



Biota Colombiana

ISSN: 0124-5376

biotacol@humboldt.org.co

Instituto de Investigación de Recursos

Biológicos "Alexander von Humboldt"

Colombia

Reinoso-Flórez, Gladys; Villa-Navarro, Francisco A.; Losada-Prado, Sergio

Artropofauna epigea del páramo Estambul (Tolima), Colombia

Biota Colombiana, vol. 17, núm. 2, julio, 2016, pp. 39-51

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49148414004>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Artropofauna epigea del páramo Estambul (Tolima), Colombia

Artropofauna epigea in Estambul páramo (Tolima), Colombia

Gladys Reinoso-Flórez, Francisco A. Villa-Navarro y Sergio Losada-Prado

Resumen

Los páramos almacenan y capturan gas carbónico atmosférico y son clave en el equilibrio del ciclo hídrico y regulación del clima regional. Dada su relevancia, en el 2013 se evaluó la fauna epigea del páramo Estambul (Tolima, Colombia), entre 3100 m a 3600 m s.n.m. Se realizó un muestreo preliminar, siguiendo el gradiente altitudinal mencionado, para ubicar cinco estaciones de muestreo. Se procuró ubicar posteriormente cada estación de muestreo en áreas conservadas o poco perturbadas. En cada estación se estableció un transecto lineal de 100 m, se ubicaron puntos separados 20 m uno de otro, y se hicieron las colectas de hojarasca (sacos mini-Winkler), con trampas de caída y búsqueda manual. Se registraron 2617 organismos, 28 órdenes y 75 familias. Acari registró mayor abundancia (606 organismos), mientras que Julida y Psocoptera, presentaron cada uno un individuo. Los estimadores no paramétricos de riqueza de especies Jack 2 y Chao 2 indican que se registró entre el 81 % –90 % de las especies esperadas, lo cual evidencia un buen muestreo de la artropofauna epigea del páramo y que la biota registrada varía en su composición, abundancia y diversidad, en el gradiente altitudinal.

Palabras clave. Andes colombianos. Distribución. Invertebrados del suelo. Tolima.

Abstract

Páramos can store and capture atmospheric carbon dioxide, which make them tools in the storage and equilibrium of the water cycle and the regulation of the regional climate. Given the importance of páramos, we conducted a study in 2013 to evaluate epigeal fauna in Estambul páramo (Tolima, Colombia). This study was conducted from 3100 m to 3600 m. Five sampling points were selected, efforts were made to locate each sampling station in conservation areas. In each location a linear transect of 100 m was established, points 20 m apart from each other were located. The sampling was done using three methods: leaf litter (mini-Winkler sacks), pitfall traps and manual search. We collected 2617 organisms, 28 orders and 75 families. The most abundant orders were Acari (606 individuals), Julida, Psocoptera, were less abundant, represented by only one individual each one. It is important to mention that a considerable number of taxa were reported. According to non-parametric estimators of species richness Jack2 and Chao2, we recorded between 81 % and 90 % of the expected species, which indicates that the sampling effort was sufficient and our data is reliable. These results demonstrate that the sampled biota varies in composition, abundance and diversity mainly due to the effects of grazing and deforestation activities.

Key words. Colombian Andes. Distribution. Soil fauna. Tolima.

Introducción

Los páramos ocupan en el Neotrópico aproximadamente 35.000 km², área muy inferior a la de las selvas amazónicas (Hofstede *et al.* 2002). Son ecosistemas de riqueza singular cultural y biótica, con un alto grado de especies de flora y fauna de especial importancia y valor, componentes que constituyen un factor indispensable para el equilibrio ecosistémico, el manejo de la biodiversidad y del patrimonio natural del país (Corpoica 2009). Gracias a la diversidad y a los servicios ambientales aportados, actualmente, se reconoce la condición de los páramos como ecosistemas estratégicos y a la vez, uno de los más vulnerables del norte de Suramérica y el Neotrópico, lo que les ha valido la denominación de “Hotspot”, en la cual se contraponen altos grados de biodiversidad y endemismo con factores críticos de amenaza (Castaño-Uribe 2002, Castaño-Uribe y Hofstede 2002).

En Suramérica el páramo forma parte de la región andina, la cadena montañosa más extensa del mundo, y a la vez, uno de los ecosistemas con mayor afectación antrópica del continente. En Colombia, tanto los páramos como los bosques alto andinos, están intervenidos fuertemente por actividades humanas, y en ocasiones, han sido reemplazados por plantaciones forestales o por sistemas agropecuarios a diferente escala, especialmente por el aumento de los cultivos de papa. En el caso concreto del Parque Nacional Natural Los Nevados, el sistema predominante entre 3400-3700 m s.n.m. es el monocultivo de papa en rotación con ganadería con pastos sembrados, mientras por encima de este límite se presenta únicamente pastoreo extensivo y quemas (Rueda-Almonacid *et al.* 2004).

A pesar de la importancia de los páramos, son pocos los estudios que evalúan la diversidad de especies y hábitats, por lo que existen muchos vacíos respecto al conocimiento de la diversidad específica y funcional de la fauna y flora y en particular de la microbiota de los suelos paramunos, a pesar del relevante papel que cumple esta fauna en la dinámica de la materia orgánica y en la regulación de la disponibilidad de nutrientes. En contraste, la fauna del páramo ha sido menos estudiada que su flora, situación que quizás se da por que a nivel general se ha considerado a los

páramos como regiones poco diversas y con bajas densidades de animales, lo cual dificulta la realización de estudios estadísticamente representativos (Cuesta *et al.* 2014). Los estudios disponibles sobre la biota del páramo evidencian que en general presentan valores absolutos de riqueza de especies inferiores que los ecosistemas boscosos, pero con una alta singularidad (Torres-Carvajal 2007, Tirira 2011).

Si bien la riqueza de especies no es muy alta, si lo es el grado de endemismo que presentan muchas de las taxa presentes en los páramos. Entre los invertebrados se encuentran un número alto de artrópodos (insectos, arácnidos, crustáceos y miriápodos), moluscos y anélidos, entre otros. En algunos grupos como los coleópteros o los lepidópteros se han reportado también procesos de radiación adaptativa y diversificación reciente (Rodríguez y Rojas-Suárez 1995, Moret 2001). Los invertebrados de los suelos del páramo, entre los que se destacan grupos como los ácaros, colémbolos, coleópteros, dípteros y lombrices de gran tamaño, juegan un papel muy importante en la descomposición de la materia orgánica, al fraccionar y movilizar la hojarasca producida por la vegetación e incorporarla al suelo (Morales y Sarmiento 2002).

