

# FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS MONTANOS E IMPACTOS ESTRUCTURALES Y POBLACIONALES SOBRE LA COMUNIDAD DE ESCARABAJOS COPRÓFAGOS (COL.: SCARABAEINAE) EN EL ALTO RÍO CAUCA, POPAYÁN, COLOMBIA\*

Clara M. Concha-Lozada<sup>1</sup>, María Cristina Gallego<sup>2</sup> y Luis Carlos Pardo-Locarno<sup>3</sup>

## Resumen

Los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea-Scarabaeinae) son organismos saprófagos que mantienen relaciones estenotípicas con ambientes forestales, conformando comunidades dependientes del estado de conservación o el uso del ecosistema, razón por la cual esta investigación asoció la variación de la estructura, riqueza y abundancia del gremio en parcelas de los hábitats Pino-Eucalipto, Robledal y Potrero, en la vereda Clarete (Popayán, Cauca: bosque húmedo premontano, 1890-1940 msnm, temperatura 19-20 °C), utilizando como atrayente trampas de caída cebadas con heces; los muestreos se realizaron mensualmente (6) y la base de datos se examinó con el índice de Shannon, Simpson y complementariedad. Se colectaron 1075 individuos, pertenecientes a ocho géneros y 10 especies (*Canthidium aurifex*, *Deltochilum parile*, *Dichotomius bellus*, *Eurysternus marmoreus*, *Ontherus lunicollis*, *Onthophagus curvicornis*, *Onthophagus (circa) steinheili*, *Oxysternon conspicillatum*, *Uroxys (circa) caucanus*, *Uroxys (circa) depressifrons*), observándose que la riqueza del gremio declinó desde hábitats mejor conservados a muy intervenidos así: Roble (9), Potrero (8) y Pino-Eucalipto (7); de manera similar, la abundancia de escarabajos presentó datos diferenciales dependientes tanto de la calidad del hábitat como de la preferencia de los escarabajos así: Roble (766 ejemplares), Pino-Eucalipto (165) y Potrero (144); concluyendo que bosque de Roble natural presenta las mejores condiciones ambientales, con registros únicos (*Deltochilum parile* y *Onthophagus (circa) steinheili*), sólo reportadas para ecosistemas bien conservados, mientras *Dichotomius bellus*, *Eurysternus marmoreus* y *Onthophagus curvicornis* se asociaron a hábitats intervenidos (Potrero y Pino-Eucalipto), variaciones significativas que sustentan recomendar el uso de este gremio como parámetro biológico para evaluar estados de conservación en los Andes colombianos.

**Palabras clave:** escarabajos Scarabaeinae, coprófagos, hábitat forestal, alto Cauca, Colombia.

## MONTANE ECOSYSTEM FRAGMENTATION, STRUCTURAL AND POPULATION IMPACTS ON THE COPROPHAGOUS SCARAB (COL.: SCARABAEINAE) COMMUNITY IN THE UPPER CAUCA RIVER BASIN, POPAYAN, CAUCA, COLOMBIA

### Abstract

Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea-Scarabaeinae) are saprophagous organisms that maintain stenotypic relations with forest environments, forming communities dependent of

\* Recibido abril 30 de 2010, aceptado junio 18 de 2010.

<sup>1</sup> Bióloga, investigadora asociada al Grupo de Estudios Ambientales, Universidad del Cauca. E-mail: cmconcha@unicauca.edu.co

<sup>2</sup> Bióloga, M.Sc, profesora asociada a la Universidad del Cauca. Investigadora del Grupo de Estudios Ambientales, Universidad del Cauca. E-mail: mgallego@unicauca.edu.co, macrisgaro@yahoo.es

<sup>3</sup> M.Sc, Ph.D, Universidad del Valle. E-mail: pardolc@hotmail.com

the conservation status and ecosystem management. Therefore, this research associated the structure variation, its richness and abundance on the habitat plots in the Clarete municipal rural settlement (Popayan, Cauca: humid pre-montane forest, 1890-1940 m.a.s.l., 19-20 °C). Beetles were captured using faeces with baited pitfall traps. Monthly sampling (6) was done on Pine-Eucalyptus (4), Oak (8) and Grassland (16) plots. Data were assessed with Shannon, Simpson and complementarity indices. 1075 individuals belonging to 8 genera and 10 species were collected (*Canthidium aurifex*, *Deltochilum parile*, *Dichotomius bellus*, *Eurysternus marmoreus*, *Ontherus lunicollis*, *Onthophagus curvicornis*, *Onthophagus (circa) steinheli*, *Oxysternon conspicillatum*, *Uroxys (circa) caucanus*, *Uroxys (circa) depressifrons*), finding that guild richness decreased from the most preserved to very disturbed habitats in the following order: Oak (9), Grassland (8) and Pine-Eucalyptus (7). Similarly, the scarab abundance showed differential data dependent on habitat quality and scarab preference as follows: Oak (766 individuals), Pine-Eucalyptus (165) and Grassland (144), showing that the natural oak forest offers the best environmental conditions, with unique records (*Deltochilum parile* and *Onthophagus (circa) steinheli*), which had only been previously reported for well-preserved ecosystems, while *Dichotomius bellus*, *Eurysternus marmoreus* and *Onthophagus curvicornis* were associated to disturbed habitats (Grassland and Pine-Eucalyptus), significant variations which support the recommendation for using this guild as a biological evaluation parameter to assess the conservation status in the Colombian Andes.

