

Composición y diversidad de hormigas en bosques secos relictuales y sus alrededores, en el Valle del Cauca, Colombia

Composition and diversity of ants in dry relictual forests and vicinities in the region of Valle del Cauca, Colombia

Inge Armbrecht¹
Patricia Chacón de Ulloa¹

Resumen

Por primera vez en Colombia se usa el ensamblaje de hormigas para estudiar la fragmentación en el bosque seco tropical y demostrar el valor biológico de los relictos boscosos. Se realizaron 14 muestreos en siete fragmentos boscosos y sus alrededores, los cuales están situados de norte a sur en un trayecto de 220 km a lo largo de ambas márgenes del río Cauca (Departamentos del Valle del Cauca y del Cauca, Colombia). Cada bosque se visitó dos veces. En cada visita, se muestreó el bosque y su matriz, mediante un sistema de cuatro transectos de 100 m cada uno y que incluían 40 estaciones, 160 trampas y 40 muestras de hojarasca. Además, se invirtieron por visita, ocho horas de colecta manual en todos los estratos. De un total de 3006 capturas, 2093 ocurrieron dentro de bosques y 913 en las matrices vecinas. De las 137 morfoespecies encontradas, 123 se capturaron, al menos, una vez en el bosque y 74, al menos, una vez en matriz. Hubo una correlación altamente significativa entre la riqueza de los bosques y la riqueza de las respectivas matrices. En todos los casos se capturó más del 50% (hasta 89%) de las especies en bosque y no en matriz. El índice de diversidad Shannon del ensamblaje de hormigas, dentro de los fragmentos boscosos, fluctuó entre 1,96 y 3,52. Los índices de diversidad de Shannon fueron significativamente mayores en los bosques que en sus matrices, excepto en un caso. El área cubierta por cada fragmento no parece ser un factor determinante en la riqueza, ni en la diversidad, posiblemente, porque todos son fragmentos muy pequeños entre 4 y 15 ha. De las 71 especies demográficamente raras, se encontró que los bosques aportan un número significativamente mayor de especies raras que las matrices. Se encontró además una tendencia de las especies menos abundantes a estar restringidas a un menor número de bosques. Los bosques más ricos en especies poseían, también, mayor número de especies exclusivas.

Palabras claves: Fragmentación, Conservación, Biodiversidad, Bosque seco.

Summary

The ant assemblage was used for first time in Colombia to study fragmentation in Tropical Dry Forest and to show the biological value of the remaining forests. Fourteen samplings were made in seven forest fragments and their surroundings, all of them located along Cauca river valley, in either of its margins, and in a range of 220 km from north to south (Valle and Cauca departments). Each forest was visited twice. During each visit, both forest and matrix (the surroundings) were sampled in a four-100 m. transect system. Each transect included 40 stations, 160 traps, and 40 litter samples. Additionally, eight hours of manual collection were invested per visit. From a total of 3006 ant captures, 2093 were made inside forest and 913 in matrix. From a total of 137 ant species, 123 were captured at least once inside a forest and 74 in a matrix. A highly significant correlation between all forests and their respective matrix richness was found. In all cases, more than 50% (until 89%) of the ant species were captured only in forest (never in its matrix). Shannon diversity index inside the forest fragments fluctuated between 1.96 and 3.52. Shannon diversity indexes were significantly higher in forest than in matrix in all cases except one. There was no statistical relationship between area and richness in this set of forests, probably because all of them are very small forest fragments fluctuating between 4-15 ha.

Key words: Fragmentation, Conservation, Biodiversity, Ants, Dry forest.

Introducción

Colombia ocupa un lugar privilegiado como poseedor de especies biológicas, siendo considerado, junto con Brasil y Perú, como uno de los países de megadiversidad (Brown 1989) y poseedor de varios centros de endemismo, al igual que el Ecuador (Terborgh y Winter

1983). Sin embargo, es, también, uno de los países con mayor destrucción del bosque húmedo tropical en el mundo, con aproximadamente 600.000 ha anuales de bosque talado. La región de los Andes, que concentra la mayoría de la población colombiana, es la más afectada por la acción del hombre (Saavedra y Freese 1986) con el consecuente retroceso acelerado y fragmentación de los hábitats naturales (Van Velzen 1991).

Dentro de la gran variedad de zonas de vida que se presentan en los Andes colombianos, la zona de bosque seco tropical se localiza en las planicies aluviales de los valles del río Cauca y del río Magdalena, que corren en sentido sur-norte entre las cordilleras occidental y central, en el primer caso, y entre la central y oriental, en el segundo. La importancia biológica del bosque seco tropical es sustentada por Janzen (1988a, 1988b), quien sostiene que éste es el más amenazado de los grandes hábitats de bosque tropical de tierras bajas. El presente estudio se enfocó hacia la franja de bosque seco tropical del valle geográfico del río Cauca, suroccidente de Colombia, cuya importancia biológica y el acelerado deterioro hacen resaltar la urgencia de buscar información y proponer soluciones para esta problemática.

