

Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en fragmentos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca

Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in dry forest fragments of the Cauca river valley

ROCÍO GARCÍA C.¹, PATRICIA CHACÓN DE ULLOA²

Revista Colombiana de Entomología 31 (1): 43-50 (2005)

Resumen. Se estudió la composición de los coleópteros de la familia Staphylinidae en diez fragmentos de bosque seco localizados en los departamentos del Valle del Cauca y Risaralda. El muestreo se realizó mediante el sistema de transectos, marcando estaciones cada 20 m. Tres métodos de colecta se implementaron en cada estación: 1. Cernido de hojarasca con extracción de estafilínidos en saco Winkler, 2. Trampa de caída, 3. Búsqueda directa. Un total de 1.463 individuos, agrupados en ocho subfamilias y 78 morfoespecies, se colectaron en 694 estaciones de muestreo. Este número de morfoespecies corresponde al 10,7% de las especies registradas para Colombia. Las subfamilias Paederinae y Staphylininae se ubican como las dominantes en los bosques estudiados. A nivel regional, los estimadores Chao 2, Jackknife 2 y ICE, indicaron que entre el 90,7, 83,0 y el 87,7% respectivamente, de la riqueza de especies esperada se registró en el estudio. El fragmento de Alejandría presentó la riqueza más alta con 51 especies, seguido en orden descendente por los fragmentos de El Medio y El Hatico con 36 especies cada uno. Los índices de complementariedad mostraron valores altos y similares, indicando que la composición de especies entre los diferentes fragmentos es relativamente diferente.

Palabras clave: Riqueza. Fragmentación. Insectos. Coleópteros. Colombia.

Summary. The composition of beetles from the family Staphylinidae was studied in ten dry forest fragments located in the departments of Valle del Cauca and Risaralda. Sampling was carried out with a transect system with stations spaced every 20 m. Three collection methods were used at each station: (1) Leaf litter sifting and staphylinid extraction with Winkler sacs, (2) Pitfall traps and (3) Visual searching. A total of 1.463 individuals, grouped in eight subfamilies and 78 morphospecies, were collected in 694 sampling stations. This number of morphospecies corresponds to 10,7% of the species reported in Colombia. Subfamilies Paederinae and Staphylininae are the most dominant in the studied forests. At the regional level, the estimators Chao2, Jackknife 2 and ICE indicated that 90,7, 83,0 and 87,7% respectively of the expected species richness was reported in this study. The Alejandría forest fragment showed the highest diversity with 51 species, followed in descending order by El Medio and El Hatico fragments with 36 staphylinid species each. Complementarity indices showed high and similar values, indicating that species composition among the different fragments is relatively different.

Key words: Richness. Fragmentation. Insects. Beetles. Colombia.

Introducción

Para contribuir con el manejo de los recursos bióticos, es necesario alcanzar un alto nivel de conocimiento de la diversidad biológica. Actualmente, los sistemáticos han descrito entre 1'400.000 y 1'750.000 especies de organismos en el mundo entero y según "Systematics Agenda 2000", se calcula que faltan por describir entre 10 millones y más de 100 millones de especies (IAVH 1998). Las estimaciones de la fauna a nivel local o regional, basadas en los protocolos de muestreo de los ecólogos o inventarios de los taxónomos, han resultado ser una herramienta valiosa en la dispendiosa labor de evaluar la biodiversidad mundial. Sin embargo, la biodiversidad de Colombia no se conoce en un alto porcentaje y se destruye de manera acelerada (IAVH 1998). La falta de conocimiento dificulta una conservación eficiente y sostenible; de ahí que la necesidad de generar información para evaluar el impacto de la acti-

vidad humana en ecosistemas naturales sea uno de los aspectos prioritarios en términos de conservación.

Los artrópodos han sido usados como indicadores de cambios ambientales, debido a sus diversas características y requerimientos ecológicos (Wettstein y Schmid 1999). Entre ellos, los insectos constituyen una proporción sustancial de la biomasa y riqueza de especies terrestres y juegan un papel significativo en el funcionamiento de los ecosistemas; esto ha llevado al desarrollo de diversos estudios que incluyen el uso de especies, taxa superiores, ensamblajes y comunidades de, por ejemplo, libélulas, escarabajos, polillas, mariposas y hormigas en diferentes tipos de hábitat (MacGeoch y Chown 1998; MacGeoch *et al.* 2002).

El conocimiento actual que se tiene de los Coleópteros de la familia Staphylinidae, particularmente sobre sus preferencias de índole ecológico como tipos de hábitats,

distribución y hábitos alimenticios, ha generado el desarrollo de varios estudios con el fin de encontrar métodos que permitan esclarecer la importancia de esta familia como posible bioindicadora, no obstante las dificultades asociadas a la taxonomía del grupo. Se han probado varias metodologías para la aplicación de la familia Staphylinidae como potencial bioindicadora de paisajes naturales y seminaturales (Bohac 1999; Anderson y Ashe 2000).