La situación actual de las zonas de páramo, conlleva la necesidad de ampliar la información de sus condiciones reales para el manejo adecuado que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) le debe dar a estas zonas. Los planes de manejo ambiental para los páramos deben estar incluidos dentro de los planes de desarrollo departamental en aquellas regiones donde estos ecosistemas son más vulnerables. Por esto, el MADS y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt definieron criterios para la delimitación de los diferentes tipos de páramos del país, involucrando la caracterización de flora y fauna. En esta última, se ha priorizado el análisis de los grupos de invertebrados del suelo con el objetivo de determinar su riqueza y diversidad y detectar grupos potenciales en el ciclaje de nutrientes y degradación de la materia orgánica.

En el estudio del estado actual de los páramos del departamento del Tolima (EEA), se estableció la

división de los páramos en tres regiones o zonas de acuerdo a la posición geográfica de los municipios que corresponden: zona norte, zona centro y zona sur, respectivamente; comprenden los páramos de Letras, Normandía, Carrizales, La Línea, Anaime, Barragán, Chili, Yerbabuena, Miraflores, Meridiano, Las Hermosas, los Valles, así como los Volcanes Nevados del Ruiz, Santa Isabel, Quindío, Tolima y Huila. Así mismo en esta zona se encuentran los parques de Los Nevados, Las Hermosas y parte del Nevado del Huila.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el páramo Las Nieves-Estambul, ubicado en el municipio de Ibagué, departamento del Tolima (Colombia) y hace parte del complejo de páramos Chilí-Barragan (Morales *et al.* 2007) (Figura 1). Es un sector donde se alterna la vegetación de bosque alto andino con la vegetación de páramo. Entre las especies más relevantes están

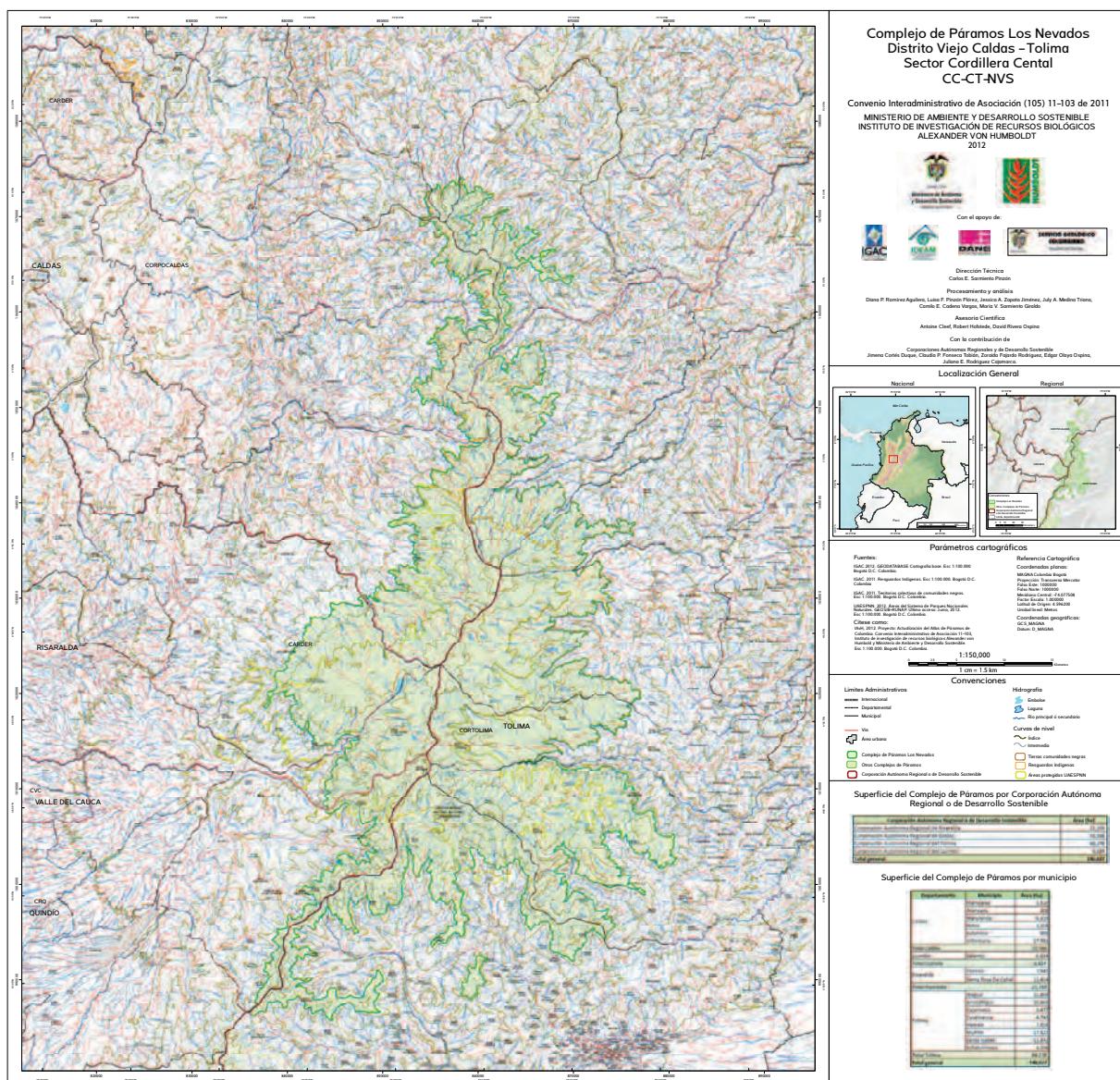


Figura 1. Localización del páramo Las Nieves–Estambul, complejo de páramos Los Nevados. Fuente: [http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/22CC-CT-NVS\(Nevados\).pdf](http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/22CC-CT-NVS(Nevados).pdf)

Weinmannia, *Buddleja*, *Clethra*, *Oreopanax* sp., *Cestrum* sp., *Miconia* sp., *Myrsine* sp., *Escallonia myrtilloides*, *Morella pubescens*, *Schefflera* sp. y helechos arborecentes. El páramo tiene terrenos planos intercalados con la formación de pendientes abruptas (35 %–55 % inclinación). En algunos sitios se presentan coberturas de pastizales (*Calamagrostis* sp. y *Chusquea* sp.), los frailejones o rosetas caulescentes, son también predominantes a esta altitud, siendo *Espeletia hartwegiana* la especie más representativa (Currea 2003, Bonilla 2005, Pava 2005).