El fraccionamiento del hábitat puede afectar la diversidad de los insectos en diferentes formas de acuerdo con las necesidades de cada especie, sus propiedades (movilidad, dinámica poblacional), las condiciones en que se presenten los fragmentos (aislamiento, dimensiones) (Brown 1989) y los estados sucesionales (Usher y Jefferson 1989).

Es así, como algunos taxa de insecta han sido propuestas como grupos indicadores de biodiversidad y de deterioro ambiental. Entre éstos, están los Coleoptera Cicindélidos (Pearson y Cassola 1992), Lepidoptera Heliconiidae y Formicidae. De acuerdo con Brown (1989) y Pearson (1993), las especies indicadoras deben ser de fácil detección, de fácil evaluación y deben proveer valiosa información.

Brown (1989) evaluó una serie de 15 grupos de insectos que se destacan como indicadores, teniendo en cuenta 12 criterios. Las hormigas, junto con un grupo de lepidópteros, recibió el máximo puntaje de 21 puntos sobre 24 totales. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) se han destacado por sus posibles cualidades como indicadores de biodiversidad (Roth *et al.* 1994), de perturbación (Burbidge *et al.* 1992; Majer 1992; Olson 1991; Brown 1989) de rehabilitación o estados sucesionales de ecosistemas (Majer 1985 y 1983, Mackay *et al.* 1989, Roth *et al.* 1994), inclusive sospechándose que las hormigas pueden reflejar la naturaleza de la comunidad vegetal.

¹ Departamento de Biología, Universidad del Valle, A. A. 25360 Cali, Colombia. c.e. inge@biologia.univalle.edu.co y pachacon@biologia.univalle.edu.co

el ambiente físico y, posiblemente, la variedad de otros invertebrados presentes en el área (Andersen y Majer 1991). El interés hacia el uso de la familia Formicidae en estudios de enfoque conservacionista permite mejorar la expectativa de contar con una eficaz herramienta para asesorar futuros planes de conservación.

Teniendo en cuenta los antecedentes anteriores, se planteó el presente trabajo, el cual pretende determinar la importancia faunística relativa de las manchas relictuales de bosque seco con base en especies de la familia Formicidae y relacionar la diversidad y composición de hormigas.

Area de estudio

El valle geográfico del río Cauca comprende la zona plana de la cuenca del Alto Cauca, con una extensión de 421.000 ha., encontrándose rodeado por las cordilleras central y occidental, entre los departamentos del Valle y del Cauca.

El departamento del Valle del Cauca se ubica en la región central del occidente colombiano. La fisonomía dominante del valle es el río sinuoso que, con inundaciones estacionales de terreno bajo, mantiene madrevejas y humedales efímeros (Alvarez-López y Kattán 1995). Se sabe que este valle, alguna vez, fue dominado por extensa vegetación arbórea que fue destruida, casi en su totalidad, para implantar ganadería y cultivos, como caña de azúcar, algodón, sorgo, soya, maíz, tabaco, frijol, hortalizas y otros. (Espinal 1968; Velasco 1982; Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, C.V.C. 1990).

El objeto de estudio de este proyecto fueron siete fragmentos de bosque secundario, situados en la zona de bosque seco tropical (bs-T) del valle geográfico del río Cauca. Los bosques se sitúan a una altura sobre el nivel del mar entre 950 y 1000 m.; con una temperatura superior a los 24°C y la precipitación anual promedio fluctúa entre 1000 y 2000 mm anuales.

El valle geográfico del río Cauca se dividió arbitrariamente en tres zonas (sur, centro y norte), en donde se escogieron los siguientes bosques, todos pertenecientes al departamento del Valle del Cauca, a excepción del bosque de San Julián, que pertenece al departamento del Cauca:

Zona sur: Bosque San Julián (municipio de Santander de Quilichao, 6 ha de extensión) y bosque Colínder (o Colindres) (municipio de Jamundí, 12,3 ha)

Zona Centro: bosque El Hatico (municipio de El Cerrito, 7 ha), bosque El Vínculo (Municipio de Buga, 15 ha) y bosque Las Chatas (municipio de Buga, 8,7 ha).

Norte: bosque El Medio (municipio de Zarzal, 10 ha) y bosque Las Pilas (municipio de Zarzal, 14,8 ha).

Cada fragmento boscoso está rodeado por una matriz. Esta se define como el terreno antrópico circundante a los fragmentos boscosos. En este estudio las matrices fueron: matriz de caña (San Julián y El Medio), matriz de potrero ralo (Las Chatas y Las Pilas) y matriz de potrero arbolado (Colínder, El Hatico y El Vínculo).

Metodología

El estudio comprendió un total de 14 muestreos intensivos, dos en cada uno de los bosques descritos, realizados entre agosto de 1994 y febrero de 1995. La estrategia consistió en realizar dos veces lo que se llamará "serie de muestreos", en la cual se visitaron todos los bosques, en el menor tiempo posible, entre muestreo y muestreo.