En Colombia son relativamente pocos los estudios sobre estafilínidos; se conocen algunas especies registradas por Blackwelder (1944), y recientes trabajos locales y de índole ecológico desarrollados por Bernal y Ervik (1996), Arcila (1997), García *et al.* (2001) y Gutiérrez *et al.* (2003). El estudio preliminar de García *et al.* (2001) se centró en el bosque seco tropical, uno de los ecosistemas más amenazados del neotrópico (Janzen 1988), y reconocido entre los tres más degradados, fragmentados y menos conocidos de Colombia (IAVH

1 Bióloga, Estudiante de Maestría, Departamento de Biología, Universidad del Valle. A. A. 25360. Cali. E-mail: delly.garcia@cafedecolombia.com

2 Autor para correspondencia: Bióloga, Ph. D. Docente Universidad del Valle. A. A. 25360. Cali. E-mail: pachacon@uniweb.net.co

1998). La región del valle geográfico del río Cauca, en particular, no se ha escapado de este preocupante panorama, pues sus tierras son muy apetecibles por su alta fertilidad y productividad (Alzate 1994). Teniendo en cuenta dos puntos importantes, la destrucción del bosque seco en Colombia y el poco conocimiento de los coleópteros de la familia Staphylinidae en el país, se planteó el presente estudio, que contribuirá al conocimiento del ensamblaje de estafilínidos y al inventario de especies del grupo destacando la importancia faunística de los bosques secos en los departamentos del Valle del Cauca y Risaralda, mediante el análisis de la composición de especies, durante dos años de estudio.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El trabajo se realizó en la zona norte del valle geográfico del río Cauca al suroccidente colombiano entre los 4°51' N, 75°52' W y los 3°40' N, 76°17' W (Fig. 1), comprendiendo los departamentos del Valle y Risaralda, en diez fragmentos de bosque seco tropical (bs-T) no conectados entre sí: El Trapiche (0,64 ha), Córcega (0,79 ha), La Carmelita (1,83 ha), Miralindo II (5,85 ha), El Hatico (7 ha), Miralindo I (7,77 ha), Aguas Claras (9,18 ha), Las Pilas (12,2 ha), El Medio (12,7 ha) y Alejandría (13,44 ha). Los bosques se encuentran en altitudes entre los 970 a los 1.000 msnm, presentan temperatura media superior a los 24°C y precipitación promedio anual entre 1.000 - 2.000 mm (Espinal 1967). La vegetación arbórea en esta zona presenta un dosel alto de 25-30 m y las comunidades terrestres corresponden a fragmentos boscosos heterogéneos que en algunos casos contienen una especie dominante como mantecales (*Laetia americana*), guaduales (*Guadua angustifolia*), burilicales (*Xylopia*

ligustrifolia), caracolies (*Anacardium excelsum*), y en otros son bosques heterogéneos sin una dominancia específica, difíciles de diferenciar y nominados como bosque natural (CVC 1990).

Muestreo de estafilínidos

Se estableció un sistema de transectos lineales en los que se demarcaron estaciones de muestreo cada 20 m. La longitud de los transectos y el número de estaciones varió dependiendo del área total de cada bosque. En cada estación de muestreo se implementaron tres tipos de colecta siguiendo la metodología de García *et al.* (2001): 1. Escrutinio de cinco litros de hojarasca previamente cernidos en saco miniwinkler; 2. Una trampa de caída (50 ml) con agua jabón expuesta durante 12 h entre diurnas y nocturnas; y 3. Búsqueda directa de estafilínidos, durante 15 min, en vegetación de sotobosque, troncos descompuestos, nidos de hormigas y excremento de animales silvestres. Los estafilínidos capturados se conservaron en alcohol al 70%. En el laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle, se separaron por morfoespecies y se determinaron a nivel de subfamilia y género utilizando las claves de Arnett (1963), Dowmie y Arnett (1996), Newton *et al.* (2001) y Navarrete *et al.* (2002). Algunos especímenes se determinaron a nivel de especie con la colaboración de A. Newton.

Análisis de datos

Para evaluar la diversidad local (diversidad alfa) en cada fragmento de bosque y la diversidad total o regional (diversidad gamma) en el conjunto de los diez fragmentos, se determinó la abundancia de estafilínidos con base en el número de individuos para cada especie y la riqueza como el número de especies en cada sitio de muestreo. Se cal-

cularon los índices de diversidad de Shannon (H') y el índice de equitabilidad de Pielou (J); y mediante el análisis de curvas de acumulación de especies, se evaluó la eficiencia de los muestreos usando el programa EstimateS 5.1 (Colwell 1997). Para eliminar el efecto de las diferentes técnicas de colecta utilizadas en el estudio así como el orden en el cual se adicionaron las muestras, éstas se aleatorizaron 100 veces. Se emplearon estimadores no paramétricos basados en la incidencia (presencia-ausencia) como Chao 2, Jackknife de segundo orden (Jack 2) y el estimador de incidencia basado en la cobertura (ICE), recomendados para el análisis de grupos hiperdiversos y con distribuciones agrupadas (Longino 1994). Se evaluó la complementariedad de especies entre los fragmentos (diversidad beta) con el índice de complementariedad (IC) propuesto por Colwell y Coddington (1994), como una medida del recambio de especies entre los fragmentos de bosque o entre los métodos de colecta.

Mediante el coeficiente de correlación de Spearman (r_s), se relacionó la riqueza de especies con el área de cada fragmento. Se utilizó el programa Statistica 6.0.