En el páramo se estableció un transecto en el gradiente altitudinal entre 3100 m a 3600 m s.n.m. El transecto fue diseñado inicialmente utilizando la cartografía oficial e imágenes de satélite, proporcionadas por el Instituto Humboldt, quien tomó como referencia la actualización cartográfica del Atlas de Páramos de Colombia, a escala 1:100.000. Se realizó un muestreo preliminar, siguiendo el gradiente altitudinal mencionado, con el objetivo de ubicar cinco estaciones de muestreo (Tabla 1). El criterio utilizado fue buscar la franja de transición entre el bosque alto andino y el páramo, identificando la presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos propios del subpáramo al interior del bosque altoandino. Una vez definida esta franja (donde se inicia un cambio en los tipos de formación), se ubicó la estación de muestreo más baja (de 100 a 200 m por debajo de la ecoclina observada), a partir de la cual se establecieron las demás estaciones, distantes entre sí, cada 100 m en sentido altitudinal. Los sitios de muestreo se eligieron

en áreas conservadas, alejadas de cañadas, senderos y zonas con algún grado de intervención. Los muestreos se efectuaron entre la primera y segunda semana de julio de 2013, en la época de bajas lluvias, con una duración de diez días de muestreo efectivo.

Muestreos y análisis

En cada estación se estableció un transecto lineal de 100 m, perpendicular a la línea del transecto altitudinal. Sobre los transectos de 100 m se ubicaron puntos separados 20 m uno de otro, en los que se emplearon tres métodos de captura: procesamiento de hojarasca mediante sacos mini-Winkler, trampas de caída y búsqueda manual. En cada punto dentro del transecto, se recolectó la hojarasca extraída en 1 m² de suelo, se tamizó con un cernidor de 1 cm² de poro y se depositó la muestra resultante en bolsas de malla suspendidas al interior de un saco de color negro (mini-Winkler). Durante 48 h los organismos que componen la fauna asociada a la hojarasca, cayeron en el frasco colector que contenía alcohol al 70 %, una vez finalizado este tiempo la muestra se almacenó en bolsas de seguridad.

Las trampas de caída consistieron en vasos plásticos (12 onzas de capacidad), enterrados a ras del suelo; cada uno contenía una solución de 1/3 de etanol al 70 %, 2/3 de agua y una gota de jabón (Villarreal *et al.* 2004). Estas trampas se recogieron después de 48 horas de su instalación. Finalmente, en cada punto dentro del transecto, se colectaron los organismos

Tabla 1. Estaciones de muestreo establecidas en el páramo de Las Nieves-Estambul, proyecto de delimitación de páramos en el departamento del Tolima.

Estación	Tipo de hábitat	Coordenadas		Altitud (m s.n.m.)
		N	W	
E1	Bosque andino	4° 36' 13,2"	75° 17' 42,4"	3229
E2	Bosque andino	4° 36' 16,0"	75° 17' 34,5"	3341
E3	Bosque andino y matorral	4° 36' 18,8"	75° 17' 26,2"	3426
E4	Bosque andino y matorral	4° 36' 25,0"	75° 17' 20,6"	3528
E5	Matorral, pajonal y frailejonal	4° 36' 27,5"	75° 17' 00,2"	3617

epígeos (macro y mesofauna), observados sobre el suelo y la hojarasca, bajo rocas y troncos, tratando de tener un área representativa de cada punto. El material biológico fue depositado en tubos Falcon con etanol al 70 %, y trasladado al Laboratorio de Investigación en Zoología (LABINZO) de la Universidad del Tolima para su procesamiento. Paralelo a la colecta del material biológico se diligenció una ficha de campo con todo lo observado en cada estación, que incluye datos básicos del transecto como fecha, coordenadas inicial y final; hora de inicio y de finalización, longitud y orientación; características del área: temperatura ambiente y del suelo, luminosidad, cobertura, altura capa de hojarasca.

Análisis de datos

Los organismos pertenecientes a los órdenes Isopoda, Polydesmida, Glomeridesmida, Spirostreptida, Scolopendromorpha, Spirobolida, Stemmiulida, Julida, Geophilomorpha, Polyzoniida, Araneae, Collembola, Diptera, Hymenoptera y Coleoptera, fueron determinados hasta el nivel de familia empleando claves y descripciones (Coto-Alfaro 1998, Smithers 2001, Adis 2002, Ospina *et al.* 2003, Barrientos 2004, Vázquez y Palacios 2004, Guzmán 2008, OCW 2009, Ospina *et al.* 2009, Pérez-Schultheiss 2010 y Ávila y Jaramillo 2011). Los taxones determinados a nivel de familia se utilizaron para los análisis de riqueza estimada, abundancia, diversidad y patrones de distribución, y los determinados hasta el nivel de orden se incluyeron únicamente en los análisis de composición general.

Se evaluó la riqueza como el número de las familias registradas en cada estación del páramo. La representatividad del muestreo se determinó empleando los estimadores no paramétricos Chao 2 y Jackknife 2 y Chao 1 para cada estación en el páramo, para lo cual se elaboraron matrices de presencia-ausencia y de abundancia (Moreno 2001, Villareal *et al.* 2004). Esta estimación se realizó teniendo en cuenta los puntos dentro de los transectos como unidades muestrales, por lo cual los registros obtenidos a partir de los tres métodos de colecta se tomaron como una muestra.

La abundancia de familias de los invertebrados del suelo se registró como el número de individuos por especie. Adicional a esto, se calculó el índice de abundancia relativa (IAR) dividiendo el total de registros para el muestreo entre el total de puntos dentro de los transectos, y se multiplicó por 100. Se determinaron intervalos de abundancia (abundante, común, poco común, escasa) según los criterios descritos en Villareal *et al.* (2006). Se calculó el índice de equidad de Shannon-Wiener para cada unidad de cobertura vegetal seleccionada (Magurran 1988, Moreno 2001, Villareal *et al.* 2006).

Para establecer la diversidad de la edafofauna registrada se determinaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), dominancia de Simpson y similitud de Jaccard, usando el paquete estadístico PastProgram®.

Se estimaron adicionalmente los números de Diversidad de Hill para medir el número efectivo de familias presentes en las muestras (N1 es el número de las familias abundantes y N2 es el número de las familias muy abundantes en la muestra) (Jost 2007).