En cada bosque, con ayuda de una brújula y un decámetro, se trazaron cuatro transectos de 100 metros cada uno, dos hacia el interior del bosque, comenzando a los 20 m desde el borde y dos hacia el exterior y enfrente de los primeros, pero comenzando a 20 m del borde hacia afuera. Los dos transectos dentro del bosque eran paralelos y estaban separados entre sí por 50-70 m. Los dos transectos hacia el exterior del bosque, es decir, en la matriz antrópica circundante al bosque, estaban dispuestos de la misma manera (Fig. 1 a).

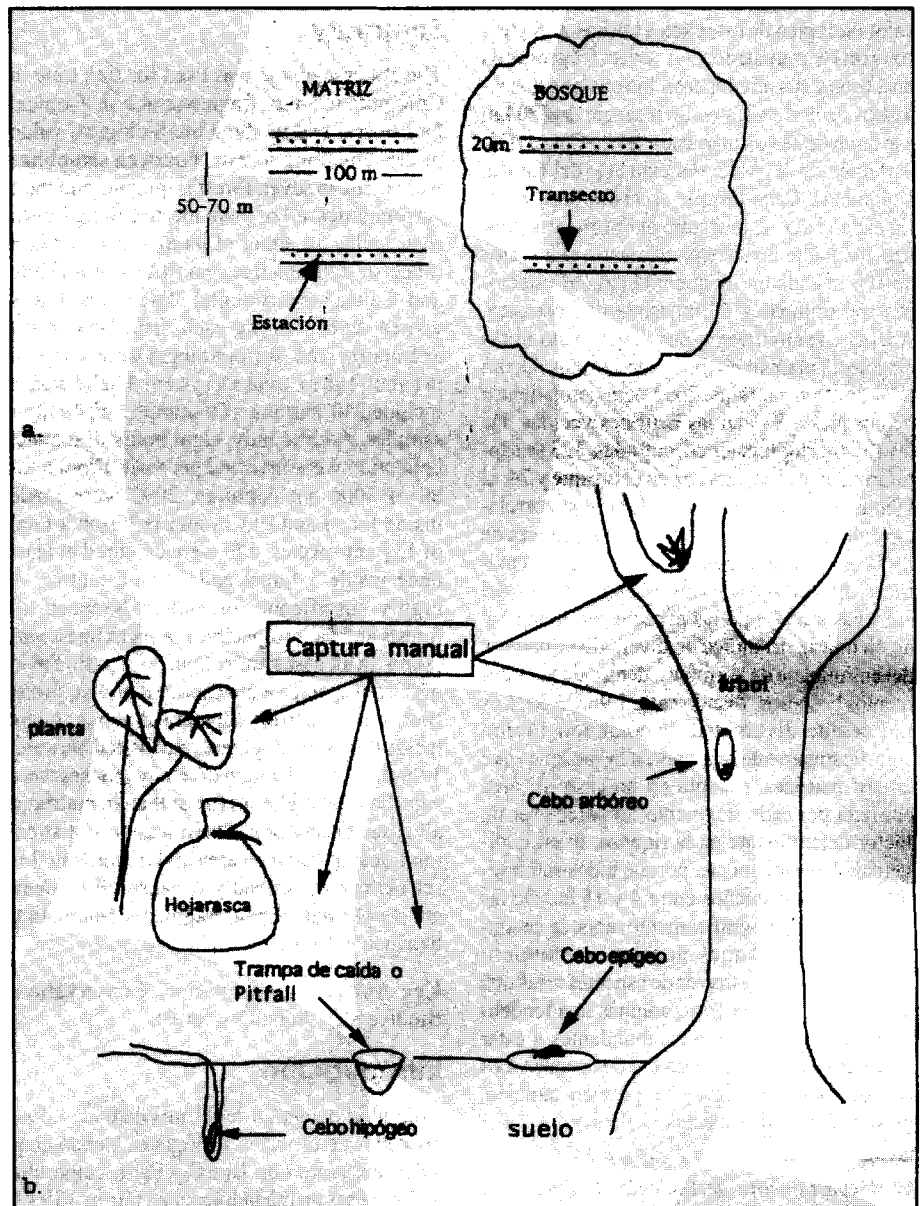


Figura 1. a. Esquema de un fragmento boscoso y su matriz vecina, mostrando el diseño de transectos empleado durante el estudio. b. Esquema de una estación de muestreo.

En cada transecto se marcaron 10 estaciones equidistantes (10 m) para muestrear hormigas con ayuda de cebos, trampas de caída, colecta de hojarasca y captura manual, como se detalla a continuación y se visualiza en la figura 1 b.

