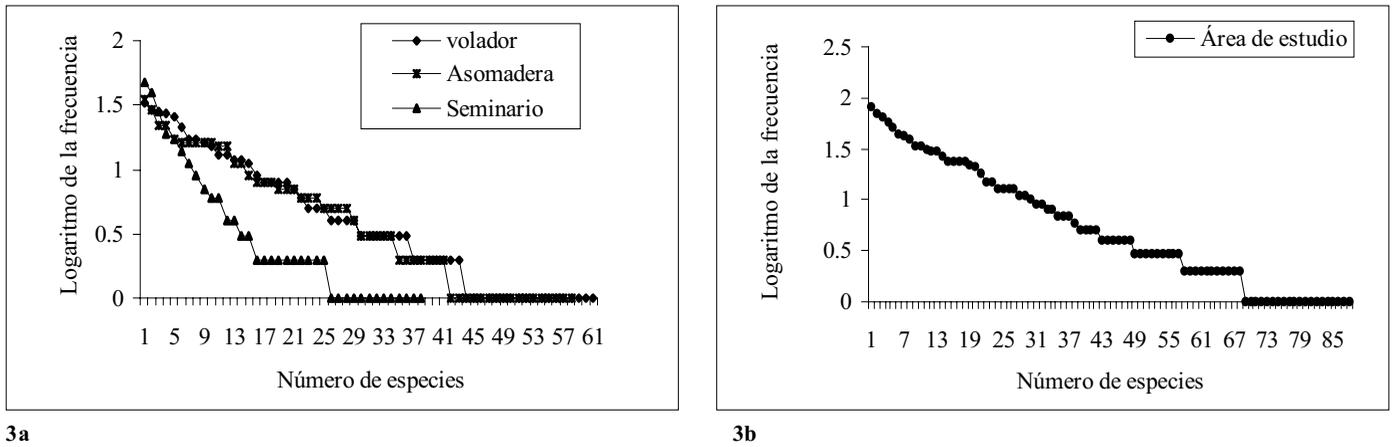


Figura 3. Curvas de dominancia - diversidad. **3a.** curvas para cada sitio de muestreo. **3b.** para toda el área de estudio. La escala logarítmica de la frecuencia está dada según la transformación \log_{10} .

medida que se agregan nuevas estaciones (Fig. 4).

Fue evidente la mayor eficiencia del saco mini-Winkler; con éste se colectó un 22% más especies que con el método manual y un 45% más que con la trampa de caída. Además, este método logró reunir el 80% de las especies observadas en el área de estudio y presentó el mayor número de especies exclusivas. Este hallazgo respalda los resultados de Fisher (1996), quien después de modificar el saco de Winkler tradicional, convertirlo en mini-Winkler y usarlo en forma cuantitativa, documentó una mayor eficiencia del saco frente a las trampas de caída y a la colecta manual.

Una parte del total de especies capturadas con cada método comprende también las especies únicas (especies encontradas en solamente una estación o unidad

muestral), cuyo número fue 19 para el método manual, 24 para el saco mini-Winkler, 16 para la trampa de caída. El hecho de que cada una de esas especies haya sido registrada en sólo una estación en toda el área de estudio, es indicativo de que ellas presentan una marcada distribución en parches. De manera similar, los “duplicados” (especies encontradas en exactamente dos estaciones de muestreo), fueron evidencia de este tipo de distribución en varias especies. El número de duplicados fue de diez para el método manual, siete para el de Winkler y siete para el de las trampas de caída.

De las 96 especies capturadas, 28 fueron comunes a los tres métodos, lo que representa el 29%. Según los números de Hill N1 y N2, 19 de las 28 especies fueron abundantes y 15 muy abundantes. Así, se puede considerar que al menos el 15%

de las especies observadas en el área de estudio son conspicuas y fáciles de capturar con cualquiera de los métodos empleados.

De acuerdo con el análisis de agrupamiento y usando el porcentaje de similitud cualitativo de Sorensen, los sitios el Volador y la Asomadera comparten 44 especies que equivalen al 75%. Entre estos dos sitios y el Volador el 50%. Con el porcentaje de similitud cuantitativo de Sorensen la similitud es mayor, así, la Asomadera con el Volador comparten el 96%; entre estos dos sitios y el Seminario el 75%.