Para estimar la diversidad beta se construyeron matrices de abundancia con base en la información registrada de las familias (organismos colectados a partir de los tres métodos: procesamiento de hojarasca mediante sacos mini-Winkler, trampas de caída y búsqueda manual), usando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis con el paquete PAST 2.13 (Hammer *et al.* 2001). Es importante mencionar que los análisis se hicieron por cada punto del gradiente altitudinal (estaciones).

Resultados y discusión

Riqueza estimada y representatividad del muestreo

Durante el estudio se recolectaron 2617 organismos de la fauna de invertebrados en el páramo de Las Nieves Estambul, distribuidos en 28 órdenes y 75 familias.

Los estimadores no paramétricos de riqueza de especies Jack 2 y Chao 2 indican que se registró entre el 81 % – 90 % de las familias esperadas para la zona evaluada, logrando registrar varios taxones.

De acuerdo con la curva de únicos y duplicados, el número de taxones ó familias raras no fue superior a 20, y dado que presentan una leve tendencia al descenso, se podría indicar que se logró un buen muestreo de la fauna asociada a la hojarasca del páramo de Estambul. El estimador Chao1 mostró que la mayor representatividad de familias se obtuvo en la estación E1 (91 %), seguida de las estaciones E2 (88 %), E3 (72 %), E4 (70 %) y E5 (58 %), información que permite deducir que con las muestras analizadas se obtuvo el 91 y 88 % de las especies esperadas para las dos primeras estaciones correspondiente a bosque andino (Figura 2).

Composición y estructura de la comunidad

Las familias identificadas corresponden únicamente a los órdenes Coleoptera, Collembola, Diptera, Hymenoptera, Isopoda, Araneae y la subclase Myriapoda. Los órdenes que registraron mayor abundancia fueron Acari (606 organismos), Coleoptera (599), Collembola (286), Diptera (250) y Polydesmida (subclase Myriapoda) (206) (Figura 3) y los menos abundantes Julida, Psocoptera, Spirobolida y Zygentoma con tan solo un individuo. En estudios realizados en macrofauna terrestre en otras regiones paramunas de Colombia se ha registrado una mayor densidad de la macrofauna asociada con la cobertura de los bosques (Smithers *et al.* 2001, Pickett 2001, Cerón *et al.* 2008).

Así mismo, se ha encontrado en diversos estudios que existe un predominio de ácaros oribátidos en la hojarasca, en contraste con una baja densidad de colémbolos para el mismo microhábitat. Esta relación es inversa cuando los microhabitats a considerar son rosetas muertas de *Espeletia*, lo que indica que tanto Acarina como Collembola, tienen especies con capacidad de ocupar microhabitats diversos (Amat y Vargas 1991, Oxbrough y Ramsay 2001, Quintero 2010). También se ha encontrado una clara preferencia de hábitat por parte de algunas especies de colémbolos, como el caso de *Harlomillsia oculata*, en el bosque primario; *Heteromurus* sp. en el bosque secundario y *Lepidocyrtus* sp 1 en el cafetal, lo cual hace suponer que estas especies pueden ser utilizadas como un indicador biológico de la calidad del suelo (Smithers y Atkins 2001, Guillén *et al.* 2006).

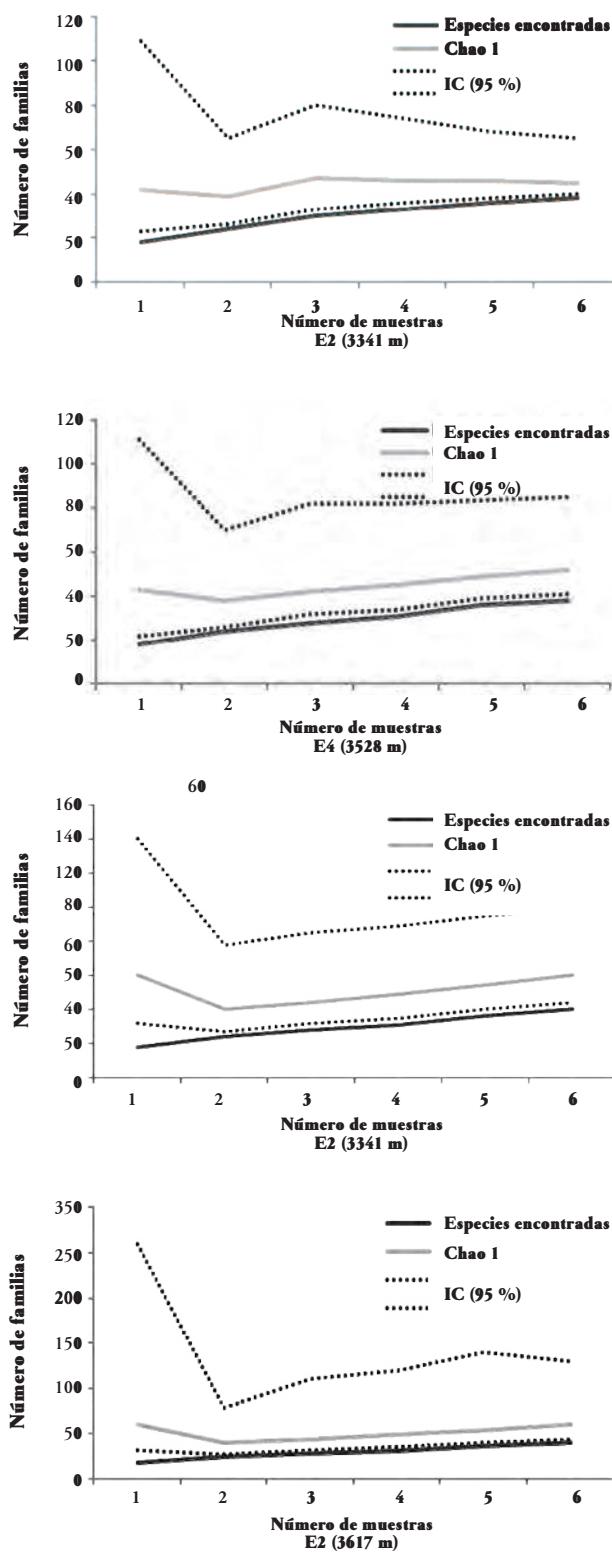


Figura 2. Curvas de acumulación por estación de muestreo de la artrópoda epígea, páramo de Las Nieves-Estambul, Ibagué, Tolima.

