

COLEOPTERA (VIII)

COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE)
EN LA RESERVA NATURAL LAS DELICIAS (RND), SIERRA NEVADA
DE SANTA MARTA (SNSM), COLOMBIA*

Neis José Martínez-H.¹, Lidis María Cañas-M.², Jorge Luis Rangel-A.², Orlando Blanco-R.², Jesús David Mendoza-P.² y Sandra Cohen-B.²

Resumen

Se determinó la riqueza y abundancia de los escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) en la Reserva Natural Las Delicias (RND), SNSM, Colombia. Se seleccionaron dos localidades de muestreo con diferentes grados de intervención. La primera está ubicada a una altitud entre 400 y 550 msnm y la segunda a 200 m. Se realizaron cuatro muestreos desde abril hasta julio de 2008. En cada lugar, se instaló un transecto con 10 trampas de caída separadas por 40 m, cebadas con excremento humano durante 24 horas. Se capturaron 4929 individuos distribuidos en cinco tribus y 18 especies, predominando *Dichotomius belus* con 1284 individuos (26% del total). La mayor riqueza (16), diversidad ($N1 = 7,683$ y $N2 = 6,515$) y equitabilidad de Pielou ($J' = 0,8206$) se presentó durante junio y la mayor abundancia (1036) en la localidad 2 en julio. La prueba de ANOSIM demostró diferencias significativas entre las épocas de muestreo ($R = 1$; $P = 0,036$). El número de especies observadas corresponden entre el 98% y 100% de las especies esperadas por los estimadores ICE y Chao 2. Los resultados de este estudio muestran que la precipitación y la disponibilidad de recursos son factores importantes para explicar los cambios en la riqueza y abundancia de la fauna de Scarabaeinae en el Bs-T en la RND.

Palabras clave: abundancia, bosque seco tropical, *Dichotomius belus*, riqueza, trampas de caída.

COLEOPTERA (VIII)

COPROPHAGOUS COLEOPTERA (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE)
IN LAS DELICIAS NATURAL RESERVE (DNR), SIERRA NEVADA DE
SANTA MARTA, (SNSM) COLOMBIA**Abstract**

The richness and abundance of coprophagous beetles (Scarabaeinae) in Las Delicias Natural Reserve (DNR), SNSM, Colombia was determined in this study. Two sampling locations with different intervention degrees were selected. This first is located at latitude between 400 and 500 m.a.s.l. and the second at 200 m. Four samplings were carried out between April

* FR: 9-VIII-2010. FA: 7-IX-2010

¹ Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela Universitaria, km 7 vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia. E-mail: neyjosemartinez@gmail.com

² Semillero Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano. Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela Universitaria, km 7 vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia. E-mail: lidiscamer@gmail.com

and July, 2008. A transect with ten 40m separate pitfall traps baited with human excrement was installed in each location during 24 hours. 4,929 individuals were captured distributed in five tribes and 18 species, being *Dichotomius belus* the predominant one with 1,284 individuals (26% out of the total.) The greatest richness (16), diversity ($N1 = 7,683$ y $N2 = 6,515$) and Pielou equitability ($J' = 0.8206$) were present in June, and the greatest abundance (1,036) in the second location in July. The ANOSIM test showed significant differences between the sampling periods ($R = 1$; $P = 0.036$.) The number of species observed correspond between 98% and 100% to the species expected by the ICE and Chao 2. The results of this study show that rainfall and the availability of resources are important factors to explain the changes in the richness and abundance of the Scarabaeinae fauna in the Bs-T in the DNR.

Key words: abundance, dry forest, *Dichotomius belus*, richness, pitfall traps.

INTRODUCCIÓN

En el Caribe colombiano, el bosque seco tropical (Bs-T) ha quedado reducido a pequeños remanentes de vegetación primaria y secundaria. Estas mismas condiciones se presentan en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), donde se encuentran parches de bosque seco tropical (Bs-T) secundario que están sometidos a la presión antrópica por el aumento de las fronteras agrícolas, ganaderas y urbanas (IAvH, 1998). Estos remanentes se encuentran completamente aislados y mantienen una fauna representativa de grupos tróficos como los escarabajos coprófagos, perteneciente a la subfamilia Scarabaeinae. Éste es un grupo importante en los estudios ecológicos, debido a la facilidad de su recolecta por métodos estandarizados, a su taxonomía manejable e historia natural bien conocida (HALFFTER & FAVILA, 1993; ESCOBAR, 1998). Su participación en el reciclaje de nutrientes, lo convierte en un elemento esencial dentro de los ecosistemas; al enterrar y consumir el excremento, los escarabajos estercoleros incrementan la tasa de reciclaje de nutrientes y aireación del suelo (PECK & FORSYTH, 1982). De igual manera, son controladores de organismos perjudiciales para la salud humana y animales domésticos y dispersores secundarios de semillas depositadas en los excrementos de animales frugívoros (BORNEMISSZA, 1960; MITTAL, 1993; MEDINA & KATTAN, 1996; ANDRESEN, 2001). Además, son particularmente sensibles a perturbaciones en sus ambientes y se utilizan en estudios de diversidad a corto y largo plazo (HALFFTER & FAVILA, 1993, 1997).