**Key words:** scarabaeinae, coprophages, forest habitat, Upper Cauca River Basin, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

La actividad productiva genera una gama de paisajes modificados como pastizales, potreros, áreas forestales y silvestres, entre otros, cada uno con características biofísicas específicas, transformando la estructura y funcionalidad de los ecosistemas, en muchos casos propiciando la degradación de los mismos; sin embargo, evaluar la degradación a nivel ecológico no es tarea fácil, ya que implica examinar respuestas biológicas, que, en muchos casos, son complejas de medir; dado lo anterior, recientemente, se ha propiciado el estudio de organismos, que a modo de parámetro biológico, permiten evaluar dichas respuestas biológicas, para conocer y mitigar el impacto ocasionado por las actividades humanas.

Varios grupos biológicos han sido utilizados en tales procesos, entre otros, se ha estudiado la relación de la fauna de escarabajos estercoleros (Coleóptera: Scarabaeinae) con ecosistemas que presentan diferentes tipos de simplificación (COLEMAN & CROSSLEY, 1996).

Los escarabajos estercoleros han sido considerados parámetros biológicos del estado de conservación debido, entre otros, a la sensibilidad que sus especies y poblaciones tienen ante las modificaciones y efectos adversos causados por las actividades antrópicas en agroecosistemas (BOONROTPOONG *et al.*, 2004; ANDRESEN, 2005). El uso de estos grupos parámetro, articulado a programas de evaluación ecológica rápida -EER-, permite caracterizar la variación de la riqueza y abundancia del grupo asociado a un área natural, para evaluar su condición biológica y de conservación (VILLAREAL *et al.*, 2004).

Existen algunos estudios sobre escarabajos estercoleros en ecosistemas de los Andes occidentales colombianos (MEDINA *et al.*, 2002; NARVÁEZ *et al.*, 2002; PARDO-LOCARNO, 2002a, 2002b; GARCÍA & PARDO-LOCARNO, 2004; CULTID,

2007); sin embargo, ningún estudio se ha realizado en la cuenca alta del río Cauca, actualmente muy intervenida en su paisaje natural. Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación, se propuso evaluar la composición y la variación de la riqueza y abundancia de los escarabajos coprófagos en ambientes forestales y agrícolas intervenidos del río Palacé, cuenca alta del río Cauca, Andes occidentales de Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

La vereda Clarete, municipio de Popayán (Cauca), forma parte de la cuenca del río Palacé, tributario del río Cauca; el sitio muestreado presenta una altitud de 1890-1940 msnm, temperatura de 19-20 °C y la zona de vida es transicional entre selva húmeda premontana y montana (IGAC, 1988; IDEAM, 2006, 2007), y pertenece a la región fisiográfica andina. La **vegetación** presenta una fisonomía similar a la de la selva subandina inferior, abundando las especies arbóreas micrófilas de 23 familias (Araliaceae, Bombacaceae, Clusiaceae, etc.), arbolitos de 4 familias principales (Acanthaceae, Melastomataceae, Polygalaceae y Theofrastaceae), palmas (Euterpe), epifitas leñosas tipo Araliaceae, diversos bejucos (Acanthaceae, Compositae, Hydrangeaceae, Passifloraceae, Rubiaceae, Sapindaceae y Vitaceae) (CUATRECASAS, 1958 citado por IGAC, 1988); en algunos casos la sucesión ecológica antigua ha dado origen a la eutroficación vegetal, presentándose consocietas, en este caso Robledal (*Quercus*-Fagaceae), cuya dominancia conforma una fitosociología acompañada de Araliaceae (*Dendropanax*), Bombacaceae (*Mutisia*), Brunelliaceae (*Brunellia*), Celastraceae (*Perrottetia*), Clusiaceae (*Clusia*), Cunoniaceae (*Weinmannia*), Euphorbiaceae (*Hieronyma*), Leguminosae (*Inga*), Moraceae (*Cecropia*), Meliaceae (*Cedrela*) y otras 9 familias de árboles (*Ibíd.*). **Edáficamente**, en estos terrenos predominan Andisoles, caracterizados por edafogénesis asociada a cenizas volcánicas y clima húmedo, presentando epipedón pardo oscuro a negro, de 30 cm aprox., estructura grumosa y granular fina, con un contenido de materia orgánica de hasta 30%, suelos ácidos (IGAC, 1995).