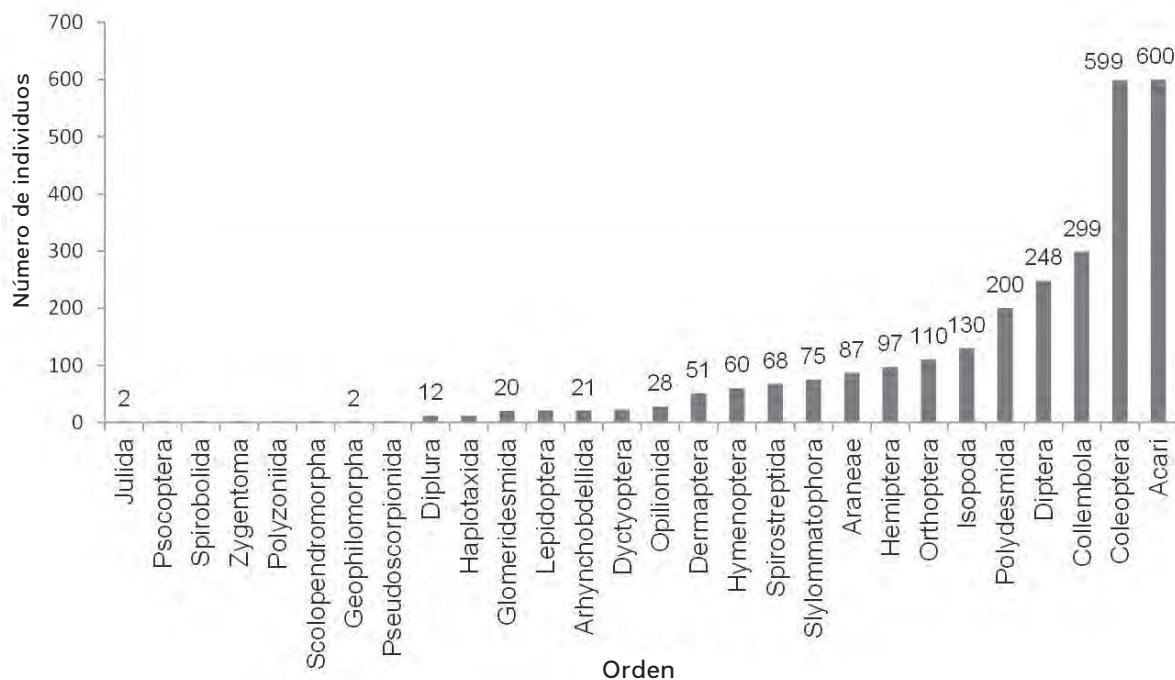


Figura 3. Abundancia de los órdenes registrados de artropofauna epígea, páramo de Las Nieves-Estambul, Ibagué, Tolima.

Por otra parte, con respecto a la abundancia, se encontró un aumento en el número de individuos a medida que se avanzó altitudinalmente en las estaciones (Figura 4). Estudios en páramos y en bosques altoandinos han evidenciado diferencias en la macrofauna a similar altitud (Cerón *et al.* 2008). Sin embargo, se ha determinado una posible tendencia al decrecimiento en número de individuos de fauna epígea a medida que se asciende altitudinalmente en la transición bosque altoandino-páramo (Rangel y Sturm 1994).

Dicha diferencia puede obedecer principalmente a un aumento en la abundancia de ácaros; sin embargo, no es extraño que en la composición y estructura de la fauna edáfica de ecosistemas tropicales, los ácaros se constituyan como uno de los microartrópodos edáficos numéricamente predominantes y que contribuyen activamente a la descomposición de los residuos vegetales, estimulando la actividad bacteriana y fúngica, y acelerando los procesos de mineralización y humificación del suelo (Andrés y Pérez 2004).

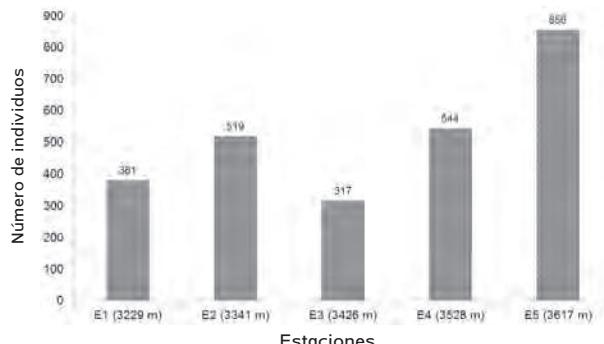


Figura 4. Abundancia por estación de muestreo de la artropofauna epígea, páramo de Las Nieves – Estambul, Ibagué, Tolima.

De los órdenes registrados, los que evidenciaron mayor abundancia y diversidad de familias fueron Coleoptera, Collembola y Diptera, especialmente Curculionidae, Entomobryidae y Phoridae, respectivamente, mientras que los demás órdenes (Hymenoptera, Isopoda y los de la subclase Myriapoda) registraron las menores abundancia y diversidad de familias.

La abundancia de Coleoptera es usual en ambientes tropicales debido a la compleja estructura de la vegetación y por las condiciones microclimáticas que estos hábitats proporcionan a las diferentes familias

registradas (Álvarez-Duarte y Barrera-Cataño 2007). Por otra parte, los colémbolos por su diversidad y abundancia, son un elemento muy importante en la formación y fertilidad de suelos, y el reciclaje de nutrientes (Galindo y Pabón 1985, Ospina *et al.* 2009, Gómez-Anaya *et al.* 2010). Así mismo, se ha registrado que la fauna de dípteros es común en ecosistemas tropicales de los Andes, particularmente se encuentran en abundancias importantes en los horizontes superficiales del suelo (Gómez 2011).

Índice de abundancia relativa e intervalos de abundancia

De acuerdo con el índice de abundancia relativa, las familias Curculionidae, Staphylinidae, Monotomidae (Coleoptera), Entomobryidae (Collembola), Phoridae (Diptera) y Pyrgodesmidae (Myriapoda), fueron las que registraron la mayor frecuencia de detección ($>0,8$), lo cual permite considerar que éstas se distribuyen ampliamente a lo largo del rango altitudinal evaluado (3200 – 3600 m s.n.m.) (Anexo 1).

Así mismo, se determinaron cuatro intervalos de abundancia (abundante, común, poco común, escasa), según los criterios descritos en Villareal *et al.* (2006). Para el páramo de Estambul cada intervalo se obtuvo por la diferencia entre el valor más alto registrado por familia y el menor en la distribución de datos correspondiente, siendo 42 el mayor y 1 el menor, dando una diferencia de 10 unidades entre rangos. Por lo anterior, se consideran especies escasas aquellas cuyo número de individuos se localizan entre 1–11, poco común (12–21), común (22–31) y abundante (32–41) (Anexo 1).