Sin embargo, los estudios realizados sobre Scarabaeinae en fragmentos de Bs-T en el país son escasos. Además, la mayoría de estudios no han documentado la dinámica de la riqueza y abundancia de este grupo de insectos en el Bs-T, donde las condiciones ambientales como la humedad y la precipitación cambian entre la época seca y lluvias. En los fragmentos de bosque seco del Caribe colombiano los estudios se han enfocado en la realización de inventarios, como los desarrollados por ESCOBAR (1997, 1998), NORIEGA *et al.* (2007) y JIMÉNEZ *et al.* (2008). Otros estudios, se han orientado en la distribución de *Digitonthophagus gazella* por NORIEGA *et al.* (2006, 2007) y RIVERA & WOLFF (2007) en el Magdalena y en el Atlántico, y la abundancia y preferencia trófica de *Dichotomius belus* por BOHÓRQUEZ & MONTOYA (2009) en el departamento de Sucre. Los fragmentos de Bs-T localizados en el piedemonte de la SNSM han sido poco estudiados, y es posible que esta zona mantenga una alta diversidad de este grupo de insectos y de esta forma puedan ofrecer información ecológica valiosa sobre la dinámica de

este tipo de ecosistemas en el Caribe colombiano. Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó la variación de la riqueza y abundancia de los coleópteros coprófagos (Scarabaeinae) en la Reserva Natural Las Delicias (RND), Magdalena, Colombia.



Figura 1. Localización de la Reserva Natural Las Delicias (RND), Magdalena, Colombia. Tomado y modificado de CARBONÓ *et al.* 2004.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva Natural Las Delicias (RND) es de carácter privado, perteneciente a la sociedad civil y presenta una extensión de 200 ha. Está localizada en el departamento del Magdalena, en las estribaciones del margen noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), al sur de la ciudad de Santa Marta, Colombia (Figura 1). La ubicación geográfica es $11^{\circ}08'07''$ N y $74^{\circ}11'28''$ O, con una altitud entre los 200 y 650 m. Posee un clima cálido y seco, con precipitación media anual de 362 mm, humedad relativa del 77% y rango de temperatura entre los 23-32 °C (IAvH, 1998). Lo anterior, concuerda con las características descritas para formaciones tropicales

de bosque seco, según el sistema propuesto por HOLDRIDGE (1979). Este fragmento de Bs-T en recuperación presenta una cobertura boscosa discontinua, con uno o dos periodos marcados de sequía al año. El clima está determinado en gran parte por la influencia de los alisios del noroeste y por la elevación sobre el nivel del mar. En el pasado, parte de su vegetación original fue remplazada para la siembra de cultivos ilícitos. La vegetación está dominada por especies de las familias Fabaceae, Bombacaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Anacardiaceae, Rubiaceae, Moraceae, Sapotaceae, Poaceae y Solanaceae (DEVENISH & FRANCO, 2008). La Reserva posee un relieve quebrado, rocoso, con pendientes fuertes y un suelo franco-arcilloso (DEVENISH & FRANCO, 2008).

Actualmente, la presión antrópica en sus alrededores ha aumentado por colonos, quienes siguen ampliando la frontera agrícola y de esta forma afectan el equilibrio en la Reserva. En el lugar, se han observado actividades ilícitas tales como: el corte de especies maderables y caza de animales que son apetecidos por su carne y piel. Hay que destacar que estas últimas actividades están prohibidas en la Reserva.

En el área de estudio se ubicaron dos localidades distanciadas 3,0 Km. La localidad 1 (L1) se encuentra en la parte alta de la Reserva (entre 450 y 550 m de altitud), en las coordenadas 11°08'24.87" N y 74°11'16.96" O. Presenta algunas diferencias en su estado de conservación, con un marcado gradiente de humedad. Esta localidad constituye una zona colindante con áreas transformadas para cultivos y pastoreo de ganado vacuno. También, se observaron áreas quemadas y presencia de cazadores que eventualmente invaden la Reserva. También, presenta vegetación exuberante con arboles maderables, bambú (*Rhipidocladum racemiflorum*), enredaderas y áreas de pastizales. La escasez de agua superficial es una limitante en el filo del cerro; sin embargo, en la parte más baja de este lugar existen nacederos de agua. La segunda localidad (L2) se encuentra localizada a 11°82'00"N y 74°11'42.43"O, a una altitud de 200 m. El transecto se ubicó en una zona aledaña a una quebrada que atraviesa la RND. Esta permanece con agua la mayor parte del tiempo y en la época de sequía existen charcas de agua; por lo que el recurso hídrico predomina en esta zona y permite el establecimiento de la vegetación exuberante y la presencia de diversos grupos faunísticos. Presenta arboles maderables de gran altura (10 a 15 m) propios del Bs-T, enredaderas, sotobosque y árboles frutales, observándose una estratificación de la vegetación y mucha sombra. En este lugar se observó la extracción de algunas especies maderables y presencia de personal ajeno a la Reserva, sobre todo por ser un lugar de fácil acceso y su cercanía a la zona urbana.

Diseño y métodos de captura

El trabajo de campo fue realizado entre abril y julio de 2008; llevándose a cabo un muestreo mensual por localidad, para un total de ocho muestreos en la RND. En cada localidad se ubicó un transecto lineal de 360 m de longitud, donde se marcaron 10 puntos distanciados 40 m. En cada punto se colocó una trampa de caída ("pitfall traps"), que consistió en un vaso plástico de 16 onzas, y en la parte superior se colocó un alambre en forma de U invertida, al cual se colocó el cebo (excremento humano) envuelto en gasa. Las trampas fueron enterradas a ras de suelo, con un tercio de su volumen con solución de detergente con sal, y retiradas a las 24 horas de ser colocadas. Los especímenes recolectados fueron envasados en un nuevo recipiente plástico que contenía alcohol al 96% y etiquetas con especificaciones como el sitio de muestreo, la fecha y el número de la trampa, y fueron revisadas en

el laboratorio y separados por morfotipos. La determinación taxonómica se realizó con la ayuda de las claves taxonómicas de MEDINA & LOPERA (2000), VAZ-DE-MELO & EDMONDS (2007) y la confirmación con la colección de referencia de coleópteros coprófagos presente en la Universidad del Magdalena y el IAvH.