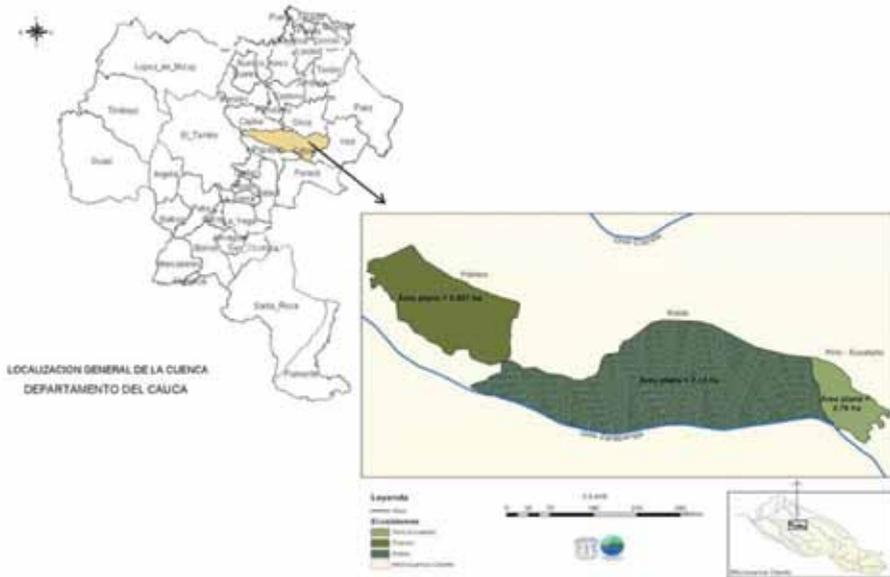
### Parcelas

Los usos de la tierra investigados fueron cultivo de pino (*Pinus patula*)-eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (2°30'02" N; 76°31'39" W), bosque intervenido de Roble (*Quercus humboldti*)s (2°30'05" N; 76°31'43" W), y Potrero (2°30'06" N; 76°31'59" W). En cada parcela se trazó un transepto de más de 300 m de longitud, proporcional al área de cada ecosistema, ubicado a 40 metros del borde (Figura 1).

### Muestreo de escarabajos estercoleros

Se establecieron parcelas (desde 0,12 a 1,6 ha) representativas de cada hábitat, en cada una se instalaron coprotrampas de caída (vasos desechables de 500 ml, cebados con estiércol); el número de trampas instaladas fue proporcional al tamaño disponible del hábitat, así: Robledal (8), Potrero (16) y Pino-Eucalipto (4), la distancia entre trampas fue de 30 metros, cada trampa se muestreó a las 24, 48 y 72 horas, readicionando el cebo en cada caso; se realizó un muestreo por hábitat

cada mes, durante 6 meses (agosto 2007 a enero 2008). La captura se complementó con colecta manual de individuos localizados en la hojarasca, suelo y excremento de bovinos próximos a las trampas. Los materiales colectados en cada trampa se almacenaron en bolsas plásticas con alcohol al 96%, rotuladas con los datos de hábitat, fecha, trampa y después en laboratorio, se procedió a la preservación e identificación de las especies.



**Figura 1.** Vereda Clarete, Popayán, Cauca, Colombia, mostrando los hábitats muestreados.

## Identificación

Se elaboró una matriz de especies, inicialmente a nivel de morfoespecies, para lo cual se consultaron textos relacionados (PAULIAN, 1938; PEREIRA & MARTÍNEZ, 1956; HALFFTER & MARTÍNEZ, 1977; HOWDEN, 1966) para Canthonine. EDMONDS (1972) y EDMONDS & ZIDEK (2004) para Phanaeinae. LUEDERWALDT (1929), ARROW (1933), VULCANO & PEREIRA (1967) y GENIER (1996) para Dichotomini. JESSOP (1985) para Eurysternine. BOUCOMONT (1932) para Onthophagini. Algunas diagnosis, descripciones y aspectos ecológicos fueron consultadas en BATES (1890), HALFFTER & MATTEWS (1967), WOODRUFF (1973), HOWDEN & NEALIS (1975, 1978), HOWDEN & YOUNG (1981), PECK & FORSYTH (1982), y GILL (1991). Parte de las especies fueron examinadas por F. Vaz de Melo, Astrid Pulido y Édgar Camero; copias fueron depositadas en la colección del Grupo de Estudios Ambientales de la Universidad del Cauca (GEA) y en la de uno de los autores (CFPL-COL).

## Análisis de datos

Se realizó a través de los índices de Shannon, Simpson y de complementariedad (COLWELL, 1997), también con los estimadores de riqueza de especies observadas (sobs), ACE y CHAO (*Ibid.*).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

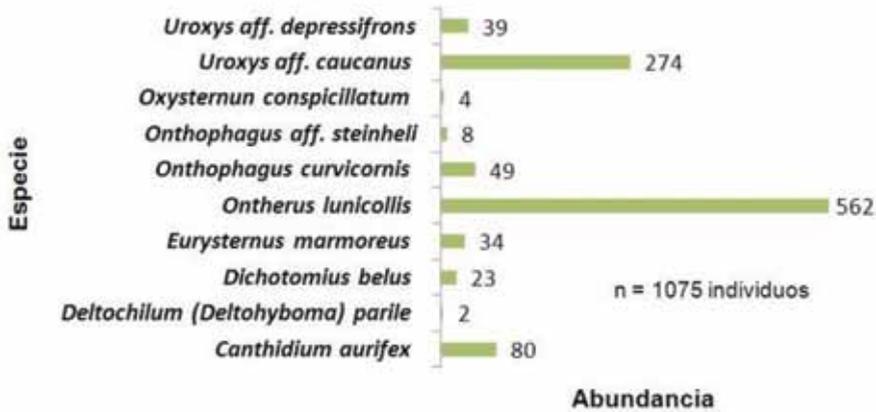
En los agroecosistemas evaluados se colectaron 1.075 individuos distribuidos en 8 géneros y 10 especies (Tabla 1, Figuras 2 y 3).