Resultados

Composición general de estafilínidos

En las 694 estaciones de muestreo se colectaron 1.470 individuos, agrupados en ocho subfamilias y 78 morfoespecies (Tabla 1). Las morfoespecies encontradas se determinaron a nivel de subfamilia en un 100%, a nivel de género en un 82% y tan sólo el 18% a nivel de especie. La cifra anterior es una consecuencia de la falta de estudios de este grupo en el país, sumado a la taxonomía difícil que caracteriza a la familia Staphylinidae.

Las subfamilias Staphylininae y Paederinae presentaron una amplia dominancia (20 especies), reducidas a casi la mitad en las subfamilias Aleocharinae (12 especies) y Osoriinae (9 especies), seguidas por Tachyporinae y Oxytelinae (6 especies); y con una pequeña representación se observaron Steninae (3 especies) y Piestinae (2 especies).

Entre las especies más abundantes, a nivel regional, se registraron *Coproporus* sp.1 con 260 individuos colectados, *Aneocampytus excisicollis* con 176 individuos, *Anotylus* sp.1 con 129 individuos, Aleocharinae sp. 7 con 78 individuos, *Coproporus* sp. 2 con 61 individuos y *Xenopigus analis* con 54 individuos. Igualmente, los bosques que aportaron un número mayor de individuos a la fauna total de estafilínidos de la región estudiada fueron Alejandría (456), El Medio (385), El Hatico (201) y Aguas Claras (154).

Riqueza de especies

Se encontró una correlación significativa entre la riqueza de especies de estafilínidos y el área de los fragmentos de bosque ($r_s = 0,847$, g.l. = 10, $P < 0,005$) (Fig.

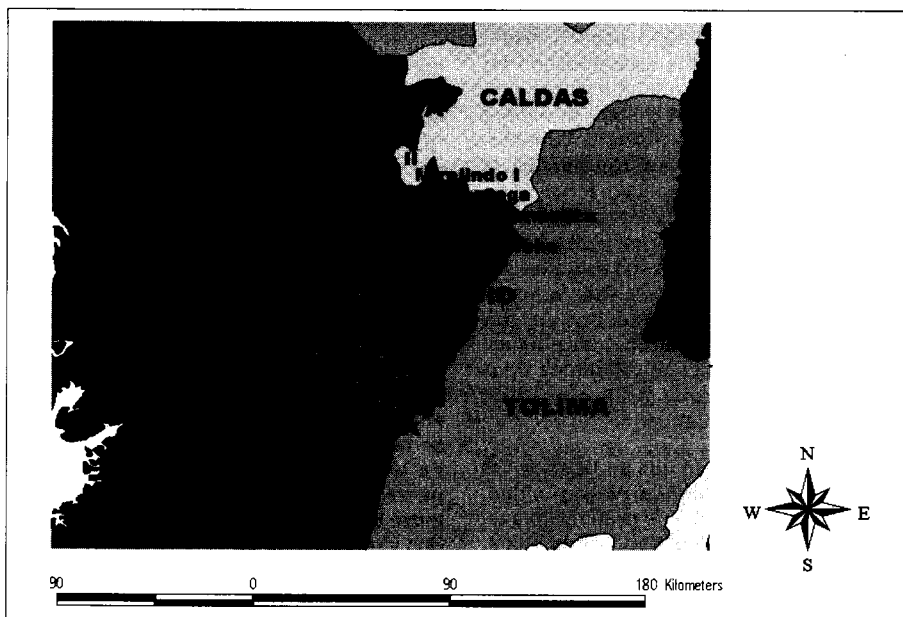


Figura 1. Ubicación de los fragmentos de bosque seco estudiados en los departamentos del Valle del Cauca y Risaralda.

Tabla 1. Especies de la familia Staphylinidae coleccionadas en diez bosques secos del suroccidente colombiano. Tra: El Trapiche; Car: La Carmelita; Cor: Córcega; MirI: Miralindo I; MirII: Miralindo II; AgCl: Aguas Claras; Hat: El Hatico; PII: Las Pilas; Med: El Medio; Alej: Alejandria