Por otro lado, los muestreos realizados fueron separados en época seca (abril) y lluvias (mayo, junio y julio), teniendo en cuenta los datos de precipitación en la zona suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM).

Análisis de datos

Se determinó la riqueza como el número de especies por localidad y muestreos, y la abundancia como el número de individuos. Las especies de coleópteros coprófagos colectadas en los muestreos, fueron separadas por los hábitos de relocalización del alimento en tres grandes gremios funcionales: cavadores, rodadores y residentes (ESCOBAR, 1997). Por otra parte, la diversidad en cada localidad y muestreo fue estimada mediante los números de Hill (N_1 y N_2), los cuales son una medida del número de especies, cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa (HILL, 1973; MAGURRAN, 1988) y prácticamente no son afectados por la riqueza de especies. Para cuantificar el componente de equitabilidad de la diversidad, se calculó el índice Pielou (J'). La descripción de estos índices se encuentran en MORENO (2001) y VILLAREAL *et al.* (2004).

Se estableció la similitud entre muestreos por localidad, teniendo en cuenta los valores de abundancia, los cuales se ordenaron con base en el índice de similaridad de Bray-Curtis, transformando las abundancias a $\log n(x+1)$ para contrarrestar el peso de las especies más dominantes, pero sin disminuir su importancia (CLARKE & WARWICK, 2001). A partir de la matriz obtenida, se obtuvo un dendrograma de similitud elaborado por medio de un análisis de agrupamiento por pares, mediante el método de promedios no ponderados (UPGMA). El agrupamiento se hizo por medio de índice de similitud de Bray-Curtis. Los valores de esta medida de similitud oscilan entre cero a 100% y es bastante apropiado para datos de abundancia de especies. Para el análisis y construcción del agrupamiento, fue utilizado el programa PRIMER 6.0. Con el fin de determinar si existen diferencias en la composición de escarabajos coprófagos entre las localidades y épocas, se aplicó la técnica de ANOSIM (Análisis de similaridades) con diseño a una vía (CLARKE & WARWICK, 2001). Considerando a las especies que aportaron más del 10% de la abundancia total, se determinó las especies que tipificaron o caracterizaron las épocas basado en la abundancia (rutina SIMPER, PRIMER 6.0).

Mediante el análisis de curva de acumulación, se evaluó la eficiencia de los muestreos para el área en general. Para esto se utilizaron los estimadores de riqueza no paramétricos basados en presencia-ausencia de ICE y Chao 2, los cuales pueden ser usados cuando el tamaño y número de muestreos es muy bajo. Los cálculos se realizaron con el programa EstimateS 8.2 (COLWELL, 2009).

RESULTADOS

Se capturaron 4927 individuos agrupados en ocho géneros y 17 especies. El género mejor representado fue *Canthon* Hoffmannsegg con cuatro especies. La mayor riqueza (16) se presentó en julio en la localidad 2 (L2) y la menor (8) en abril para ambos lugares (Tabla 1). Los valores de mayor abundancia se presentaron en julio (1036) y la menor en abril con 61 individuos en la L2 (Tabla 1). Las especies más abundantes fueron *Dichotomius belus* y *Uroxys* sp. 1 en julio y la menos abundante fue *Canthon lituratus* que apareció como especie única durante julio (Tabla 1).

Tabla 1. Riqueza, abundancia y gremios funcionales de escarabajos coprófagos capturados por muestreo y localidad (1 y 2) en la Reserva Natural Las Delicias (RND), Magdalena, Colombia. Abreviaturas: Cavadores (CAV), Rodadores (ROD), Endocópridos (ENDO). (*) Especie única.

Especies / Muestreros	Abril		Mayo		Junio		Julio		Total	Gremio
	1	2	1	2	1	2	1	2		
<i>Canthidium</i> sp. 1	1	2	124	98	158	132	67	64	646	CAV
<i>Canthidium</i> sp. 2	7	0	54	32	44	147	48	32	364	CAV
<i>Canthon aberrans</i> Harold, 1868	42	23	24	36	61	94	52	14	346	ROD
<i>Canthon juvenis</i> Harold, 1868	0	2	29	44	12	29	8	13	137	ROD
<i>Canthon lituratus</i> Germar, 1813	0	0	0	0	0	0	1	0	1	ROD
<i>Canthon mutabilis</i> Lucas, 1857	0	0	17	10	20	19	0	0	66	ROD
<i>Deltochilum gibbosum</i> Howden, 1966	0	0	2	2	0	1	2	1	8	ROD
<i>Eurysternus plebejus</i> Harold, 1880	2	1	0	0	3	0	10	0	16	ENDO
<i>Malagoniella astyanax</i> Harold, 1867	0	0	1	2	0	0	1	0	4	ROD
<i>Onthophagus acuminatus</i> Harold, 1880	21	0	0	0	0	12	16	0	49	CAV
<i>Onthophagus landolti</i> Harold, 1880	3	2	0	0	0	1	3	0	9	CAV
<i>Onthophagus marginicollis</i> Harold, 1880	0	6	46	5	21	0	17	0	95	CAV
<i>Phanaeus hermes</i> Harold, 1868	0	0	0	0	11	4	1	0	16	CAV
<i>Phanaeus prasinus</i> Harold, 1868	0	0	0	0	12	22	12	2	48	CAV
<i>Uroxys</i> sp. 1	0	13	106	233	101	237	162	286	1138	CAV

<i>Uroxys</i> sp. 2	5	12	39	121	60	143	75	245	700	CAV
Riqueza	8	8	11	11	12	13	16	9	17	
Abundancia	82	61	776	857	519	946	650	1036	4927	

Por otro lado, se observó un aumento progresivo de la riqueza y abundancia promedio por trampa con el incremento de las lluvias en junio y julio (Tabla 2). Sin embargo, los valores de riqueza disminuyen durante el último muestreo en la L2 (Tabla 2).