**Tabla 1.** Diversidad y abundancia de Coleópteros coprófagos colectados en cada ecosistema.

Especies	Roble	Pino-Eucalipto	Potrero	TOTAL
<i>Canthidium aurifex</i>	79	-	1	80
<i>Deltochilum parile</i>	2	-	-	2
<i>Dichotomius belus</i>	-	5	18	23
<i>Eurysternus marmoreus</i>	25	7	2	34
<i>Ontherus lunicollis</i>	364	112	86	562
<i>Onthophagus curvicornis</i>	17	14	18	49
<i>Onthophagus (circa). steinheili</i>	8	-	-	8
<i>Oxysternon conspicillatum</i>	1	2	1	4
<i>Uroxys (circa). caucanus</i>	234	24	16	274
<i>Uroxys (circa). depressifrons</i>	36	1	2	39
<b>Diversidad</b>	9 sp.	7 sp.	8 sp.	
<b>Abundancia</b>	766	165	144	



**Figura 2.** Especies de escarabajos colectadas en la vereda Clarete, Popayán, Cauca.



**Figura 3.** Abundancia de las especies de Scarabaeinae en agroecosistemas de la vereda Clarete, alto Cauca, Colombia.

No obstante la tremenda dificultad que aún representa la identificación de múltiples especies de escarabajos coprófagos en Colombia y lo poco explorado del grupo en muchas regiones, preliminarmente, se podría acotar que de las especies registradas 8 conforman nuevos registros para el departamento del Cauca (*Canthidium aurifex*, *Deltochilum parile*, *Dichotomius belus*, *Eurysternus marmoreus*, *Onthophagus curvicornis*, *O. steinheli*, *Uroxys caucanus* y *U. depressifrons*), coincidiendo seis (*Deltochilum parile*, *Dichotomius belus*, *Eurysternus marmoreus*, *Ontherus lunicollis*, *Oxysternon conspicillatum* y *Uroxys depressifrons*) con los rangos altitudinales expresados para Colombia (MEDINA *et al.*, 2001); mientras que las otras especies se distancian de lo registrado o son rangos nuevos para la ciencia: para *Onthophagus curvicornis* (2000 m) y *Uroxys caucanus* (2000-2500 m) éste sería su menor registro altitudinal, para *Onthophagus steinheli* (sin datos, éste sería el primer registro altitudinal), para *Canthidium aurifex* (50-450 m) éste sería el mayor registro altitudinal) (Tabla 2).

La eficiencia de muestreo registró valores entre el 80% para el Potrero y de 89,02% para el Robledal, sugiriendo un muestreo eficiente en cada uno de los ecosistemas evaluados; así mismo, la expectativa de colecta de nuevas especies al muestreo (relación entre especies observadas-sobs y las esperadas para los dos estimadores -ACE y CHAO-), es muy baja, ya que los estimadores de riqueza exponen valores con una curva asintótica, casi horizontal (Figura 4).

La riqueza del gremio declinó desde hábitats mejor conservados a muy intervenidos así: Roble (9), Potrero (8) y Pino-Eucalipto (7); de manera similar la abundancia de escarabajos por hábitat presentó diferencias notables, presumiblemente, debido a la calidad del hábitat o a la preferencia ecosistémica de los escarabajos (Tabla 1, Figura 3), encontrándose especies asociadas con exclusividad a uno de los hábitats, como fue el caso de *Deltochilum (Deltohyboma) parile* y *Onthophagus (circa) Steinheli*, colectadas únicamente en Robledal e incluso *Canthidium aurifex* y *Uroxys (circa) depressifrons*, cuya mayor abundancia fue en Robledal. En general poco más del 75% de la abundancia de escarabajos coprófagos se colectó en el Robledal (Tabla 1).

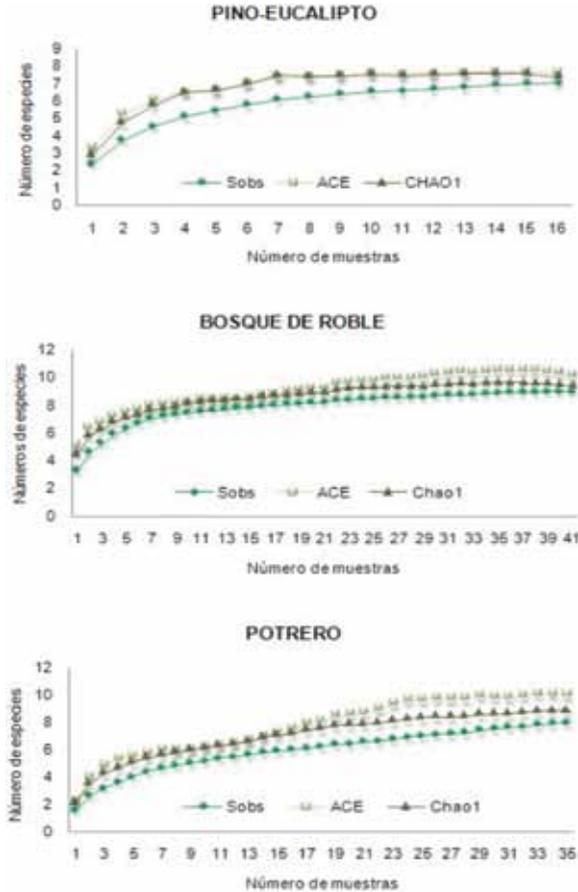
**Tabla 2.** Estudios sobre escarabajos coprófagos en selvas de los Andes occidentales de Colombia.