En el Seminario se encontró el mayor número de especies exclusivas (13), 10 en la Asomadera y nueve en el Volador. A pesar de que El Seminario presentó la menor riqueza de especies, fue el que aportó mayor número de especies exclusivas, tal resultado se puede atribuir a que existe una tendencia natural a disminuir la diversidad con el aumento en el gradiente altitudinal, como efectivamente se encontró. Resultados similares han sido reportados también por (Vahos 2002; Sarmiento 2000; Samson *et al.* 1997; Fisher 1996); de otro lado, tal diferencia altitudinal, permite un recambio en las especies, con algunas de ellas muy estenotípicas, es decir, muy adaptadas a esas condiciones específicas.

Los altos niveles de similitud entre los sitios sugieren que, aunque estos son fragmentos de hábitat discontinuo inmersos en una matriz antropogénica en la que predomina la urbanización, tienen una importante correlación biológica entre sí y probablemente con otros fragmentos de hábitat a escala re-

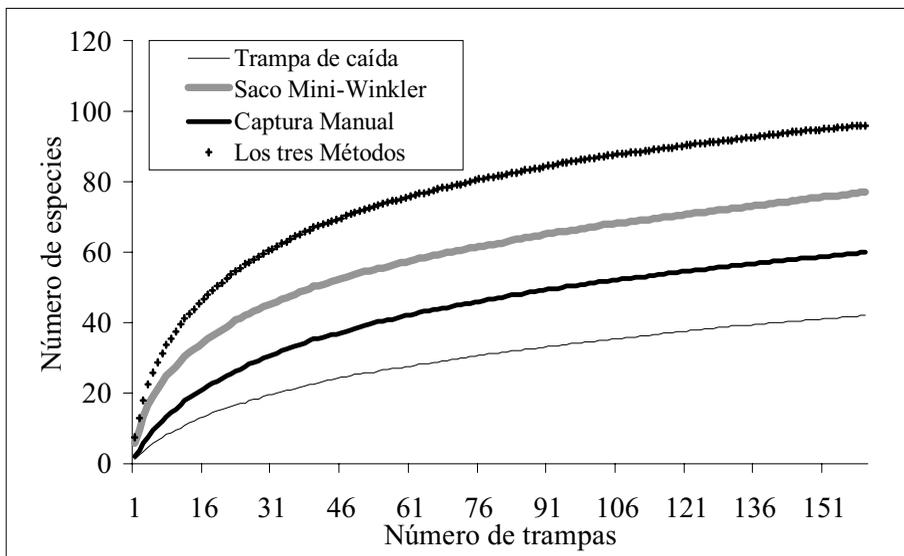


Figura 4. Curvas acumuladas de especies observadas con cada método de captura.

Tabla 3. Número y porcentaje de géneros por gremio para cada sitio de muestreo.

Gremios según hábito alimenticio	Sitio			
	El Volador	La Asomadera	Seminario	Área de estudio
Depredadoras	8 (34,8%)	9 (37,5%)	7 (35%)	13 (39,4%)
Omnívoras	4 (17,4%)	4 (16,7%)	4 (20%)	4 (12,1%)
Cultivadoras de hongos	2 (8,7%)	3 (12,5%)	2 (10%)	4 (12,1%)
Visitantes de nectarios extraflorales	4 (17,4%)	2 (8,3%)	1 (5%)	4 (12,1%)
Depredadoras – saprófagas	1 (4,3%)	1 (4,2%)	0	1 (3%)
Saprófagas – omnívoras	1 (4,3%)	2 (8,3%)	2 (10%)	2 (6,1%)
Saprófagas – visitantes de nectarios	2 (8,7%)	2 (8,3%)	2 (10%)	2 (6,1%)
No se conoce	1 (4,3%)	1 (4,2%)	2 (10%)	3 (9%)
Total géneros	23 (100%)	24 (100%)	20 (100%)	33 (100%)
Gremios según hábito de nidificación				
Nidificación en suelo	17 (74%)	18 (75%)	16 (80%)	26 (78,8%)
Nidificación en árbol	3 (13%)	3 (12,5%)	1 (5%)	4 (12,1%)
Nidificación en suelo y en árbol	3 (13%)	3 (12,5%)	3 (15%)	3 (9%)
Total géneros	23 (100%)	24 (100%)	20 (100%)	33 (100%)

gional. Es posible que la distancia entre los sitios de muestreo (3 a 6 Km) sea cubierta fácilmente por muchas especies de hormigas en sus vuelos nupciales. Hölldobler y Wilson (1990), reportan que los machos y hembras de algunas especies de *Solenopsis* pueden viajar entre 2 y 10 Km para copular.