Taxón	Tra	Car	Cor	MirI	MirII	AgCl	Hat	PII	Med	Alej	Total
Aleocharinae											
<i>Tetradonia</i> sp.		4					1		2	1	8
Aleocharinae sp. 1									45	4	49
Aleocharinae sp. 2							19		16	7	42
Aleocharinae sp. 3									5	7	12
Aleocharinae sp. 4		3									3
Aleocharinae sp. 5						1	6			3	10
Aleocharinae sp. 6										3	3
Aleocharinae sp. 7				32	21	19			4	2	78
Aleocharinae sp. 8		4						1			5
Aleocharinae sp. 9							8	1			9
Aleocharinae sp. 10							29		2	5	36
Aleocharinae sp. 11									1	11	12
Osorinae											
<i>Aneocamptus excisicollis</i>			1	38	15	44	10	9	15	44	176
<i>Holotrochus</i> sp. 1			6			8	9		1	15	39
<i>Holotrochus</i> sp. 2		1	2	5				11		6	25
<i>Holotrochus</i> sp. 3								8		11	19
<i>Lispinus catena</i> Sharp, 1876		2									2
<i>Osorius colombinus</i> Bernhauer, 1920				1							1
<i>Nacaeus</i> sp. 1						1	2				3
<i>Leptochirus</i> sp. 1							1			5	6
<i>Leptochirus</i> sp. 2										8	8
Oxytelinae											
<i>Anotylus</i> sp. 1	5					10	7		45	62	129
<i>Anotylus</i> sp. 2							1		6		7
<i>Anotylus</i> sp. 3		2					3				5
<i>Anotylus</i> sp. 4									1		1
<i>Apocellus</i> sp. 1	1						2		10		13
<i>Bledius</i> sp. 1										4	4
Paederinae											
<i>Palaminus</i> sp. 1									6		6
<i>Lithocharis</i> sp. 1	1					6			1		8
<i>Xenaster</i> sp. 1		2	4			1	4		3	7	21
<i>Scioporus</i> sp. 1							1		3		4
<i>Stammoderus</i> sp. 1							3		16		19
<i>Stammoderus</i> sp. 2									4		4
<i>Ronetus</i> sp. 1								1			1
<i>Thinocharis</i> sp. 1	1					2	18			28	49
Grupo <i>Medon</i> sp. 1	1					1	4				6
Grupo <i>Medon</i> sp. 2									5	2	7
<i>Rugilus</i> sp. 1	1						13		4	8	26
<i>Pinophilus</i> sp. 1							1				1
<i>Pinophilus</i> sp. 2										1	1
<i>Sunioleus</i> sp. 1				4					8	4	16
<i>Stilphacis</i> sp. 1			6	1	1	1	1		2	1	13
<i>Neolindus pumicosus</i> Herman, 1991										8	8
<i>Palaminus</i> sp. 2					1			2			3
<i>Sciiocharis</i> sp. 1					3				1	1	5
<i>Ochtheophilum</i> sp. 1						1	4			1	6
<i>Paederus</i> sp. 1							1			10	11
Piestinae											
<i>Piestus</i> sp. 1										1	1
<i>Piestus</i> sp. 2						1			2		3
Staphylininae											
<i>Xenopigus analis</i> Erichson, 1840				4	4	6	5	5	20	10	54
<i>Paederomimus</i> sp. 1			1							5	6
<i>Paederomimus</i> sp. 2	5	2					3			4	14
<i>Paederomimus</i> sp. 3										2	2
<i>Platydracus femoratus</i> Fabricius, 1801								7	1	10	18
<i>Platydracus calliginosus</i> Erichson, 1839						1	1		10	3	15
<i>Neohyppus</i> sp. 1	1						1			2	4
<i>Platydracus</i> sp. 3								1	2	1	4
<i>Philothalpus</i> sp. 1	3						1		7	12	23
<i>Eugastus</i> sp. 1						2					2
<i>Neobisnius viglii</i> Frank, 1982						1					1

Tabla 1. Continuación

<i>Styngetus nigriventris</i> Bernhauer, 1925					1						1
<i>Neohyprus</i> sp. 2						2					2
<i>Amblyopinus colombiae</i> Seevers, 1955										4	4
<i>Platydacus emeritus</i> Herman, 2001							1			6	7
<i>Philonthus</i> sp. 1							4		2	9	15
<i>Belonochus excelsus</i> Bernhauer, 1917									1	9	10
<i>Belonochus planiceps</i> Erichson, 1840										2	2
Staphylininae sp. 1									2		2
Staphylininae sp. 2							1				1
Steninae											
<i>Stenus</i> sp. 1							2	6			8
<i>Stenus</i> sp. 2								1			1
<i>Stenus alacer</i> Casey, 1884										3	3
Tachyporinae											
<i>Coproporus</i> sp. 1					4	21	32	12	119	72	260
<i>Coproporus</i> sp. 2	5			4	2	24	1		9	16	61
<i>Coproporus</i> sp. 3				2					4	6	12
<i>Bolitobius</i> sp. 1		2									2
<i>Tachinomorphus</i> sp. 1							1			9	10
<i>Tachinomorphus</i> sp. 2										1	1
Total	24	22	20	87	56	154	201	65	385	456	1.470

2). En la tabla 2 se indica el número de especies observadas y los valores de los estimadores (Chao 2, ICE y Jack 2) para cada uno de los fragmentos y para el total de los fragmentos. A nivel local, el fragmento de Alejandría que tiene la mayor extensión (13,44 ha), presentó la riqueza más alta con 51 especies observadas y 67,2 especies estimadas (Chao 2). Le siguen los fragmentos de El Medio (12,7 ha) y El Hatíco (7 ha), con 36 especies (Chao 2 = 41,1 y 38 especies, respectivamente). Este último fragmento sorprendió por presentar un número de especies superior al de otros bosques con áreas mayores. En contraste, en el fragmento de Las Pilas (12,2 ha), con un área casi similar al de El Medio, se observó una riqueza baja de especies (13). El número de especies más reducido se encontró en los bosques con áreas menores, pero sobresalió el bosque ubicado en la hacienda El Trapiche (de sólo 0,64 ha), por presentar un número de especies igual al de bosques de tamaño medio como Miralindo II y un número alto de especies raras (ocho). A nivel regional, la riqueza observada fue de 78 especies y la riqueza esperada, mediante el estimador Chao 2, predice que aproximadamente ocho especies adicionales deberían haber sido encontradas en el estudio (Chao 2 = 86). Otros estimadores, como ICE y Jack 2, presentan un comportamiento similar donde se predice que respectivamente 10 y 16 especies adicionales deberían haber sido encontradas (ICE = 88,9; Jack 2 = 94).