Tabla 2. Riqueza (número de especies promedio por trampas), abundancia (número de individuos promedio por trampas), diversidad y precipitación por muestreo y localidad en la RND, Magdalena, Colombia.

	Abril		Mayo		Junio		Julio	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Riqueza	2,3	2,7	8	7,2	7,2	8,5	8,5	6,5
Abundancia	9,7	6,1	77,8	85,7	51,9	94,6	65	103,6
Pielou (J')	0,669	0,793	0,738	0,735	0,821	0,794	0,732	0,672
Número de Hill (N1)	4,02	5,201	5,865	5,822	7,683	7,658	7,602	4,373
Número de Hill (N2)	2,931	4,176	4,112	4,648	5,864	6,515	5,799	3,689
Precipitación (mm)	6,95		136,7		206,2		287,8	

La riqueza de los gremios funcionales está representado por un 35,3% de rodadores, 58,8% de cavadores y 5,9% de endocópridos. Con respecto a la abundancia, se capturaron un 11,5% de rodadores, 88,2% de cavadores y 0,3% de endocópridos. La mayor riqueza (10) y abundancia (1594) de cavadores se presentó en julio (Figura 2A, B). Los rodadores presentaron mayor riqueza (5) en mayo, mientras que su mayor abundancia se presentó en junio con 236 individuos (Figura 2A, B).

En junio, se observaron los valores más altos para los números de Hill en la localidad 1 (L1) (N1 = 7,683 y N2 = 5,864) y en la 2 (N1 = 7,658 y N2 = 6,515). En este mismo mes, se presentó la mayor equitabilidad de Pielou (J) = 0,8206 en la L1 (Tabla 2). También se determinó que ambas localidades comparten el 94% de las especies.

El análisis de similitud de Bray-Curtis demuestra que hay tres grupos bien definidos en la estructura de la comunidad de escarabajos coprófagos (Figura 3). Un grupo formado por los muestreos realizados en mayo, junio y julio con una similitud mayor al 75%. Los otros dos grupos están formados por los muestreos en abril en ambas localidades, presentándose la menor similitud durante este mes (Figura 3).

La prueba ANOSIM evidenció diferencias en la estructura de Scarabaeinae entre las épocas de muestreo (Estadístico R = 1; nivel de significancia P = 0,036). Por otro lado, no se demostró diferencias significativas entre las dos localidades (Estadístico

$R = -0,052$; $P = 0,571$). La rutina SIMPER demostró que la época seca se caracterizó por las especies *C. aberrans*, *Uroxys* sp. 2 y *Uroxys* sp. 1, las cuales aportaron un 84% a la abundancia total de esta época. La época de lluvia fue tipificada por estas mismas especies junto con *Dichotomius* cf. *belus*, *Canthidium* sp. 1 y *Canthidium* sp. 2, las cuales aportaron un 91% de la abundancia (Tabla 3). Esta misma rutina específica que *D. cf. belus*, *Uroxys* sp. 1, *Canthidium* sp. 1, *Uroxys* sp. 2 y *Canthidium* sp. 2 discriminaron las épocas con respecto a la abundancia, haciéndolas diferentes en un 82%.