Localidad Altitud	Especies / cantidad	Especies más frecuentes	Fuente
La Suiza, Santuario Otún- Quimbaya, Risaralda (1900 m)	15 620	<i>Ontherus lunicollis</i> , <i>Uroxys pauliani</i> , <i>Canthidium</i> sp.1	Medina <i>et al.</i> , 2001
Ver. Cataluña, Santuario- Otún Quimbaya, Risaralda (1800-2000 m)	15 4006	<i>Onthophagus curvicornis</i> , <i>Uroxys</i> sp.2, <i>Pedaridium medinae</i>	Torres <i>et al.</i> , 2002
El Rosal, Munchique, Cauca (1750-2000 m)	18 2865	<i>Uroxys depressifrons</i> , <i>Uroxys</i> sp.2 y <i>Dichotomius satanas</i>	Narváez <i>et al.</i> , 2002; Pardo-Locarno & Sevilla, 2007
Río Tambito, Cauca (1400-1500 m)	17 2578	<i>Uroxys</i> sp.1, <i>Scybalacanthon</i> sp. y <i>Dichotomius satanas</i>	García & Pardo-Locarno, 2004
Clarete, Popayán, Cauca (1890-1940 m)	10 1075	<i>Ontherus lunicollis</i> , <i>Uroxys (circa). caucanus</i> y <i>Canthidium aurifex</i>	Esta publicación

Las tres especies más abundantes al muestreo fueron *Ontherus lunicollis* Genier, *Uroxys (circa). caucanus* Arrow y *Canthidium aurifex* Bates (Tabla 2, Figura 3), con abundancia disímil entre hábitats y notable abundancia de *O. lunicollis* en Roble, en menor grado en Pino-Eucalipto y Potrero; no obstante, la abundancia de alguna especie en particular fue moderadamente alta, lo cual, en parte coincide con el índice de dominancia de Simpson, cuyos valores muestran dominancia similar (Tabla 3), lo que permite sugerir que la abundancia fue en sentido directo al grado de conservación de los hábitats. *Ontherus lunicollis* también fue muy abundante en otros hábitats similares de la cuenca (MEDINA *et al.*, 2002), pero otras especies aunque compartidas, tuvieron abundancias muy bajas, por ejemplo *Onthophagus curvicornis* (TORRES *et al.*, 2002), la cual junto a otras especies que predominan en espacios abiertos como *Dichotomius belus*, tuvieron una abundancia muy baja; otras esperadas para esa altitud estuvieron ausentes, por ejemplo *Dichotomius satanas* (GARCÍA & PARDO-LOCARNO, 2004).

En cuanto a la diversidad por agroecosistemas, todos compartieron 6 especies (*Eurysternus marmoreus*, *Ontherus lunicollis*, *Onthophagus curvicornis*, *Oxysternon conspicillatum*, *Uroxys (circa). caucanus* y *Uroxys (circa). depressifrons*), siendo Robledal el único sistema que presentó las dos especies exclusivas ya comentadas; de acuerdo con el diagrama de Ven (Figura 5), los agroecosistemas Pino-Eucalipto y Potrero-Potrero y Roble, compartieron 7 especies, mientras que Pino-Eucalipto y Roble compartieron 6 especies; ello en coincidencia con el índice de

complementariedad (Tabla 3), que señala a Pino-Eucalipto y Roble como los más disímiles (complementándose 40%), mientras que los otros agroecosistemas se complementaron 30%, lo cual podría ser consecuencia de las prácticas de manejo (remoción, quema, tala de Roble), modificando las condiciones microclimáticas y edáficas, propiciando el establecimiento de fauna resistente o adaptable a este tipo de condiciones (Tabla 3, Figura 3). Esta situación se expresó también en el índice de diversidad de Shannon que señala a Robledal con el mayor valor (1,36) y el menor en Potrero (1,06), lo cual podría corresponder con la disponibilidad del recurso alimenticio y de nidificación que aporta cada ecosistema (Tabla 3).

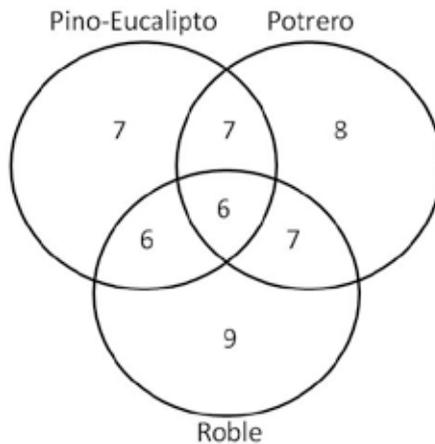


**Figura 4.** Curvas de acumulación de especies para cada uno de los ecosistemas.

Al comparar los resultados obtenidos en Clarete, Popayán, con otros puntos de la cuenca del río Cauca, a similar altitud (Tabla 2), se concluye que la diversidad y abundancia fue menor, debido quizás a que el muestreo solo duró 6 meses o que el hábitat ya está muy impactado, pero se obtuvieron coincidencias en cuanto a que la mayor riqueza y abundancia también se observó en el hábitat selva altoandina o bosque natural (MEDINA *et al.*, 2002; TORRES *et al.*, 2002; CULTID, 2007).