En cada estación se colocaron tres cebos: El primer cebo es de tipo corner modificado. El tubo se llenó con atún como atrayente y se enterró 10 cm bajo la superficie del suelo, por lo cual se llamó cebo hipógeo. El segundo cebo, consistente de un trozo de atún sobre una hoja de papel bond de 22 cm x 8 cm., se ubicó sobre el nivel del suelo y se le llamó cebo epigeo. El tercer cebo, comparable al segundo, se situó a 1,70 m de altura adherido al tronco de un árbol y se le llamó cebo arbóreo. Cada cebo se dejó actuar entre cuatro y cinco horas. Al terminar este tiempo, se procedió a recoger los cebos con las hormigas atraídas e inmediatamente se introdujeron en frascos con alcohol al 70% debidamente rotulados, los cuales, posteriormente, se refrigeraron hasta el momento de separar las hormigas en el laboratorio.

Además, en cada estación se instaló una trampa de caída (modificada de Jaffé *et al.* 1993) consistente de un vaso plástico, de 6 cm de diámetro por 6 cm de profundidad, semilleno con alcohol etílico y agua, enterrado a ras de suelo y disimulado con material vegetal. Esta se dejó durante 4 a 5 horas antes de ser recogida.

Adicionalmente, en cada estación, se colectaron cinco arrastres manuales de hojarasca, de 50 cm de longitud cada uno, que se depositaron en una bolsa plástica negra de 60 cm de ancho por 70 cm de largo. Al final de cada transecto, se pasó la hojarasca por un saco

cernidor tipo Winkler (Jaffé *et al.* 1993) devolviendo al bosque el exceso de hojarasca. El material vegetal cernido se llevó al laboratorio, en donde se separaron las hormigas capturadas con ayuda de un embudo de Berlesse y escrutinio visual. Se preservaron las muestras en alcohol al 70%.

Finalmente, en cada transecto, se hizo un muestreo manual durante dos horas, buscando, equitativamente, en todos los sustratos accesibles, como suelo, hojarasca, epífitas, vegetación de sotobosque, troncos en descomposición, ramitas huecas o secas y árboles en pie. Las hormigas capturadas forrajeando se introdujeron en frascos rotulados con el sitio específico en que se encontraron. Los nidos encontrados se dispusieron en frascos separados y rotulados, tratando, en lo posible, de capturar representantes de todas las castas.

Resultados y Discusión

Riqueza y ubicación habitacional de las especies

Un total de 3006 capturas de hormigas, 2093 dentro de bosques y 913 en las matrices se realizó. El sitio más rico fue El Hático, con 81 especies, le siguen El Medio, con 60, Las Pilas, con 60, El Vínculo, con 49, Las Chatas, con 43, Colinder, con 43 y San Julián con 38 especies.

El total de 137 especies encontradas en el estudio corresponde, aproximadamente a la

quinta parte del total de especies de Formicidae registradas, hasta la fecha, para el país (Fernández 1995), cifra muy considerable, dada la limitada extensión de los fragmentos estudiados.

La ubicación habitacional de las 137 especies encontradas en el estudio se exhibe en el esquema de la Figura 2: 123 se capturaron, al menos, una vez en bosque. De estas 123 especies, el 51% siempre fueron capturadas en bosque y nunca en la matriz, el 49% especies, al menos, una vez en ambos hábitats y el 11% especies se capturaron, sólo, en matriz.

En cada uno de los siete sitios, se observó la misma tendencia, al encontrarse un mayor número de especies en bosque que en matriz. El bosque tuvo entre 53% y 79% de especies exclusivas, mientras que las especies exclusivas de matriz fluctuaron entre el 9 y el 19%.

Al comparar la riqueza de los bosques contra la riqueza de las matrices (Fig. 3), se encontró que era, significativamente, mayor en el bosque que en la matriz (prueba de t pareada, $t=13,79$; g.l.13; $p<0,001$).

Igual resultado se encontró al comparar individualmente la riqueza por estación entre cada bosque con su matriz mediante prueba de t ó de Mann Whitney, siempre fue significativamente mayor en el bosque (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de la riqueza de especies de hormigas capturada en bosque y matriz, usando, sólo, trampas y cebos. $n=40$ en todos los casos.

SITIO	No. Promedio de spp./trampa	Varianza S^2	Prueba de F (p)	Valor de t ó Mann Whitney (U)
San Julián Bosque	1,48	0,62	0,5	$t = 3,796$; $p<0,001$
San Julián Matriz	0,83	0,56		
Colinder Bosque	2,5	1,64	0,5	$t = 2,871$; $p<0,005$
Colinder Matriz	1,68	1,66		
Hatico Bosque	3,4	1,94	0,5	$t = 3,216$; $p<0,002$
Hatico Matriz	2,43	1,74		
Vínculo bosque	2,43	1,38	0,5	$t = 2,089$; $p<0,04$
Vínculo Matriz	1,88	1,39		
Chatas Bosque	2,08	1,51	0,001	$U = 1061$; $p<0,001$
Chatas Matriz	1,38	0,34		
Medio Bosque	2,85	1,41	0,5	$t = 4,107$; $p<0,001$
Medio Matriz	1,73	1,59		
Pilas Bosque	2,8	1,75	0,05	$U = 1185$; $p<0,001$
Pilas Matriz	1,73	0,82		