Las curvas de acumulación de especies y el comportamiento de los estimadores de riqueza, para los diez fragmentos muestreados, se observan en la figura 3. A nivel local, el estimador Chao 2 arrojó un porcentaje de eficiencia que varió entre un mínimo de 62%, acompañado de un número alto de especies representadas por un sólo indivi-

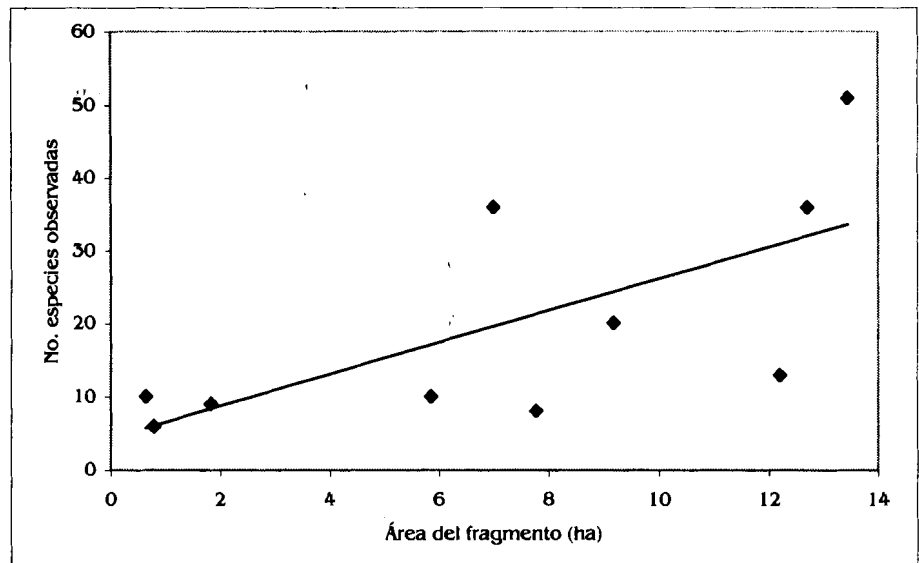


Figura 2. Relación entre la riqueza de especies de Staphylinidae y el área de los fragmentos de bosque seco.

duo, para el bosque de Las Pilas (Fig. 3H); y un máximo de 95% para el bosque de El Hatíco (Fig. 3Q). A nivel regional, con el mismo estimador Chao2, el 91% de la riqueza esperada fue registrada en el muestreo y aproximadamente el 37,2% de las especies pueden ser catalogadas como especies "raras" o poco abundantes (15 únicos y 14 duplicados) (Fig. 3K).

El índice de diversidad de Shannon presentó los valores más altos en los fragmentos de Alejandría ($H' = 3,34$), El Hatíco ($H' = 3,27$) y El Medio ($H' = 2,89$). Los datos anteriores concuerdan con los obtenidos por los estimadores Chao2, ICE y Jack2, los cuales ubican estos mismos bosques como los de mayor riqueza, en orden de mayor a menor se presentan Alejandría, El Medio y El Hatíco (Tabla 2).

Complementariedad entre los fragmentos

Los valores del índice de complementariedad o el grado con el cual cada fragmento de bosque aporta a la diversidad total o regional se observan en la tabla 3. En general los valores del IC al comparar entre pares de bosques presentan valores en su mayoría cercanos a uno (1); es decir que la composición de especies entre los bosques estudiados es relativamente diferente. Los valores más altos del IC se observan al comparar los bosques El Trapiche con Las Pilas (IC = 0,96), Miralindo II y La Carmelita (IC = 0,95) y los bosques El Trapiche y Córcega (IC = 0,93). Los valores más bajos se registraron al comparar Miralindo I y Miralindo II (IC = 0,57), El Hatíco y El Medio (IC = 0,57) y El Hatíco con Alejandría (IC = 0,58).