**Tabla 3.** Estudios sobre escarabajos coprófagos en selvas de los Andes occidentales de Colombia.

HÁBITAT	Estimadores de Riqueza			Eficiencia de muestreo (%)	Diversidad (Shannon-Wiener)	Dominancia (Simpson)	Índice de Complementariedad
	Sobs	ACE	CHAO				
Pino-Eucalipto	7	7,61	7,59	87,5	1,06	0,5	
Roble	9	10,11	9,71	89,02	1,36	0,6	
Potrero	8	10	14,12	80	1,26	0,6	
Diversidad total					1,4		
Pino-Eucalipto vs. Potrero							0,33
Pino-Eucalipto vs. Roble							0,40
Roble vs. Potrero							0,30



**Figura 5.** Diagrama de Ven mostrando especies exclusivas y compartidas por los hábitats muestreados.

También se evidenció la filiación ambiental de algunas especies por el hábitat forestal, como *Ontherus lunicollis*, *Canthidium aurifex*, *Uroxys (circa). caucanus* y *U. (circa). depressifrons*, las cuales fueron compartidas por los diferentes hábitats, pero con la mayor abundancia asociada a Robledal, algunas compartidas con Potrero, situación que puede estar influenciada tanto por la proximidad que presentaron

estos hábitats, además, como por la presencia de cercas vivas con árboles de Roble, observadas en Potrero, lo cual pudo facilitar el desplazamiento de la fauna de escarabajos coprófagos entre los dos sistemas. GARCÍA & PARDO-LOCARNO (2004) sostienen que diversos grupos faunísticos son influenciados significativamente por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat, siendo la cobertura vegetal la variable que posee mayor efecto sobre la microdistribución espacial de los escarabajos.

En general la diversidad de escarabajos observada en la vereda Clarete, podría coincidir con la tendencia de bajo número de especies señalada para el rango altitudinal entre los 1000 y 2000 msnm de la zona andina, la cual presenta un alto índice de deforestación y transformación de los paisajes naturales, dando paso a extensas zonas de cultivo y potreros, disminuyendo las áreas de bosques en sucesión; ello explicaría la presencia de especies típicas de áreas abiertas, como *Dichotomius belus*, *Onthophagus curvicornis*, *Oxysternon conspicillatum* y *Eurysternus marmoreus*, las cuales presentan cierto nivel de adaptabilidad y éxito reproductivo en áreas intervenidas (MEDINA *et al.*, 2001).

La información obtenida sobre variación de la riqueza y abundancia de escarabajos coprófagos en los hábitats altoandinos muestreados, permite inferir que el bosque de Roble presenta una mayor oferta ambiental para los escarabajos que su similar Pino-Eucalipto y, más aún, que el hábitat más disímil como es Potrero, los cuales son agroecosistemas que expresan mayor simplificación ecológica e impacto antrópico, que va acompañado de la pérdida de una amplia gama de atributos requeridos por los escarabajos (PARDO-LOCARNO & KATTAN, 2002); lo anterior se evidencia a nivel de paisaje por la remoción de cobertura vegetal y estructura faunística; a nivel local, por la variación microclimática, propiciada por el desbroce y raleo arbóreo que impacta el suelo, exponiéndolo a la radiación solar, generándose pérdida excesiva de humedad e incremento en la temperatura ambiente (IGAC, 1995), cambios que podrían impactar la actividad de búsqueda de alimento, nidificación y mantenimiento de progenies de los escarabajos coprófagos, propiciando el desplazamiento de esta microfauna (PARDO-LOCARNO, 2002a).

Resultados que indican que los impactos antrópicos (tala, ganadería e implementación de monocultivos), pueden incidir en la estructura y composición de la comunidad de escarabajos coprófagos de ecosistemas montanos andinos, al propiciar simplificación ecológica y estructural y restringir biotopos y fuentes alimenticias (GARCÍA & PARDO-LOCARNO, 2004; PARDO-LOCARNO & KATTAN, 2002; TORRES *et al.*, 2002; CULTID, 2007).

## CONCLUSIONES

Estos resultados evidencian los profundos cambios estructurales y poblacionales que un gremio asociado a hábitats forestales puede expresar cuando éste es modificado a través de actividades productivas; igualmente, evidencian la versatilidad que posee el gremio de los escarabajos Scarabaeinae en dichos atributos, para expresar la respuesta biológica asociada a la modificación drástica de los hábitats forestales; en este caso el hábitat más acogedor fue Robledal, bosque maduro, conformado por especies vegetales autóctonas, el cual expresó la mayor riqueza y abundancia, y dos especies únicas durante el muestreo.

La declinación de la riqueza y abundancia del gremio de los escarabajos Scarabaeinae, estaría asociada a la declinación de otros atributos ecológicos de los hábitats forestales, por lo tanto podría estar asociada a la pérdida de atributos ecológicos y posiblemente a la no sostenibilidad de los hábitats Pino-Eucalipto y Potrero, que expresaron la menor acogida para el gremio.