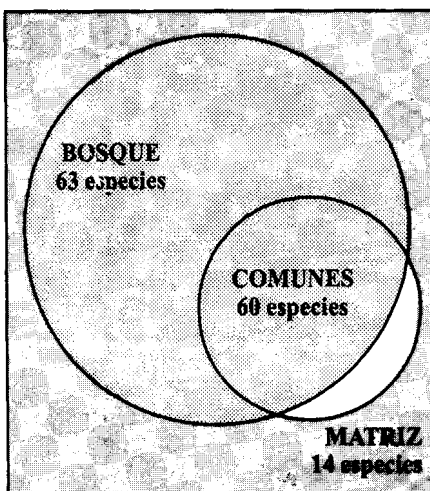


Figura 2. Ubicación habitacional de las 137 especies de hormigas encontradas en el estudio.

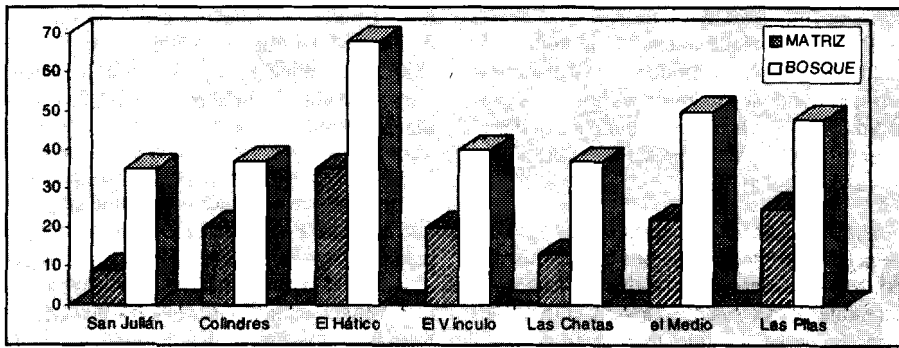


Figura 3. Discriminación de riqueza entre bosque y matriz (los bosques están dispuestos de norte (izquierda) a sur (derecha) del Valle del río Cauca.

Al comparar la riqueza entre los bosques, se observa que el bosque más rico (El Hático) tuvo 66 especies, casi duplicando al más pobre (San Julián), con 34 especies.

La proporción de las barras (Fig. 3), también, muestra que la riqueza de la matriz parece seguir a la del bosque o viceversa. Efectivamente, se encontró una regresión altamente significativa entre la riqueza del bosque y la de la matriz (Fig. 4), con coeficiente de determinación $R^2=0,705$ y $t= 5.35$; $g.l.=13$; $p<0,001$.

Índice de diversidad de Shannon

La tendencia observada en la riqueza se reflejó, para cada bosque y su matriz, en los índices de diversidad Shannon. (Tabla 2).

Cuando se disponen los índices de diversidad en una forma ordenada, de mayor a menor, se observa que el índice de diversidad del bosque más pobre (San Julián) se sitúa entre los índices de diversidad de las matrices de otros bosques ricos y el índice de diversidad de la matriz del bosque más rico (El Hático) se sitúa entre los índices de diversidad de otros bosques.

Debido a estos resultados, se propuso, entonces, que estas manchas boscosas tienen diver-

Tabla 2. Índices de diversidad Shannon (H') en cada bosque y su matriz.

Sitio	H'	
	Bosque	Matriz
San Julián	1,96	1,70
Colínder	2,57	2,29
El Hático	3,52	3,07
El Vínculo	2,59	1,92
Las Chatas	2,87	1,73
El Medio	3,29	2,49
Las Pilas	3,27	2,24

sidades altas (El Hático, El Medio y Las Pilas), diversidades medias (El Vínculo, Las Chatas, Colínder) y un bosque de baja diversidad, que fue San Julián.

Especies exclusivas en los bosques

Se encontró que a medida que un bosque se hace más rico, tiene mayor cantidad de especies exclusivas de ese bosque (Fig. 5), por lo cual es reservorio no, sólo, de mayor diversidad, sino, también, de especies raras.

Curva especies-área

Se encontró que no había relación entre la riqueza y el área de los bosques estudiados

($p>0,5$) (Fig. 6), hecho que se explica porque el área de estos fragmentos está dentro de la misma escala, fluctuando en el orden de 6 a 15 ha.

Especies compartidas

Al examinar las relaciones en cuanto a especies compartidas por los fragmentos boscosos, se encontró que los bosques más ricos, siempre, compartieron mayor número de especies con los demás bosques. Esto se refleja en la Tabla 3, en donde El Hático y El Medio, siempre, compartieron mayor número de especies con todos los demás bosques y entre sí.

El bosque más rico, El Hático, siempre compartió el mayor número de especies exclusivas de dos bosques con todos los demás fragmentos boscosos, hecho que muestra la necesidad de enfatizar en la protección de estos relictos especiales. A pesar de lo anterior, no todas las especies de bosques pobres están contenidas en los bosques ricos y cada remanente boscoso constituye, también, un aporte a la biodiversidad gama o regional en el valle geográfico.