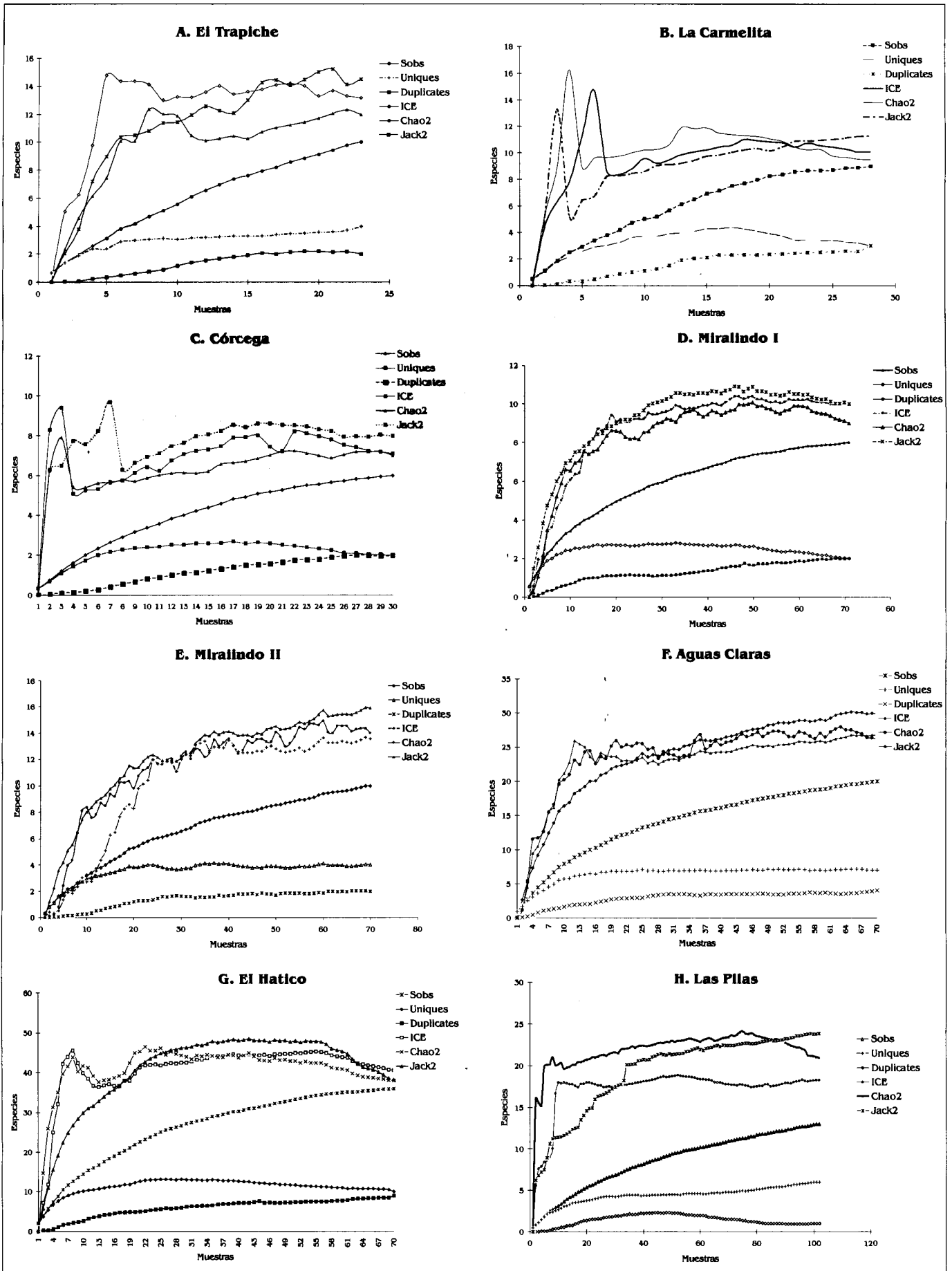


Figura 3. Curvas de acumulación de especies observadas y de los estimadores no paramétricos de riqueza para los fragmentos de bosque seco.