Diversidad alfa

La riqueza absoluta de familias fue mayor en la Estación E4 ($q_1=42,18$), mientras que la E5 ($q_1=27,7$) mostró los menores valores, así mismo se registró un mayor número de familias en E4 ($q_2=35,97$) que dominan en el emsamble (Figura 5).

Lo anterior puede ser una respuesta de las comunidades de la artropofauna, al tipo de hábitat ofertado en la

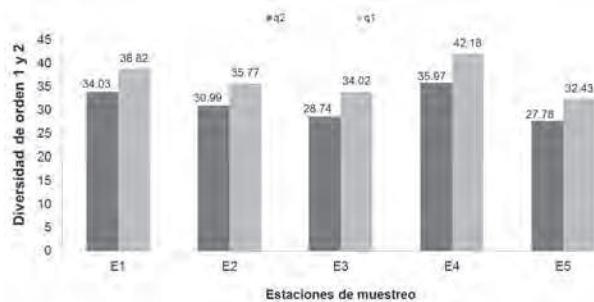


Figura 5. Diversidad y dominancia de familias (N1 y N2) de la artropofauna epígea, páramo de Las Nieves-Estambul, Ibagué, Tolima.

transición entre bosque andino y páramo, registrando una mayor diversidad en las zonas de bosque al tener un potencial mayor de oferta de hojarasca, alimento y protección, en comparación con las zonas propias de páramo donde la oferta se limita a arbustales y pajonales que no favorecen el establecimiento de gran parte de la comunidad edáfica (Cabrera 2012).

Se ha encontrado correlación entre la diversidad de especies vegetales y de macroinvertebrados edáficos. Una mayor diversidad vegetal amplía la gama de recursos disponibles y de hábitats, permitiendo una mayor especialización de las comunidades animales, las cuales aumentan concomitantemente su diversidad. Por lo tanto, las variaciones encontradas en la comunidad de macroinvertebrados edáficos pueden en parte ser explicadas por variaciones en la comunidad vegetal, tanto en un gradiente temporal como en la variación horizontal (Morales y Sarmiento 2002).

Diversidad beta

El dendrograma de agrupamiento de Bray-Curtis permitió evidenciar dos grupos de estaciones. Al primer grupo pertenecen las estaciones E1 y E2 (67 % de similitud), correspondientes a las alturas de 3229 m y 3341 m y a la cobertura bosque alto andino. El segundo grupo le son propias las estaciones E3, E4 (67 %) y E5, correspondientes a las alturas de 3426 m, 3528 m y 3617 m y a las coberturas de bosque alto andino, arbustal y frailejonal-pajonal (herbazal) (Figura 6).

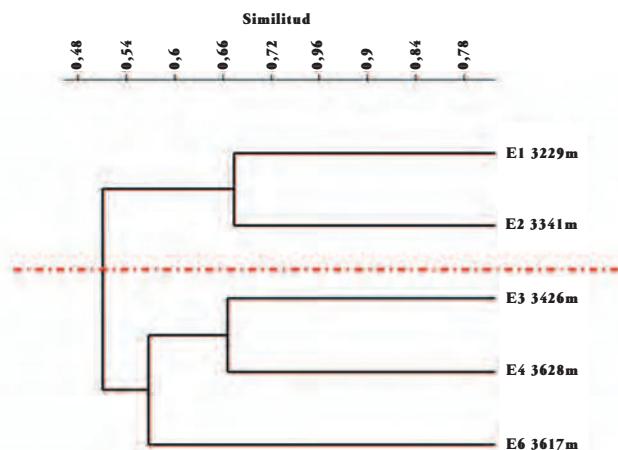


Figura 6. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis para las estaciones evaluadas, páramo de Las Nieves-Estambul, Ibagué, Tolima.

De acuerdo con los datos de la composición de la edafofauna epígea en el páramo de Las Nieves – Estambul, la franja de transición entre bosque alto andino y subpáramo corresponde a las alturas comprendidas entre 3300 m y 3400 m s.n.m. Así mismo, esta separación se evidencia a través del estado de conservación del bosque andino (menor intervención antrópica) comparado con el ecosistema de páramo, caracterizado por una mayor proporción de arbustales y pajonales.

Conclusión

La información obtenida en el presente estudio evidencia el registró entre el 81 % – 90 % de las familias esperadas, lo cual indica que se logró un buen muestreo de la edafofauna epígea del páramo y que la biota registrada varía en su composición, abundancia y diversidad.

De otra parte, es importante denotar que a pesar de que se observan variaciones en los valores de riqueza estimada entre las estaciones de muestreo, es necesario tener en cuenta que estos datos corresponden a taxones a nivel de familia, por lo tanto no es conveniente hacer comparaciones entre las estaciones, debido a que los valores de riqueza estimada podrían variar con la determinación a nivel de especie.

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Universidad del Tolima. Los autores agradecen al Comité Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima y al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt por el apoyo económico. Al Grupo de Investigación en Zoología y un agradecimiento especial a los biólogos Claudia Paola Beltrán Alfonso, Claudia Lorena Yara Ortiz, Jesús Manuel Vásquez Ramos, Laura Daniela Rojas Sandino, Karol Tatiana Fierro Gutiérrez, Jaime Leonardo Lozano Bravo, Carlos Alberto Guzmán Ruiz, por el trabajo de campo y laboratorio, y al Biólogo Miguel César Moreno por su valiosa colaboración en el desarrollo del proyecto.

Bibliografía

- Adis, J. 2002. Amazonian Arachnida and Myriapoda: Identification keys to all classes, orders, families, some genera and lists of known terrestrial species. *Penssoft Series Faunistica* 24: 457–458.
- Álvarez-Duarte, A. y J. I. Barrera-Cataño. 2007. Estudio comparativo del ensamblaje de coleópteros en diferentes áreas de la cantera Soratama, localidad de Usaquén, Bogotá. *Universitas Scientiarum* 12 (2): 47–56.
- Amat, G. y O. Vargas. 1991. Caracterización de micro-hábitats de la artropofauna en páramos del Parque Nacional Natural Chingaza Cundinamarca, Colombia. *Caldasia* 16 (79): 539–550.
- Andrés, M. C. y A. M. Pérez. 2004. Estudio de los ácaros edáficos de un agroecosistema (cafetal) en la estación biológica don Francisco Chaves en Santa Maura, Jinotega. *Gaia* 4 (1): 1–11.
- Ávila, D. y C. Jaramillo. 2011. Primer registro de Oncopoduridae (Collembola: Entomobryomorpha) para Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 37 (1): 157–158.
- Barrientos, J. A. 2004. *Curso práctico de Entomología: Asociación Española de Entomología*. Alicante. CIBIO. 947 pp.
- Bonilla, D. M. 2005. Estudio de las especies de la clase Liliopsida, subclases Liliidae, Commelinidae, Arecidae, Alismatidae y Aridae presentes en la cuenca del río Combeima. Trabajo de grado. Universidad