Los resultados encontrados durante este estudio están mostrando que la mirmecofauna de los fragmentos boscosos no está siendo predominantemente influida por variables biogeográficas, como área del fragmento o

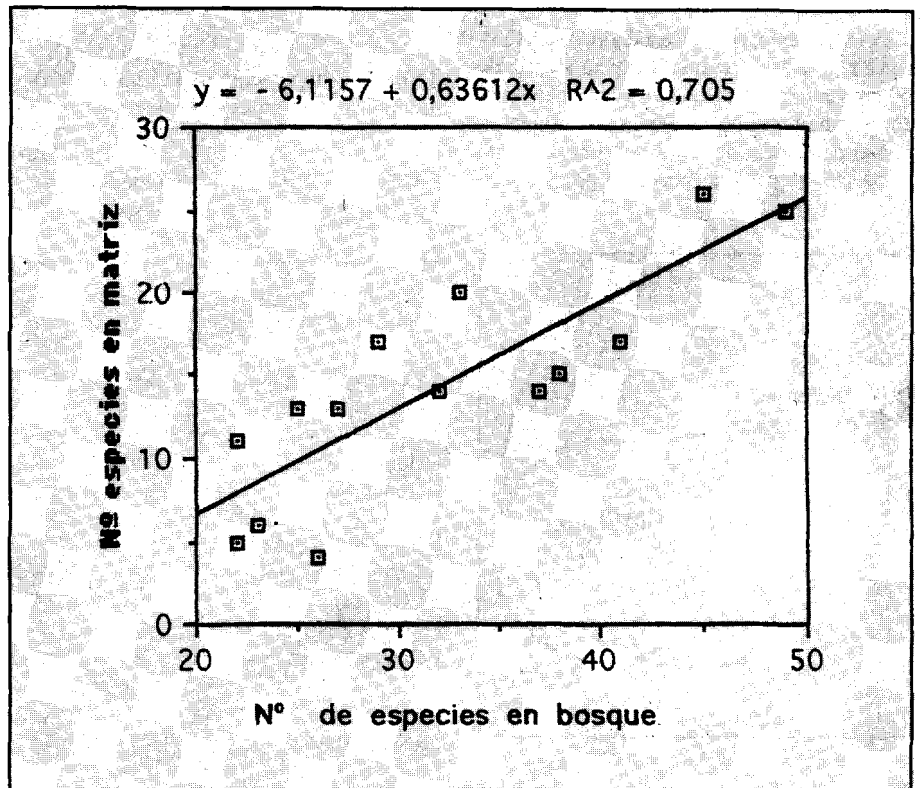


Figura 4. Regresión simple entre el número de especies en bosque y el número de especies encontradas en la matriz, en todos los sitios y muestreos ($p<0,001$).

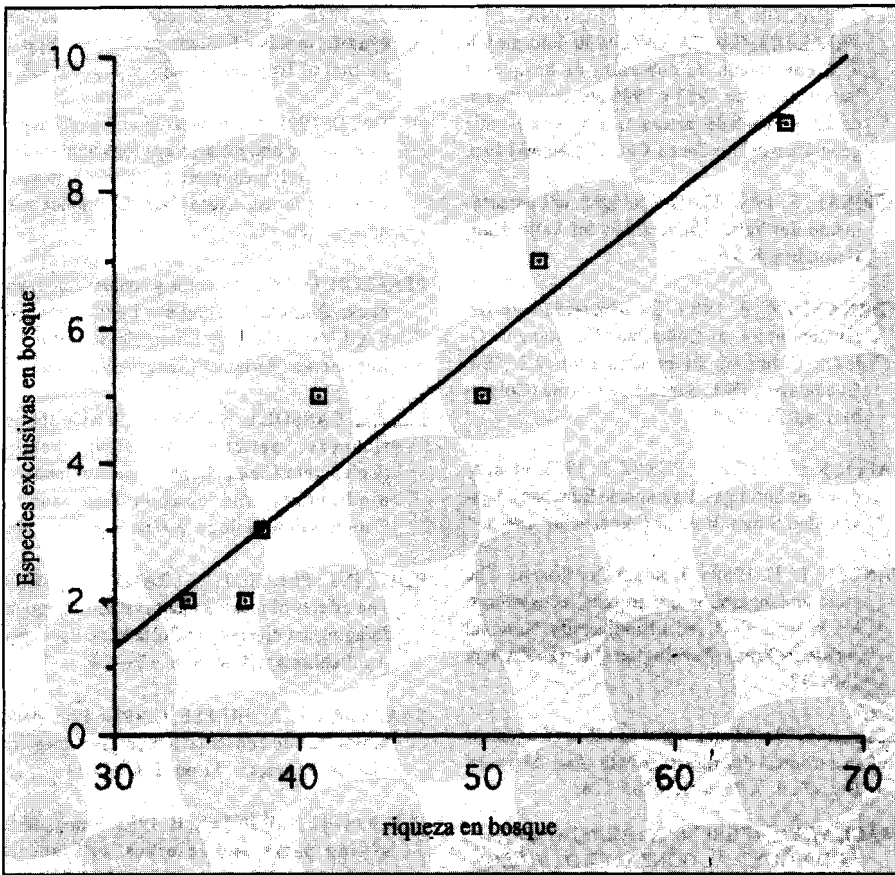


Figura 5. Regresión entre el número de especies exclusivas de los bosques y la riqueza ($y = 5,37 + 0,22x$; $R^2=0,92$).