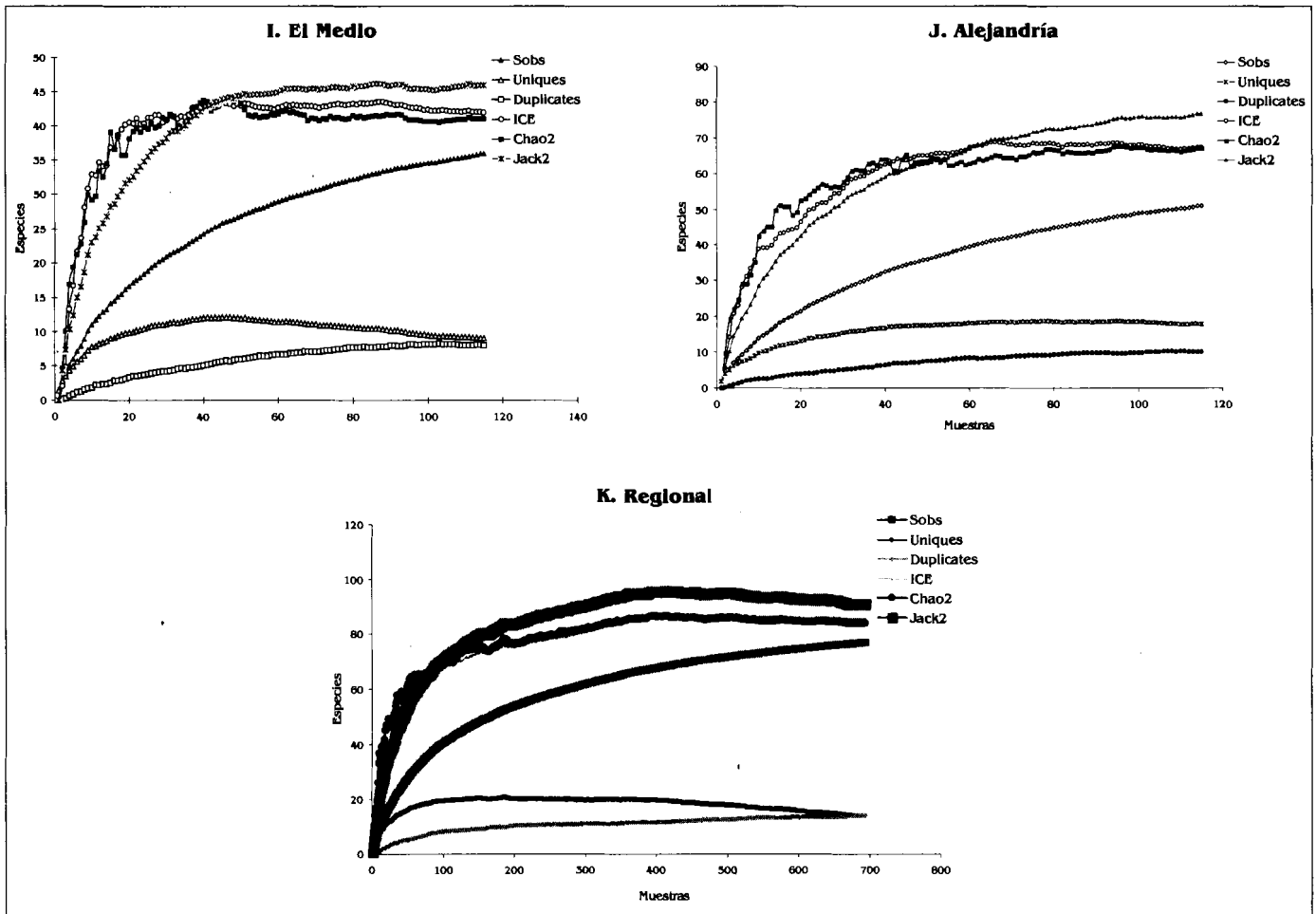


Figura 3. Continuación

Tabla 2. Valores observados y estimados de riqueza y diversidad de especies de estafilínidos en los bosques muestreados

Bosque	N° estaciones de muestreo	Individuos (N°)	Especies observadas (N°)	N°. de especies		Especies estimadas (N°)			H'	J
				únicas	duplicadas	ICE (%)	Chao 2 (%)	Jack 2 (%)		
Trapiche	23	24	10	4	2	12 (83)	13,2 (76)	14,5 (69)	2,19	0,95
Carmelita	30	22	9	2	3	10,1 (89)	9,5 (95)	9,2 (98)	2,13	0,98
Córcega	30	20	6	2	2	7,1 (85)	7 (86)	8 (75)	1,67	0,97
Miralindo I	71	87	8	2	2	9,9 (80)	9 (89)	10 (80)	1,75	0,84
Miralindo II	70	56	10	4	2	13,6 (74)	14 (71)	15,9 (63)	2,07	0,90
Aguas Claras	70	154	20	7	4	26,8 (74)	26,1 (77)	29,9 (67)	2,64	0,85
Hatico	70	201	36	10	8	40,6 (89)	38 (95)	38,2 (94)	3,27	0,91
Las Pilas	102	65	13	6	1	18,3 (71)	21 (62)	23,9 (57)	2,33	0,90
El Medio	115	385	36	9	8	42 (86)	41,1 (88)	46 (78)	2,89	0,81
Alejandría	115	456	51	18	10	67,5 (75)	67,2 (76)	76,7 (66)	3,34	0,84
Regional	696	1.470	78	15	14	88,9 (88)	86,0 (91)	94 (83)	3,6	0,83

Los índices de complementariedad (diversidad beta) mostraron valores medios-altos, es decir que el número de especies compartidas entre pares de bosques es relativamente bajo, presentándose un mayor número de especies compartidas entre los fragmentos Miralindo I y Miralindo II que casualmente son los bosques más adyacentes; al igual que entre los bosques El Medio y El Hatco, dos de los tres fragmentos ubicados en el departamento del Valle del Cauca, los cuales comparten además un tipo similar de matriz circundante (caña de azúcar). Lo anterior destaca la importancia de desarrollar estudios con estafilínidos incluyendo distribuciones de especies en áreas agrícolas circundantes, o en otras áreas antrópicas que conforman el paisaje fragmentado.

Conclusiones

- En los fragmentos de bosque seco localizados en los departamentos del Valle del Cauca y Risaralda, se registró aproximadamente el 10,7% de las especies de estafilínidos conocidas para Colombia.
- En el ecosistema de bosque seco tropical se encontró una mejor estimación de la riqueza de especies de coleópteros estafilínidos a escala regional (conjunto de diez fragmentos de bosque) que a escala local (cada fragmento).
- A pesar de las dificultades en la determinación de estafilínidos, se halló una correlación significativa entre la extensión de los fragmentos de bosque y la riqueza observada; se tuvo una proporción considerable de especies raras y un número bajo de especies compartidas entre los fragmentos, indicando la vulnerabilidad en las poblaciones de estafilínidos en los bosques estudiados.
- Los resultados obtenidos en este estudio aportan una valiosa información taxonómica y ecológica sobre la familia Staphylinidae en un ecosistema fragmentado, como base para posteriores trabajos de planeamiento y manejo de la biodiversidad.
- Se recomienda continuar desarrollando estudios sobre los estafilínidos de Colombia, orientados a resolver problemas en la taxonomía y a perfeccionar métodos de muestreo para su posterior uso como grupo bioindicador.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al taxónomo A. F. Newton Jr. (Field Museum of Natural History, Chicago); a J. L. Navarrete-Heredia por la donación de material bibliográfico; a I. Armbrrecht por su apoyo en la primera fase del trabajo, a los propietarios y administradores de los bosques por permitir el trabajo en sus predios, C. Avila, M. Botero, G. Franco, H. Hincapié, G. Jaramillo, P. Salazar, H. Sanint y P. Silverstone-Sopkin. A las entidades cofinanciadoras del estudio: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, COLCIENCIAS (pro-

yecto PNCMAH 1106-13-197-96) y Programa de becas FES-IAVH.