- del Tolima, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Ibagué (Tolima, Colombia). 125 pp.
- Cabrera, G. 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. *Pastos y Forrajes* 35 (4): 349-363.
- Castaño-Uribe, C. 2002. Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición *hotspot* y *global climatic tensor*. Ministerio del Medio Ambiente, Ideam. Bogotá, D. C., Colombia. 387 pp.
- Castaño-Uribe, C. y R. Hofstede. I Congreso Mundial de Páramos. Memorias Tomo II, mayo de 2002. 205 pp.
- Cerón, P., S. Montenegro y E. Noguera. 2008. Macrofauna en suelos de bosque y pajonal de la Reserva Natural Pueblo Viejo, Nariño (Colombia). *Revista Academia Colombiana de Ciencias* 32: 447-453.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica – Nataima). 2009. Informe final estudio de estado actual (EEA) y plan de manejo (PM) de los páramos del departamento del Tolima. Contrato de Cooperación 422 / 08 Cortolima –Corpoica. 273 pp.
- Coto-Alfaro, D. 1998. Estado inmaduros de insectos de los órdenes Coleoptera, Diptera, y Lepidoptera: manual de reconocimiento. Serie técnica. *Manual técnico CATIE* 27: 153.
- Cuesta, F., J. Sevink, L. Llambi y B. DeBievre (Eds.). 2014. Avances en la investigación para la conservación de los páramos andinos. Condesan. 601 pp.
- Currea, J. M. 2003. Expedición a la diversidad florística de la cuenca alta del río Combeima. Subclases: Magnoliidae, Nymphaeidae, Ranunculidae, Caryophyllidae, Hamamelididae, Dilleniidae, Rosidae y Cornidae. Trabajo de grado. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Ibagué (Tolima, Colombia). 89 pp.
- Galindo, D. y L. Pabón. 1985. Estudio morfo-sistemático de *Collembola* asociado a la materia orgánica de suelos MOR. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Básicas, SCIB, Bogotá, Colombia. 89 pp.
- Gómez, M. R. 2011. La importancia de los microorganismos y la edafofauna en los páramos. *Páramos* 92 (1): 42-57.
- Gómez-Anaya, J., J. Palacios-Vargas y G. Castaño-Meneses. 2010. Abundancia de Colémbolos (Hexapoda:Collembola) y parámetros edáficos de una selva baja Caducifolia. *Revista Colombiana de Entomología* 36 (1): 96-105.
- Guzmán, C. 2008. Biodiversidad de colémbolos en un sistema silvopastoril de tres edades de establecimiento multiestrato y un área arrocería del bosque seco tropical, en el municipio de Piedras (Tolima). Trabajo de grado, Maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima, Ibagué (Tolima, Colombia). 87 pp.
- Guillén, C., F. Soto-Adames y M. Springer. 2006. Diversidad y abundancia de colémbolos edáficos en un bosque primario, un bosque secundario y un cafetal en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 30 (2): 7-17.
- Hammer, O., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica* 4 (1): 1-9.
- Hofstede, R., R. Coppus, P. Mena-Vásquez, P. Segarra, J. Wolf y J. Sevink. 2002. El estado de conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador. *Ecotrópicos* 15 (1): 3-18.
- Jost, L. 2007. Concepts and synthesis emphasizing new ideas to stimulate research in ecology, by the Ecological Society of America. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88 (10): 2427-2439.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179 pp.
- Morales, J. y L. Sarmiento. 2002. Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el páramo venezolano. *Ecotrópicos* 15 (1): 99-110.
- Morales, M., J. Otero, T. van der Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza, N. Rodríguez, C. Franco, J. C. Betancourt, E. Olaya, E. Posada y L. Cárdenas. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 208 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T, Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.
- Moret, P. 2001. The ground beetles of the Chiles area (Coleoptera, Carabidae): a taxonomic and ecological overview. Pp: 125-135. En: The ecology of volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador-Colombia border. Plymouth: Pebble & Shell.
- OCW. 2009. Clave para la identificación de familias de crustáceos (Modificada de Bassedas, M. 1947). Clasificación de los Crustáceos. Serie Taxonómica III. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada. Barcelona. 51 pp.
- Ospina, C., F. Serna, M. Peñaranda y S. Serna. 2003. Colémbolos asociados con cultivos de pastos en tres zonas de vida de Holdridge en Antioquia (Colombia). *Agronomía Colombiana* 21 (3): 129-141.
- Ospina, M., J. Rodríguez y D. C. Peck. 2009. Clave para la identificación de géneros de collembola en agroecosistemas de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 35 (1): 57-61.