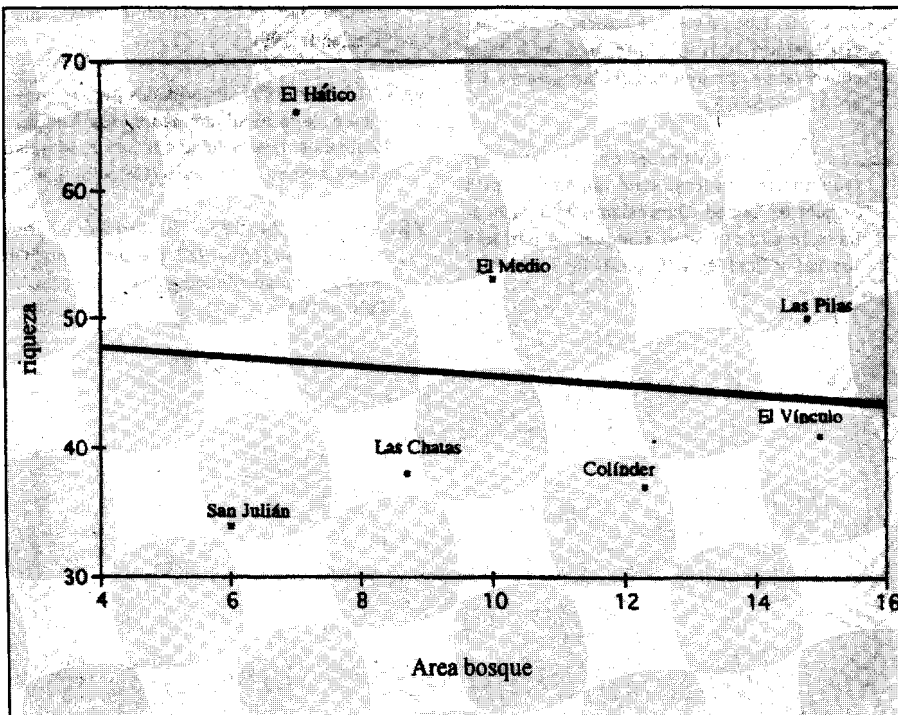


Figura 6. Riqueza de especies de hormigas en función del área de los bosques muestreados.

Tabla 3. Número de especies que comparten cada par posible de bosques. S.J.:San Julián, Co: Colínder, Ha: El Hático, Vi: El Vínculo, Cha: Las Chatas, Me: El Medio y Pi: Las Pilas.

	Co	Ha	Vi	Cha	Me	Pi
S.J.	18	23	20	21	23	20
Co.		26	15	18	22	19
Ha.			24	25	32	26
Vi.				15	26	25
Cha.					17	20
Me.						27

distancia entre los fragmentos y que, posiblemente, otras variables, como podrían ser grado de perturbación o historia del manejo de cada fragmento y de sus alrededores, que podrían ser de importancia para determinar el número y la identidad de las especies que se conservan en cada uno.

Conclusiones

- Todos los fragmentos boscosos estudiados en la zona plana del valle geográfico del río Cauca conservan mayor riqueza faunística en especies de hormigas que sus respectivas matrices antropogénicas vecinas, razón por la cual tienen importancia biológica suficiente como para propender por su conservación.
- 123 especies de hormigas en un área total de 74 ha de relictos boscosos fragmentados, aislados y relativamente perturbados es una cifra inusualmente alta, con respecto al número de hormigas descritas para el Neotrópico. Con esto, se demuestra la importancia faunística relativa de estos bosques.
- Dada la pequeña extensión de estos bosques, la riqueza en hormigas no es una función del área de cobertura y, tanto la riqueza, como la biodiversidad, parecen estar determinadas por otros factores, que podrían ser la historia y manejo de cada uno de los relictos.
- La conservación de uno solo o unos pocos de los fragmentos boscosos no es suficiente para la óptima preservación de la biodiversidad gamma o regional, pues todos los bosques aportan, con especies propias posiblemente por haber atrapado

muestras al azar de la fauna que se encontraba en el bosque continuo inicial.

La matriz antropogénica que domina el paisaje de la zona plana del valle geográfico del río Cauca, también, aporta a la biodiversidad global de Formicidae, pero, a diferencia de los fragmentos boscosos, no está en peligro inmediato de desaparecer.