Literatura citada

- ALZATE, H. 1994. Patrimonio y deterioro ambiental. Informe del estado de los recursos naturales y medio ambiente en el Valle del Cauca. Contraloría del Valle. División de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Cali. Colombia. 136 p.
- ANDERSON, R. S.; ASHE, J. E. 2000. Leaf litter inhabiting beetles as surrogates for establishing priorities for conservation of selected tropical montane cloud forests in Honduras, Central America (Coleoptera: Staphylinidae, Curculionidae). *Biodiversity and Conservation* 9: 617-653.
- ARCILA, A. M. 1997. Comunidades de insectos del orden Coleoptera en un gradiente sucesional de Selva lluviosa Tropical en la cuenca del río Tatabro (Valle del Cauca-Colombia) Trabajo de grado en Biología. Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- ARMBRECHT, I.; CHACÓN DE ULLOA, P. 1997. Composición y diversidad de hormigas en bosques secos relictuales y sus alrededores, en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 23 (1-2): 45-50.
- ARMBRECHT, I.; ULLOA-CHACÓN, P. 1999. Raridad y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombiano y sus matrices. *Biotropica* 31 (4): 646-653.
- ARNETT, Jr. R. H. 1963. The beetles of the United States (a manual for identification). Washington, D.C. Catholic University of America Press. 1.112 p.
- ÅS, S. 1999. Invasion of matrix species in small habitat patches. *Conservation Ecology* 3 (1): 1-13.
- BERNAL, R.; ERVIK, F. 1996. Floral biology and pollinization of the Dioecious palm (*Phytelephas seemannii*) in Colombia: An adaptation to staphylinid Beetles. *Biotropica* 28 (4b): 682-696.
- BLACKWELDER, R. E. 1944. Checklist of the Coleopterous insects of Mexico, Central America, the west Indies and South America. Partel. Bulletin of the United States National Museum. No.185, pl-XI+1-88.
- BOHAC, J. 1999. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 357-372.
- CAMPBELL, J. M. 1975. A revision of the genera *Coproporus* and *Cilea* (Coleoptera: Staphylinidae) of America North of Mexico. *Can. Ent.* 107: 175-216.
- COLWELL, R. K. 1997. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, A. 1994. Estimating the extent of terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. London (Ser. B)*. 345: 101-118.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC). 1990. Informe 90-7: Comparación de cobertura de bosques y humedades entre 1957 y 1986 con delimitación de las comunidades naturales críticas en el Valle Geográfico del río Cauca. Cali 49 p.
- DOWNIE, N. M.; ARNETT, Jr. R. H. 1996. The beetles of Northeastern North America. Vol. 1. Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida. 880 p.
- ESPINAL, L. S. 1967. Apuntes sobre Ecología Colombiana. Universidad del Valle, Departamento de Biología. Cali, Colombia. 32 p.
- GARCÍA, R.; ARMBRECHT, I.; ULLOA-CHACÓN, P. 2001. Staphylinidae (Coleoptera): Composición y mirmecofilia en bosques secos relictuales de Colombia. *Folia Entomológica Mexicana* 40 (1): 1-10.
- GUTIÉRREZ, C.; CHACÓN, P.; GARCÍA, R. 2003. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) asociados a hojarasca en tres localidades de la Cordillera Oriental, Colombia. Resúmenes, XXX Congreso, Sociedad Colombiana de Entomología. 110 p. Cali.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. 1998. Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997- Colombia. Chávez, M. E.; Arango, N. (eds.). Santafé de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. 3 Vol.
- JANZEN, D. 1988. Tropical Dry Forest. The most endangered major tropical ecosystems. En: *Biodiversity*. E.O. Wilson (ed.). National Academy Press. Washington D.C. p. 130-137.
- KOTZE, D. J.; SAMWAYS, M. J. 1999. Support for the multi-taxa approach in biodiversity assessment, as shown by epigeic invertebrates in an Afrotropical forest archipelago. *Journal of Insect Conservation* 3: 125-143.
- LONGINO, J. 1994. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. *Biology International* 28: 3-13.
- MCGEOCH, M. A.; CHOWN, S. L. 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Tree* 3 (2): 46-47.
- MCGEOCH, M. A.; VAN RENSBURG, B. J.; BOTES, A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 39: 661 - 672.
- MORRÓN, J. J.; KATINAS, L.; CRISCI, J. V. 1996. On temperate areas, basal clades and biodiversity conservation. *Oxyx* 30 (3): 187-194.
- NAVARRETE-HEREDIA, J. L.; NEWTON, A. F.; THAYER, M. K.; ASHE, J. S.; CHANDLER, D. S. 2002. Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Illustrated guide to the genera of Staphylinidae (Coleoptera) of Mexico. Universidad de Guadalajara y CONABIO, México. 401 p.
- NEWTON, A. F.; THAYER, M. K.; ASHE, J. S.; CHANDLER, D. S. 2001. Staphylinidae, p. 274-418. En: R. H. Arnett y M. C. Thomas (eds.) *American Beetles*. CRC Press. USA.
- WETTSTEIN, W.; SCHMID, B. 1999. Conservation of arthropod diversity in montane Wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology* 36: 363-373.