Se recomienda ampliar las investigaciones sobre escarabajos Scarabaeinae en los agroecosistemas forestales del alto río Cauca, con miras a estructurar planes de manejo ecológico.

## AGRADECIMIENTOS

A la comunidad de Clarete, por todo el apoyo y acompañamiento prestado al primer autor durante la fase de campo; al señor Carlos Concha y a la señora Ana Ligia Lozada, por apoyar económicamente la tesis de grado; agradecimientos a Luz Stella Villalobos quien acompañó toda la fase de campo. En diferentes momentos Fernando Vaz de Mello, Astrid Pulido y Édgar Camero aportaron a las identificación de las especies. A los revisores del documento por las recomendaciones aportadas; al Grupo de Estudios Ambientales (GEA) y a Apolinar Figueroa (Universidad del Cauca) por facilitar el laboratorio y equipos para hacer los análisis. Uno de los autores (LCP) agradece a Elena Gómez y Román Stechauner por apoyar fase de trabajo final, igualmente a los señores Enrique Murgueitio, Julián Chalá y Carolina Giraldo (CIPAV) por los auspicios ofrecidos durante la fase de sistematización.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDRESEN, E., 2005.- Interacción entre Primates, semillas y Escarabajos Coprófagos en Bosques Húmedos Tropicales: Un Caso de Diplocoria. *Universidad y Ciencia*, Número especial II: 73-84.
- ARROW, G.J., 1933.- The genus *Uroxys* (Coleoptera: Copridae) with descriptions of some new species. *Ann. Mag. Nat. Hist. Ser.*, 10 (11): 385-399.
- BATES, H.W., 1890.- *Biología Centrali-Americana. Insecta Coleoptera. Pectinicornia and Lamellicornia*. V. 2 Part 2. London. 432p.
- BOONROTPOONG, S.; SOTTHIBANDHU, S. & PHOLPUNTHIN, C., 2004.- Species Composition of Dung Beetles in the Primary and Secondary Forests at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary. *Science Asia*, 30: 59-65.
- BOUCOMONT, A., 1932.- Synopsis des Onthophages d'Amérique du sud (Col. Scarab). *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 101: 293-332.
- COLEMAN, D.C. & CROSSLEY, D.A.Jr., 1996.- *Fundamentals of soil ecology*. Institute of Ecology. Editorial, Academic Press, INC, San Diego, USA. 205p.
- COLWELL, R.K., 1997.- Estimates. Statistical estimations of species richness and Shared species from simples (en) Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2004) *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad*. Ramos López Editorial, Bogotá, Colombia. 235p.
- CULTID, C.A., 2007.- Ritmos de actividad diaria de vuelo en una comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un paisaje andino, Risaralda, Colombia: Trabajo de grado Biología, Universidad del Valle, Santiago de Cali. 89p.
- EDMONDS, W., 1972.- Comparative skeletal morphology, systematics and evolution of the Phanaeine Dung Beetles (Coleoptera-Scarabaeidae). The University of Kansas. *Science Bulletin*, 49 (11): 731-874.
- EDMONDS, W. & ZIDEK, J., 2004.- Revision of the Neotropical dung beetle genus *Oxysternon* (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Folia Heyrovskyana*, Supplementum 11: 1-58.