Altos niveles de similitud de especies entre sitios incluyen frecuentemente especies ecológicamente similares, lo cual hace que la estructura ecológica de la comunidad se conserve (Andersen 1997). Esto es particularmente cierto para el Volador y la Asomadera puesto que mantienen los mismos grupos funcionales, al menos con relación a los hábitos alimenticios y de nidificación.

De acuerdo con los hábitos alimenticios y de nidificación, en toda el área de estudio se caracterizaron 10 grupos funcionales. En todos los sitios, predominaron las hormigas depredadoras, en el Volador ocho géneros, en la Asomadera nueve y en el Seminario siete se clasificaron dentro de este gremio. Junto con el de las Omnívoras, que estuvo representado por cuatro géneros en cada uno de los sitios, fueron los gremios con el mayor número de géneros y por lo tanto los que predominaron.

El gremio de las visitantes de nectarios extraflorales fue relevante en el Volador con cuatro géneros, que contrastan con sólo dos en la Asomadera y uno en el Seminario. El gremio con la menor proporción de géneros fue el de las depredadoras-saprófagas, que estuvo repre-

sentado únicamente por el género *Wasmannia* tanto en el Volador como en la Asomadera y no estuvo presente en el Seminario (Tabla 3).

En cada sitio se mantiene una organización funcional semejante: varios gremios con pocos géneros cada uno. La alta similitud tanto en la estructura ecológica como en la composición taxonómica entre sitios puede indicar que los ensamblajes de hormigas estudiados, están influenciados por procesos ecológicos muy similares. Por ejemplo, el Volador y La Asomadera, con los ensamblajes más semejantes, tienen características comunes en cuanto a sucesión ecológica, clima y niveles de perturbación.

Diferentes acciones tendientes a crear mayor heterogeneidad del hábitat así como estructuras vegetales más complejas en las áreas protegidas del Valle de Aburrá, podrían incrementar no sólo las diferencias en la estructura ecológica de los ensamblajes locales de hormigas, sino también probablemente su diversidad. La diversidad de insectos puede estar más relacionada con la complejidad de la vegetación y la diversidad espacial de plantas que con la diversidad taxonómica de las mismas (Magurran 1988).

Con relación al hábito de nidificación, el 79% de los géneros registrados anidan en el suelo, el 12% en árboles y el 9% en ambos estratos (Tabla 3). Esto es consecuente con el hecho de que dos de los métodos de captura estuvieron dirigidos exclusivamente al estrato suelo y un tercer método (captura manual), estuvo di-

rigido tanto al suelo como al estrato arbóreo.

Conclusiones

Las comunidades de hormigas en el Valle de Aburrá se caracterizaron por tener un alto número de especies con distribuciones de frecuencia irregular, un considerable número de especies raras y muchas especies ampliamente distribuidas. La organización funcional fue similar a través de los sitios de muestreo. De acuerdo con los estimadores de riqueza ICE y Jackknife1, en el área de estudio se podría encontrar aún más especies. Los métodos de muestreo, que en este trabajo se dirigieron particularmente al suelo, permitieron tener una mejor representación de las especies del estrato rasante. A escala local, la diversidad de hormigas disminuyó con el incremento altitudinal. A pesar de ser pequeños y tener estructuras vegetales principalmente homogéneas, los sitios evaluados en este estudio albergan un alto número de especies de hormigas y cada uno aporta una riqueza particular a la diversidad local de Formicidae.

La diversidad de cada sitio y el aporte de especies exclusivas, los convierte en áreas de gran importancia para la conservación biológica en el Valle de Aburrá. La similitud de especies entre los sitios sugiere la existencia de una gran movilidad de especies de hormigas a través de áreas protegidas y elementos del paisaje como parques, orillas de carreteras, quebradas, vías arborizadas y fragmentos de bosque circundantes. Es necesario conservar y

proteger los sitios de estudio por ser éstos un importante reservorio de la diversidad biológica en el Valle de Aburrá.