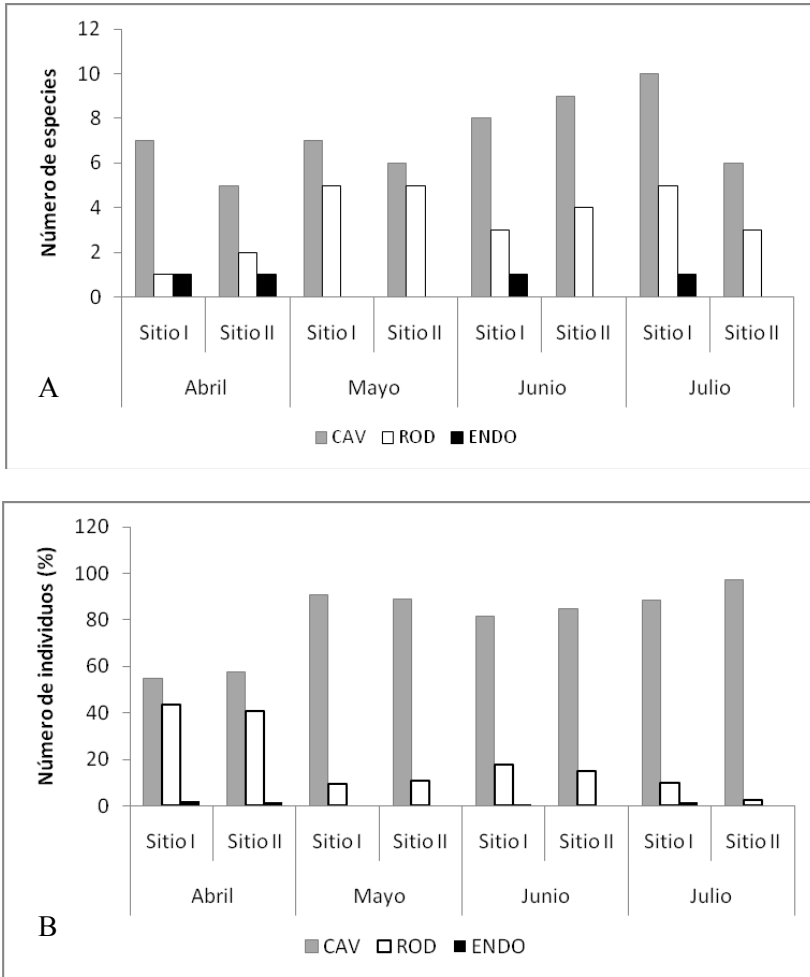


Figura 2. Variación de la riqueza (A) y abundancia (B) de los gremios tróficos de escarabajos coprófagos en el área de estudio. Abreviaturas: Cavadores (CAV), Rodadores (ROD), Endocópridos (ENDO).

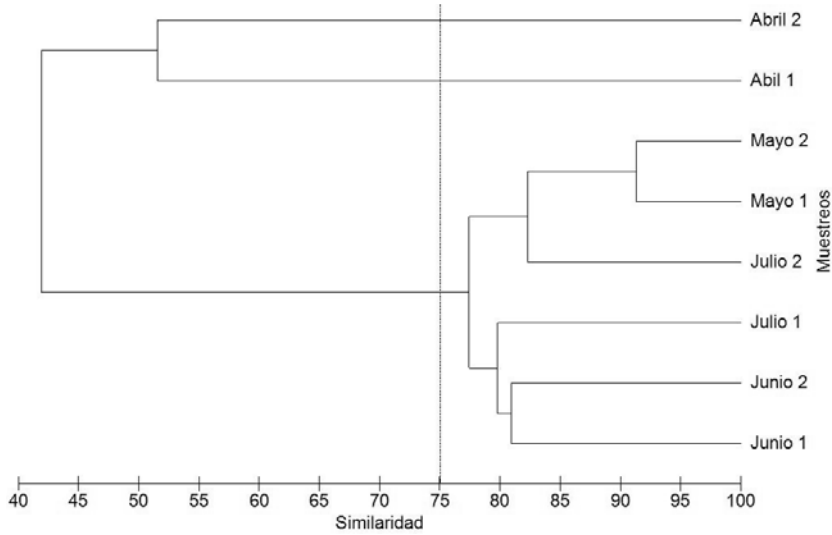


Figura 3. Dendrograma entre los muestreos por localidad de los escarabajos coprófagos en la RND, Magdalena, Colombia; utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (datos de abundancia transformados a $\log n(x+1)$).

Las curvas de acumulación de especies, indican que se recolectó la gran mayoría de las especies presentes en el lugar durante el periodo de estudio. El número total de las especies registradas (17) corresponden al 98% y el 100% del número de especies esperadas, según los estimadores ICE (18) y Chao 2 (Figura 4).

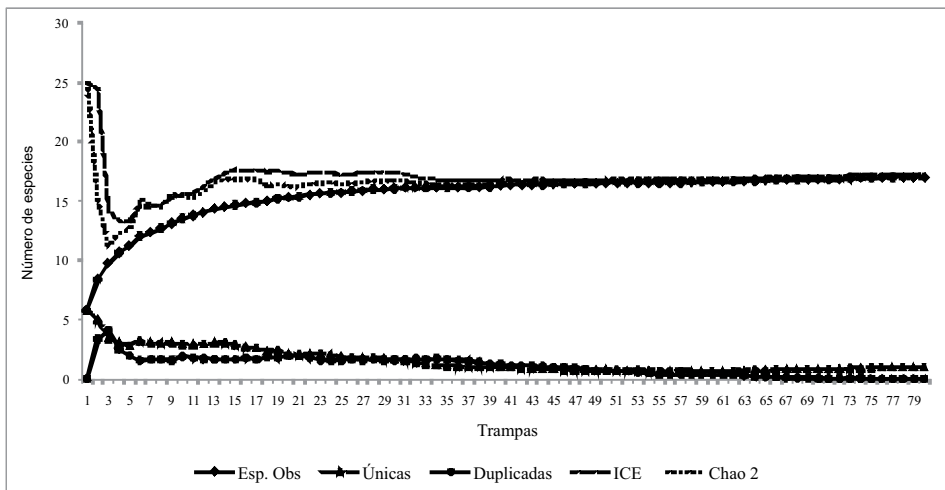


Figura 4. Curva de acumulación de especies de escarabajos coprófagos en la RND, Magdalena, Colombia.

Tabla 3. Porcentajes de similaridad (SIMPER) de especies que caracterizan a cada una de las épocas, en la RND, Magdalena, Colombia.