- GARCÍA R., J.C. & PARDO-LOCARNO, L.C., 2004.- Escarabajos Scarabaeinae Saprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) en un bosque húmedo premontano de los Andes Occidentales Colombianos. *Ecología Aplicada*, 3 (1-2): 59-63.
- GENIER, F., 1996.- A Revision o the Neotropical Genus *Ontherus* Erichson (Coleoptera-Scarabaeidae, Scarabaeinae) (en) V. BEHAN-PELLETIER (ed.) *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 70: 168p.
- GILL, B.D.. 1991.- *Dung Beetles in tropical american forests*. Cap. 12: 211-383. ILKKA HANSKI & IVES CAMBEFORT (eds.). Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- HALFFTER, G. & MARTÍNEZ, A., 1977.- Revisión monográfica de los Canthonina Americanos, IV parte Clave para Géneros y Subgéneros. *Folia Entomológica Mexicana*, 38: 29-107.
- HALFFTER, G. & MATHEWS, E.G., 1967.- Ecología de Scarabaeinae. V Congreso Nacional de Entomología. *Folia Entomológica Mexicana*, 49-51. México.
- HOWDEN, H.F., 1966.- Notes on Canthonini of the "Biología Centrali-Americana" and Descriptions of New Species (Coleoptera, Scarabaeidae). *The Canadian Entomologist*, 98: 725-741.
- HOWDEN, H.F. & NEALIS, V.G., 1975.- Effects of clearing in a Tropical Rain Forest on the composition of the Coprophagous Scarab Beetle Fauna (Coleoptera). *Biotropica*, 7 (2): 77-83.
- , 1978.- Observations on height of Perching in Some Tropical Dung Beetles (Scarabaeidae). *Biotropica*, 10 (1): 43-46.
- HOWDEN, H.F & YOUNG, O.P., 1981.- Panamanian Scarabaeinae: Taxonomy, Distribution and Habits (Coleoptera, Scarabaeidae). *Contributions of the American Entomological Institute*, 18 (1): 1-204.
- IDEAM., 2006.- *Datos climatológicos*. Estación meteorológica Guillermo León Valencia. Popayán, Cauca, Colombia.
- , 2007.- *Datos climatológicos*. Estación meteorológica Guillermo León Valencia. Popayán, Cauca, Colombia.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI., 1988.- *Suelos y bosques de Colombia*. Subdirección Agrológica, Bogotá, Colombia. 134p.
- , 1995.- *Suelos de Colombia origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. Subdirección de Agrológica. Bogotá. 632 p.
- JESSOP, L., 1985.- An identification guide to Eurysternine dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae). *Journal of Natural History*, 19: 1087-1111.
- LUEDERWALDT, H., 1929.- As Especies brasileiras do Genero *Pinotus*. (Coleóptera-Lamellicornidae-Coprini), com algumas condierações tambem sobre outras especies. *Revista Museu Paulista*, 16: 174 .
- MEDINA, C.; ESCOBAR, F. & KATTAN, G., 2002.- Diversity and habitat use of dung beetles in a restored andean landscape. *Biotropica*, 34 (1): 181-187.
- MEDINA, C.A.; LOPERA-TORO, A.; VITOLO, A. & GILL, B., 2001.- Escarabajos Coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2 (2): 131-144.
- NARVÁEZ G., C.P.; PARDO LOCARNO, L.C.; SEVILLA G., F. & MADRID, O., 2002.- Escarabajos saprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) del Parque Nacional Natural Munchique, Cauca (en) *Resúmenes XXXVII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas (ACCB)*. San Juan de Pasto-Nariño-Colombia. p. 279.
- PARDO LOCARNO, L.C., 2002a. Escarabajos (Col. Scarabaeoidea) de las selvas alto andinas del Saladito, Valle: composición y filiación estructural con ensamblajes de páramos colombianos (en) *Resúmenes Congreso Mundial de Páramos. Estrategias para la conservación y sostenibilidad de sus bienes y servicios ambientales*. Paipa, Boyacá. p. 49.
- , 2002b.- Registros, importancia ecológica y relaciones faunísticas de los escarabajos del Páramo Las Hermosas, Cordillera Central, Valle-Tolima, Colombia (en) *Resúmenes Congreso Mundial de Páramos. Estrategias para la conservación y sostenibilidad de sus bienes y servicios ambientales*. Paipa, Boyacá. p. 50-51.
- PARDO-LOCARNO., L.C. & SEVILLA, F., 2007.- Reconocimiento sistemático y filiaciones geográficas de la comunidad de escarabajos coprófagos (Col. Scarabaeidae) de Munchique, Tambo, Cauca (en) *XXXIV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN. Libro de resúmenes*. Cartagena. p. 30.
- PARDO LOCARNO, L.C. & KATTAN, G., 2002.- Escarabajos de Ucumarí, Cordillera Central, Risaralda, Colombia, registros, importancia ecológica y relaciones faunísticas (en) *Resúmenes Congreso Mundial de páramos. Estrategias para la conservación y sostenibilidad de sus bienes y servicios ambientales*. Paipa, Boyacá. p. 50.

- PAULIAN, R. 1938. Contribution a l'étude des Canthonides Américains. *Ann. Soc. Ent. France*, 107: 213-296.
- PECK, S.B. & FORSYTH, A., 1982.- Composition, Structure and Competitive behavior in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera Scarabaeidae). *Canadian Journal of Zoology*, 60(7): 1624-1634.
- PECK, S.B. & HOWDEN, H.F., 1984.- Response of a Dung Beetle Guild to different sizes of Dung Bait in a Panamanian Rainforest. *Biotropica*, 16 (3): 235-235.
- PEREIRA, F.S. & MARTÍNEZ, E.A., 1956.- Os Gêneros de Canthonini Americanos. *Revista Brasileira de Entomologia*, 6: 91-192.
- TORRES O., C.A.; PARDO-LOCARNO, L.C. & MADRID, O., 2002.- Escarabajos copronecrófagos (Scarabaeinae) en tres circunstancias ambientales en la zona de amortiguamiento del santuario de fauna y flora Otún-Quimbaya, Risaralda, Colombia (en) *Resúmenes XXXVII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas (ACCB)*. San Juan de Pasto-Nariño-Colombia. p. 249.
- VILLAREAL, H.; ÁLVAREZ, M.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M.; UMAÑA, A.M. & CÓRDOBA, S., 2004.- *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. p. 236.
- VULCANO, M.A. & PEREIRA, F.S., 1967.- Sinópsis dos Passalidae e Scarabaeidae S. Str. Da região Amazônica (Insecta, Coleoptera). H. LENT (ed.). *Atas de Simpósio sobre a Biota Amazônica*, 5: 533-603.
- WOODRUFF, R.E., 1973.- The Scarab. Beetles of Florida (Coleoptera: Scarabaeidae) Part I the Laparosticti (Subfamilies Scarabaeinae, Aphodiinae, Hybosorinae, Ochodaeinae, Geotrupinae, Acanthocerini; Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas. Vol. 8. 220p. Gainesville. Fl. Florida. Depto Agriculture and consumer services.