Literatura citada

- ANDERSEN, A. N. 1997. Using ants as bioindicators: Multiscale issues in ant community ecology. *Conservation Ecology* 18 (3): 1-18.
- ARMBRECHT, I. 1995. Comparación de la mirmecofauna en fragmentos boscosos del valle geográfico del Río Cauca, Colombia. *Boletín de Entomología de la Universidad del Valle* 3 (2): 1-14.
- ARMBRECHT, I.; CHACÓN-ULLOA, P. 1999. Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. *Biotropica* 31 (4): 646-653.
- BEGON, M.; HARPER, J.; TOWNSEND, C. 1999. *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. Editorial omega, Barcelona, España. 1042 p.
- BOLTON, B. 1994. *Identification Guide to the Ants Genera of the World*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, London. 222 p.
- BOLTON, B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute*. 71: 1-370.
- BUSTOS, H. J.; ULLOA-CHACÓN, P. 1996-1997. Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla neotropical (Reserva natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). *Revista de Biología Tropical*. 44 (3) y 45 (1): 259-266.
- CHAZDON, R. L.; COLWELL, R. K.; DENSLOW, J. S.; GUARIGUATA, M. R. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of NE Costa Rica, p. 285-309. En: Dallmeier, F.; Comiskey, J. A. (eds.). *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: conceptual background and old world case studies*. Parthenon Publishing. Paris.
- COLWELL, R. K. 1998. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User's Guide and application. Web site: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> Fecha última revisión: 5 agosto 2005. Fecha último acceso: 10 noviembre 2005.
- CONTRALORÍA GENERAL DE MEDELLÍN. 1998. Informe del estado de los recursos naturales y del medio ambiente. Impacto de la gestión pública municipal. 281 p.
- DINERSTEIN, E.; OLSON, D. M.; GRAHAM, D. J. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The world wildlife fund and the world bank. Washington, D.C. 129 p.
- ESPINAL, L. S. 1990. Zonas de vida de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín 121 p.
- FISHER, B. 1996. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the réserve naturelle intégrale d'Andringitra, Madagascar. *Fieldiana Zoology* (n.s) 85: 93-108.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. 1990. *The Ants*. Harvard University press. Cambridge, Massachusetts. 732 p.
- KATTAN, G. H.; ALVAREZ, H. 1996. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. p. 3-18. En: Schelhas, J.; Greenberg, R. (eds.). *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press. Washington D.C. U.S.A. 426 p.
- LONGINO, J. T. 2004. Key to *Nesomyrmex* and *Temnothorax* of Costa Rica. Web site: <http://www.evergreen.edu/ants/genera/nesomyrmex/key.html> Fecha última revisión: 5 septiembre 2004. Fecha último acceso: 10 noviembre 2005.
- LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. 1988. *Statistical ecology: a primer of methods and computing*. Wiley Press, New York. 337 p.
- MACKAY, W. P.; MACKAY, E. E. 1989. Clave de los géneros de hormigas en México. Segundo Simposio Nacional de Insectos Sociales. México. p. 1-82.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press. Princeton, New Jersey. 178 p.
- MAJER, J. D. 1983. Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use and land conservation. *Environmental Management* 7 (4): 375-383.
- MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. 1994. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forest at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Insectes Sociaux*. 41: 343-359.
- MORRISON, L. W. 1996. The ants. (Hymenoptera: Formicidae) of Polynesia revisited: species numbers and the importance of sampling intensity. *Ecography* 19: 73-84.
- PALACIO, G. E. E. 1998. Clave para los géneros de hormigas de Colombia. Santafé de Bogotá, Sin publicar. 25 p.
- RICHARDSON, B. A. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica* 31 (2): 321-336.
- ROTH, D. S.; PERFECTO, I.; RATHCKE, B. 1994. The effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 4 (3): 423-436.
- SAMSON, D. A.; RICKART, E. A.; GONZALES, P. C. 1997. Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica* 29 (3): 349-363.
- SARMIENTO, C. E. 2000. Comparación de tres clases de transectos para la captura de hormigas en dos formaciones vegetales. *Caldasia* 22 (2): 327-326.
- SCHELHAS, J.; GREENBERG, R. 1996. *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press, Washington D. C. 425 p.
- SERNA, F. J. 1999. Hormigas de la zona de influencia del proyecto hidroeléctrico. Porce II. Trabajo de grado de Magister en Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín. 250 p.
- SHAFFER, C. L. 1995. Value and shortcomings of small reserves. *Bioscience* 45: 80-88.
- SHATTUCK, S. O.; BAMETT, N. J. 2001. The guide to the Australian ant fauna. Australian ants online. Web site: <http://www.ento.csiro.au> Fecha última revisión: 6 febrero 2006. Fecha último acceso: 10 febrero 2006.
- TORRES, J. A. 1984. Diversity and distribution of ant communities in Puerto Rico. *Biotropica* 16 (4): 296-303.
- VAHOS, A. 2002. Muestreo de hormigas como indicadores del grado de perturbación en fragmentos de bosque. Trabajo de grado de ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín. 24 p.

Recibido: 01-dic-04 • Aceptado: 12-jul-06