Agradecimientos

El presente estudio fue financiado por el Programa de Becas para la Conservación, WCS/GEA/FES (Wildlife Conservation Society, GEA y Federación para la Educación Superior de Colombia), el Fondo José Celestino Mutis de la Financiera Eléctrica Nacional (FEN) y la Universidad del Valle. A estas entidades, los autores agradecen su valiosa colaboración.

Bibliografía

- ALVAREZ-LOPEZ, H.; KATTAN, G. 1995. Notes on the conservation status of resident diurnal raptors of the middle Cauca valley, Colombia. *Bird Conservation International* v. 5, p. 137-144.
- ANDERSEN, A. N.; MAJER, J. D. 1991. The structure and biogeography of rainforest ant communities in the Kimberley region of northwestern Australia. En: *Kimberley Rainforests*. ed by N.L. McKenzie, R. B. Johnston and P. G. Kendrick. Suerrey Beatty & Sons Pty Limited, Chipping Norton. p. 333-346.
- BROWN, K. Jr. 1989. The conservation of neotropical environments. Insects as indicators. En: *The conservation of Insects and their habitats*. Edited by N.M. Collins & J.A. Thomas. 15th Symposium of Royal Entomological Society of London. Academic Press. Harcourt Brace Jovanovich Pbs. p. 354-404.
- BURBIDGE, A. H.; LEICESTER, K.; McDAVITT, S.; MAJER, J. D. 1992. Ants as indicators of disturbance at Yanchep National Park, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*. v. 75, p. 89-95.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA. CVC. 1990. Informe 90-7. Comparación de cobertura de bosques y humedales entre 1957 y 1986 con delimitación de las comunidades naturales críticas en el valle geográfico del río Cauca. Cali. (Colombia) 49 p.
- ESPINAL, S. 1968. Visión ecológica del departamento del Valle. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 103 p.
- FERNANDEZ, F. 1995. La diversidad de los Hymenoptera en Colombia. En: Rangel, O. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica I*. Ed. Guadalupe LTDA. Santafé de Bogotá (Colombia). pp. 373-424.
- JAFFE, K.; LATTKE, J.; PEREZ, E. 1993. El mundo de las hormigas. Equinoccio Ediciones. Universidad Simón Bolívar (Venezuela). 196 p.
- JANZEN, D. H. 1988a. Tropical Dry Forests. The most endangered major tropical ecosystems. En: Wilson, E. O. (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press. Washington D.C. (U.S.A.). p. 130-137.
- . 1988b. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Ann. Missouri Bot. Gard.* v. 75 no.1, p.105-116.
- MACKAY, W.; REBELES, A.; ARREDONDO, H.; RODRIGUEZ, A.; GONZALEZ D.; VINSON, B. 1989. El efecto de la quema de bosque tropical sobre la mirmecofauna en el estado de Chiapas (Hymenoptera:Formicidae). II Simposio Nacional de Insectos Sociales. Sociedad Mexicana de Entomología. Oaxtepec, Morelos (México). p. 145-157.
- MAJER, J. D. 1983. Ants: bio-indicators of mine-site rehabilitation, land use and land conservation. *Environmental Management*. v. 7 no. 4, p. 375-383.
- . 1985. Recolonization by ants of rehabilitated mineral sand mines on North Stradbroke Island, Queensland, with particular reference to seed removal. *Australian Journal of Ecology* v.10, p. 31-48.
- . 1992. Ant recolonisation of rehabilitated bauxite mines of Pocos de Caldas, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* v. 8, p. 97-108.
- OLSON, D. 1991. A Comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera:Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica. *Biotropica* v 23 no.2, p. 166-172.
- PEARSON, D. 1993. Insectos y conservación: una nueva frontera. V Congreso Latinoamericano y XII Venezolano de Entomología, Julio 4-8. Resúmenes. Parlar (Venezuela), p. 245.
- ; CASSOLA, F. 1992. World wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera:Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*. v. 6 no.3, p. 376-390.
- ROTH, D.S.; PERFECTO, I.; RATHCKE, B. 1994. The effects of management systems on ground foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Applications* v. 4 no. 3, p. 423-436.
- SAAVEDRA, C. J.; FREESE, C. 1986. Prioridades biológicas de conservación en los Andes Tropicales. *Parques* v. 11 no. 2-3, p. 8-11.
- TERBORGH, J.; WINTER, B. 1983. A method for sitting parks and reserves with special reference to Colombia and Ecuador. *Biological Conservation* v. 27, p. 45-58.
- USHER, M.; JEFFERSON, R. 1989. Creating New Successional Habitats for Arthropods. En: *The Conservation of Insects and their Habitats*. 15th Symposium of the Royal Entom. Soc. of London. Sep. 14-15. Academic Press. London (England). 1991.
- VAN VELZEN. 1991. Prioridades para la conservación de la biodiversidad en los Andes colombianos. Universidad del Cauca, Museo de Historia Natural, Popayán (Colombia). 47 p.
- VELASCO, L. M. 1982. Historia del hábitat vallecaucano 1536-1982. Reseña histórica del campo y ciudad alrededor de Cali. 2a ed. CVC. Cali. p. 109.