Especies que caracterizan	Época seca	Época lluvia
<i>Canthon aberrans</i>	42,63	10,45
<i>Uroxys</i> sp. 2	24,04	13,6
<i>Onthophagus landoltri</i>	14,74	
<i>Canthidium</i> sp. 2		14,11
<i>Uroxys</i> sp. 1		15,72
<i>Dichotomius belus</i>		14,04
<i>Canthidium</i> sp. 2		11,66
Similaridad promedio	81,41	79,58

DISCUSIÓN

Las especies capturadas corresponde al 77,2% de las descritas por ESCOBAR (1998) para la región Caribe colombiana, y el 7,14% de las registradas por MEDINA *et al.* (2001) para Colombia. JIMÉNEZ *et al.* (2008) reportan 22 especies de Scarabaeinae para ambientes secos de la región de Santa Marta (Colombia), compartiendo 10 especies con este trabajo. Lo anterior, demuestra que la RND alberga parte de la fauna representativa de Scarabaeinae presente en el Caribe colombiano. Por otro lado, se capturó un número muy similar de especies que las registradas por ESCOBAR (1997) y BUSTOS & LOPERA (2003) en fragmentos de bosque seco del Tolima, y por MARTÍNEZ *et al.* (2009) en la zona baja del río Gaira (Santa Marta, Magdalena). Esto indica que el Bs-T en Colombia comparte un alto número de especies de escarabajos coprófagos, con algunas especies particularmente asociadas a este tipo de ecosistema; como es el caso de *Malagoniella astyanax*, *Phanaeus hermes* y *P. prasinus* (ESCOBAR, 2000).

La menor riqueza y abundancia en abril en ambos sitios, puede estar relacionada con los bajos niveles de precipitación (6,95 mm). En este mes, los suelos franco-arcillosos presentes en esta zona tienen poca humedad, y la alta incidencia solar en la superficie del suelo por la caída del follaje en muchas de las especies vegetales, puede disminuir la actividad de muchas especies de escarabajos coprófagos adultos en la zona. Adicional a esto, la cantidad y calidad del excremento disminuye, lo que incide directamente en la disminución de las poblaciones de Scarabaeinae durante este mes. Estos resultados concuerdan con los encontrados por BARRAZA & MONTES (2009) en el bosque seco de Bahía Concha, Santa Marta, Colombia. El aumento de la riqueza y abundancia durante las primeras lluvias, se debe al incremento del número de individuos de *Dichotomius* cf. *belus* y *Canthon aberrans*, así como por las especies de los géneros *Uroxys* y *Canthidium*, las cuales aportan el 91% del total de escarabajos capturados.

Los valores de los índices (números de Hill) son muy similares entre las dos localidades, ya que ambas comparten la gran mayoría de las especies. Los bajos valores, en estos índices, se deben a que sólo seis especies (*Dichotomius belus*, *Uroxys* sp. 1, *Uroxys* sp. 2, *Canthidium centrale*, *C. haroldi* y *Canthon aberrans*) son las que contribuyen a la diversidad en la RND. Además, es posible que algunas especies estén representadas por poblaciones con muy pocos individuos y su captura será mucho más aleatoria que la de otras especies (HALFFTER & MORENO, 2005). Por otro lado, muchas especies de escarabajos coprófagos requieren hábitat naturales con una buena cobertura boscosa, y esto es consistente con las condiciones que se presentan en algunos sectores en la L2, lo que puede estar incidiendo en la mayor equitabilidad (0,821) en este lugar durante junio. Los valores de estos índices, son muy similares a los descritos por MARTÍNEZ *et al.* (2009) en fragmentos de bosque seco en la zona baja del río Gaira.

Es posible que la similaridad en la estructura de Scarabaeinae entre las dos localidades en la RND, se pueda atribuir a que ambos lugares presentan el mismo tipo de vegetación y poca diferencia en la altitud, con unas condiciones ambientales muy similares, lo que posiblemente permita el flujo de individuos entre los dos lugares. Estos resultados coinciden con los reportados por MARTÍNEZ *et al.* (2009), quienes no encontraron diferencias en la comunidad de escarabajos coprófagos en un gradiente altitudinal en la cuenca media y baja del río Gaira, SNSM, Colombia. La disimilaridad entre las épocas de muestreo, demuestra que la precipitación es un factor importante en el ensamblaje de coleópteros coprófagos; demostrándose la estacionalidad de este grupo de escarabajos en ambientes donde las condiciones cambian drásticamente entre la época seca y lluvias (ESCOBAR, 2000). Con la aparición de las lluvias, hay un incremento en la humedad del suelo, se humedece la cámara de pupación y facilita la emergencia de los escarabajos (BUSTOS & LOPERA, 2003). Además, se presenta un aumento de la cobertura boscosa en estos ecosistemas y la disponibilidad de recursos vegetales para mamíferos es mayor. De esta forma, la cantidad, calidad y distribución homogénea de las heces en la zona pueden ser aprovechadas por los escarabajos coprófagos (HUSTON, 1994).

Este mismo comportamiento, se presenta en regiones tropicales donde se registran marcados cambios en la riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades de escarabajos coprófagos de acuerdo con los regímenes de lluvia (JANZEN, 1982; BREYTENBACH & BREYTENBACH, 1986; ROUGON & ROUGON, 1991; ESCOBAR, 1997). La baja similaridad en los muestreos realizados en abril, se puede atribuir a las condiciones imperantes en las dos localidades. En la 2, se observó la presencia de agua en la quebrada durante la época seca, lo cual es un recurso que atrae a muchos vertebrados, aumentando la densidad de excrementos en el lugar. Además, la fenología del bosque con un dosel homogéneo y gran cobertura mantienen unas condiciones microclimáticas óptimas, para que el excremento y carroña, la hojarasca y otros restos vegetales se mantengan húmedos, facilitando la acción y proliferación de hongos que sirven como alimento a muchos escarabajos coprófagos.

La rutina SIMPER demostró que cada una de las épocas fue tipificada por especies diferentes de acuerdo a su abundancia. *Canthidium* sp. 2 y *Canthon aberrans* tipificaron las dos épocas de muestreos, lo cual puede estar sujeto a que son especies generalistas y capaces de aprovechar otro tipo de recursos como frutos en descomposición, carroña y hongos, que pueden suplir las necesidades de fósforo y nitrógeno en ausencia del excremento (HANSKI & CAMBEFORT, 1991). La época

de lluvia también fue tipificada por las especies *Dichotomius* cf. *belus*, *Uroxys* sp. 1, *Uroxys* sp. 2 y *Canthidium* sp. 1, las cuales aparecieron con las primeras lluvias. Es posible que la etapa reproductiva de estas especies esté sincronizada con la aparición de este evento en el área de estudio. Estos resultados concuerdan con los encontrados por BARRAZA & MONTES (2009), BOHÓRQUEZ & MONTOYA (2009) y MARTÍNEZ *et al.* (2009) en el Bs-T del Caribe colombiano.

La mayor presencia de especies cavadoras, puede estar relacionada con el tipo de suelo franco-arcilloso en el área de estudio. A este grupo funcional, se le facilita construir sus madrigueras para esconder el excremento y la cría de sus larvas en este tipo de suelo (MARTÍNEZ *et al.*, 2009) Por otro lado, con la llegada de las lluvias el terreno se humedece y favorece el establecimiento de nidos en galerías, lo que facilita que las especies entierren el alimento más rápidamente (HANSKI & CAMBEFORT, 1991) en especial en zonas donde las condiciones son tan cambiantes como el Bs-T. Durante este estudio, la mayoría de las trampas se colocaron en zonas de pendiente, lo que puede impedir que los rodadores puedan transportar más fácilmente la bola de excremento. Es por esto que en próximos trabajos, se recomienda tener en cuenta esta variable en áreas de Bs-T con terreno muy pronunciado. El bajo porcentaje de endocópridos, se presenta por la forma de vida de estas especies, debido a que son residentes en el excremento y la metodología utilizada no es la adecuada para capturar un mayor número de individuos (HALFFTER & EDMONDS, 1982). Similares resultados son reportados por PULIDO *et al.* (2003), ESPARZA & AMAT (2007) y BARRAZA & MONTES (2009) para bosques colombianos.

La asíntota obtenida con los diferentes estimadores es buen indicador de la representatividad de este estudio, que arroja datos suficientes sobre la diversidad local de escarabajos coprófagos, reflejándose en las curvas de especies únicas y duplicadas que decrecen con el incremento del número de trampas. Esto indica que el número de trampas y muestreos fueron suficientes para aproximarse al número de especies para la zona (MORENO, 2001; VILLAREAL *et al.*, 2004). También, se demuestra que el estudio de este grupo de insectos, puede servir para hacer evaluaciones ecológicas de una zona en corto tiempo.

Si bien la utilidad de los escarabajos coprófagos como indicadores de biodiversidad ha sido probada (SPECTOR, 2006), los resultados presentados aquí sirven como herramienta para reforzar los esfuerzos de conservación en esta área. También, esperamos que este estudio sirva para llevar a cabo una investigación más exhaustiva sobre la dinámica temporal de la riqueza y abundancia de los escarabajos coprófagos en la zona de estudio, y como herramienta ecológica para conocer la dinámica de los fragmentos de Bs-T secundario en recuperación y otros ecosistemas similares en el piedemonte de la SNSM.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los propietarios de la Reserva Natural "Jardín Las Delicias". A Vicente por su guía y colaboración durante la estadía en la Reserva. A Héctor García por su ayuda y guía en la identificación de los especímenes. A la Universidad del Atlántico por facilitar sus instalaciones, y a los miembros del Semillero de Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano, por su apoyo en campo y colaboración durante la separación de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRESEN, E., 2001.- Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61-78.
- BARRAZA, J.M. & MONTES, J.M., 2009.- *Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un paisaje de bosque seco tropical en Bahía Concha, Santa Marta, Colombia*. Tesis de pregrado, Universidad del Atlántico, Facultad de Ciencias Básicas, Barranquilla, Colombia. 60p.
- BOHÓRQUEZ, J.C. & MONTOYA, J., 2009.- Abundancia y preferencia trófica de *Dichotomius belus* (Coleoptera: Scarabaeidae) en la reserva forestal de Colosó, Sucre. *Bol. Mus. Entomol. Univ. Valle*, 10 (1) :1-7.
- BORNEMISSZA, G.F., 1960.- Could dung eating insects improve our pastures? *Journal of Australian Insect Agriculture Science*, 26: 54-56.
- BREYTENBACH, W. & BREYTENBACH, G.J., 1986.- Seasonal patterns in dung feeding Scarabaeidae in the Southern Cape. *J. Entomol. Soc. South Africa*, 49: 359-366.
- BUSTOS, L. & LÓPERA, A., 2003.- Preferencia por Cebo de los Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un Remanente de Bosque Seco Tropical al Norte del Tolima (Colombia): 59-65 (en) ONORE, G.; REYES-CASTILLO, P. & ZUNINO, M. (Comps.) *Escarabajos de Latinoamérica: Estado del Conocimiento*. M3m- Monografías Tercer Milenio, Vol. 21. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza.
- CARBONÓ, E.; TORRIJOS, P. & MARTÍNEZ, J., 2004.- Clave taxonómica para Poaceae (gramíneas) del Parque Nacional Natural Tayrona, Colombia. *Rev. Intropica*, 1 (1): 13-27.
- CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 2001.- *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd ed. PRIMER-E, Plymouth, United Kingdom.
- COLWELL, R.K., 2009.- ESTIMATES: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, Version 8.2. Available at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- COLWELL, R. & CODDINGTON, J., 1994.- Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 345: 101-118.
- DEVENISH, C. & FRANCO, A.M., 2008.- *Directorio Nacional de AICAS de Colombia. Jardín de Las Delicias*. Edición cartográfica: Unidad de SIG - IAvH - Instituto Humboldt - Cartografía y análisis. http://aicas.humboldt.org.co/ficha_aica.php?cod=COXX1
- ESCOBAR, F., 1997.- Estudio de la Comunidad de Coleópteros (Scarabaeidae) en un Remanente del Bosque Seco del Norte del Tolima, Colombia. *Caldasia*, 19 (3): 419-430.
- , 1998.- Análisis regional de las comunidades de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de los bosques secos de la región Caribe Colombiana: 72-75, Tomo I (en) M.E. CHAVES & N. ARANGO (eds.) *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad - Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente.
- , 2000.- Diversidad y distribución de los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *PRIBES-2000*, 1: 197-210.
- ESPARZA, A. & AMAT, G., 2007.- Composición y riqueza de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un gradiente altitudinal de selva húmeda tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo - Barú (Norte de Santander, Colombia). *Actu. Biol.*, 29 (87): 181-192.
- HALFFTER, G. & EDMONDS, W.D., 1982.- *The nesting behavior of dung beetle (Scarabaeinae)*. Instituto de Ecología, México. 220p.
- HALFFTER, G. & FAVILA, M.E., 1993.- The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, 27: 15-21.
- , 1997.- The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana*, 72:1-25.
- HALFFTER, G. & MORENO, C., 2005.- Significado de las diversidades alfa, beta y gamma ANDRESEN, E., 2001.- Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61-78. (in) HALFFTER, G.; SOBERON, J.; KOLEFF, P. & MELIC, A. (eds.) *M3-Monografías 3er Milenio*. CONABIO, DIVERSITAS y S.E.A. Publicaciones de la Sociedad Entomológica Aragonesa. Vol. 4: 5-18. Disponible en: <http://www.sea-entomologia.org/HALFFTER/M3M4-001.pdf>
- HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y., 1991.- *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, New Jersey. 520p.
- HILL, M.O., 1973.- Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54 (2): 427-432.
- HOLDRIDGE, L., 1979.- *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica. 159p.
- HUSTON, M. 1994.- *Biological Diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge, University Press N.Y. 671p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT (IAvH), 1998.- Programa de inventarios de la biodiversidad. Grupo de exploración y monitoreo GEMA. El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. <http://araneus.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/doc3.pdf>
- JANZEN, H.D., 1982.- Seasonal changes in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in a Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pastures. *Oikos*, 33: 274-283.

- JIMÉNEZ, L.; MENDIETA, W.; GARCÍA, H. & AMAT, G., 2008.- Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, Colombia. *Acta Biol. Colomb.*, 13 (2): 203-208.
- MAGURRAN, A., 1988.- *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. 200p.
- MARTÍNEZ, N.J.; GARCÍA, H.; PULIDO, L.A.; OSPINO, D. & NARVÁEZ, J.C., 2009.- Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la vertiente noroccidental, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Neotropical Entomology*, 38 (6): 708-715.
- MEDINA, C.A. & KATTAN, G., 1996.- Diversidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de la reserva natural de Escalerete. *Cespedesia*, 21:89-102.
- MEDINA, C. & LOPERA, A., 2000.- Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de Colombia. *Caldasia*, 21 (1): 70-94.
- MEDINA, C.; LOPERA, A.; VÍTOLO, A. & GILL, B., 2001.- Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2 ANDRESEN, E., 2001.- Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61-78. (2): 131-144.
- MITTAL, I. ANDRESEN, E., 2001.- Effects of dung presence, dung amount, and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Micropholis guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *J. Trop. Ecol.*, 17: 61-78.
- MORENO, C.E., 2001.- *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza. 84p.
- NORIEGA, J.A.; SOLIS, C.; ESCOBAR, F. & REALPE, E., 2007.- Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) de la provincia de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Biota Colombiana*, 8 (1): 77-86.
- NORIEGA, J.A.; SOLIS, C.M.; QUINTERO, I.; JEREZ, L.G.; GARCÍA, H.G. & OSPINO, D.A., 2006.- Registro continental de *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia. *Caldasia*, 28 (2): 379-381.
- PECK, B. & FORSYTH, A., 1982.- Composition, structure and comparative behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Can. J. Zool.*, 60: 1624-1634.
- PULIDO, L.A.; RIVEROS, R.A.; GAST, F. & VON HILDEBRAND, P., 2003.- Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural "Serranía de Chiribiquete", Caquetá, Colombia (Parte I): 51-58 (en) ONORE, G.; REYES-CASTILLO, P. & ZUNINO, M. (eds.) *Escarabajos de Latinoamérica: Estado de su conocimiento*. Monografías Tercer Milenio, Vol. 3, SEA, Zaragoza.
- RIVERA, C. & WOLFF, M., 2007.- *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae): distribución en América y dos nuevos registros para Colombia. *Rev. Colomb. Entomol.*, 33 (2): 190-192.
- ROUGON, D. & ROUGON, C., 1991.- Dung beetles of the Sahel Region: 230- 254 (in) HANSKI, I. & Y. CAMBEFORT (eds.) *Dung beetle ecology*. Princeton University, New Jersey.
- SPECTOR, S., 2006.- Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *The Coleopterists Bulletin*, Monograph Number 5: 71-83.
- VAZ-DE-MELLO, F.Z. & EDMONDS, W.D., 2007.- *Géneros y subgéneros de la subfamilia Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de las Américas*. Versión 2.0 Español. 30p.
- VILLAREAL, H.; ÁLVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M. & UMAÑA, A., 2004.- *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p.