- Oxbrough, A y P. Ramsay. 2001. Páramo spiders of volcán Chiles, Ecuador. Pp: 158–168. En: The ecology of volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador–Colombia border. Plymouth: Pebble y Shell.
- Pava, D. 2005. Diversidad florística de las subclases Asteridae y Lamiidae de la cuenca alta y media del río Combeima. Trabajo de grado. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Ibagué (Tolima), Colombia. 95 pp.
- Pérez-Schultheiss, J. 2010. Familias de isópodos terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) de Chile: sinopsis y clave de identificación. *Boletín de Biodiversidad de Chile* 4: 63–82.
- Pickett, B. 2001. Comparison of terrestrial invertebrate communities in páramo areas with different recent fire histories. Pp: 153–158. En: The ecology of volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador–Colombia border. Plymouth: Pebble & Shell.
- Quintero, N. F. A. 2010. Insectos asociados a la necromasa de frailejón (*Espeletia Hartwegiana* Cuatrec) en un páramo de Villamaría (Caldas, Colombia). *Agronomía* 18 (1): 59–68.
- Rangel-Ch., O. y H. Sturm. 1994. Consideraciones sobre la vegetación, la productividad primaria neta y la arropofauna asociada en regiones paramunas de la cordillera Oriental. Pp. 47–70. En: Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino, cordillera Oriental de Colombia. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, D. C., Colombia.
- Rodríguez, J. P. y F. Rojas–Suarez. 1995. Libro Rojo de la fauna venezolana. Pro vita. Caracas, Venezuela. 444 pp.
- Rueda-Almonacid, J., J. Lynch y A. Amézquita. 2004. Libro Rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales–Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 236 pp.
- Smithers, P., P. M. Ramsay, A. N. Bond y M. Burne. 2001. Macro-arthropod communities of the giant rosette plant, *Espeletia pycnophylla* subsp. *Angelensis*. Pp: 169–175. En: The ecology of volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador–Colombia border. Plymouth: Pebble & Shell.
- Smithers, P. 2001. A draft key to the spider families of northern Ecuadorian páramos. Pp: 137–143. En: The ecology of volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador–Colombia border. Plymouth: Pebble & Shell.
- Smithers, P. y A. Atkins. 2001. Altitudinal variation in páramo invertebrate communities on volcán Chiles, with particular reference to Carabidae (Coleoptera). Pp: 145–151. En: The ecology of volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador–Colombia border. Plymouth: Pebble & Shell.
- Torres-Carvajal, O. 2007. Phylogeny and biogeography of a large radiation of Andean lizards (Squamata: *Stenocercus*). *Zoologica Scripta* 36: 311–326.
- Tirira, D. (Ed.). 2011. Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2^a edición. Fundación Mamíferos y Conservación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación especial 8. Quito, Ecuador. 400 pp.
- Vázquez, M. y V. Palacios. 2004. Catálogo de colémbolos (Hexápoda: *Collembola*) de Sian Ka'an. Quintana Roo, México. Universidad de Quintana Roo, Conabio. 123 pp.
- Villareal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pp.

Anexo 1. Índice de abundancia relativa a partir de la frecuencia de detección de cada familia y rangos de abundancia de la arropofauna epigea registrada en el páramo de Las Nieves–Estambul, Ibagué, Tolima.

Familia	E1	E2	E3	E4	E5	Frecuencia total	IAR
Agelenidae				1		1	3,33
Anisopodidae				1	3	4	13,33
Anyphaenidae				1	0	1	3,33
Aphelidesmidae			3	0	0	3	10
Ballophilidae		2	0	1	0	3	10
Bathytropidae		2	1	1	1	5	16,67
Brachystomellidae	2	0	0	0	0	2	6,67
Braconidae	0	1	1	1	0	3	10
Carabidae	2	3	2	2	3	12	40

Cont. Anexo 1. Índice de abundancia relativa a partir de la frecuencia de detección de cada familia y rangos de abundancia de la artropofauna epígea registrada en el páramo de Las Nieves-Estambul, Ibagué, Tolima.

Familia	E1	E2	E3	E4	E5	Frecuencia total	IAR
Cecidomyiidae	3	2	1	0	1	7	23,33
Chironomidae	0	0	0	2	1	3	10
Cryptodesmidae	0	0	1	2	0	3	10
Cryptopidae	0	0	1	1	0	2	6,67
Culicidae	0	1	0	0	0	1	3,33
Curculionidae	4	6	6	5	5	26	86,67
Cyrtodesmidae	0	2	1	1	5	9	30
Detonidae	0	0	1	1	2	4	13,33
Diapriidae	2	1	2	2	4	11	36,67
Dipluridae	1	0	1	3	0	5	16,67
Dolichopodidae	2	0	1	1	2	6	20
Drosophilidae	0	0	0	0	1	1	3,33
Dryopidae	0	0	1	1	0	2	6,67
Dycirtomidae	2	0	1	0	1	4	13,33
Dytiscidae	2	2	3	5	1	13	43,33
Elateridae	3	0	0	1	0	4	13,33
Empididae	1	1	0	0	0	2	6,67
Entomobryidae	6	6	5	4	6	27	90
Ephydriidae	2	2	2	3	1	10	33,33
Glomeridesmidae	0	3	1	3	1	8	26,67
Gyrinidae	0	1	0	0	0	1	3,33
Haplodesmidae	0	1	0	0	0	1	3,33
Hydrophiidae	2	3	3	4	1	13	43,33
Ichneumonidae	0	2	1	1	1	5	16,67
Isotomidae	1	0	2	1	0	4	13,33
Julidae	0	1	0	0	0	1	3,33
Lauxaniidae	6	3	1	1	0	11	36,67
Limnichidae	1	0	0	0	0	1	3,33
Limoniidae	0	0	0	0	1	1	3,33
Linyphiidae	3	1	2	1	2	9	30
Liocranidae	2	2	1	1	5	11	36,67
Lycosidae	0	0	0	0	3	3	10
Monotomidae	6	6	6	4	4	26	86,67
Muscidae	5	2	0	1	0	8	26,67
Mymaridae	1	0	0	0	0	1	3,33
Neanuridae	4	0	2	2	0	8	26,67
Nitidulidae	4	2	4	3	2	15	50
Odontellidae	1	0	0	1	0	2	6,67
Oniscidae	4	0	3	2	3	12	40
Oniscodesmidae	0	1	0	1	0	2	6,67

Cont. Anexo 1. Índice de abundancia relativa a partir de la frecuencia de detección de cada familia y rangos de abundancia de la artropofauna epigea registrada en el páramo de Las Nieves-Estambul, Ibagué, Tolima.

Familia	E1	E2	E3	E4	E5	Frecuencia total	IAR
Paronellidae	6	3	2	4	5	20	66,67
Philosciidae	3	4	5	4	5	21	70
Pholcidae	2	0	0	1	1	4	13,33
Phoridae	6	6	4	5	3	24	80
Platypodidae	2	4	3	4	0	13	43,33
Polydesmidae	1	5	5	6	4	21	70
Proctotrupidae	1	1	0	0	2	4	13,33
Psychodidae	3	4	3	0	2	12	40
Pyrgodesmidae	4	5	5	6	5	25	83,33
Rachodesmidae	1	0	0	0	0	1	3,33
Salticidae	0	0	0	4	2	6	20
Scarabaeidae	0	0	2	0	1	3	10
Scarabidae	2	2	1	4	0	9	30
Scelionidae	3	2	0	1	0	6	20
Sciaridae	3	6	2	3	1	15	50
Siphonotidae	2	0	0	0	0	2	6,67
Sminthurididae	0	0	0	3	1	4	13,33
Spirostreptidae	5	5	0	0	0	10	33,33
Staphylinidae	6	6	6	5	6	29	96,67
Tabanidae	0	0	0	2	0	2	6,67
Tachinidae	1	0	0	0	0	1	3,33
Tenebrionidae	1	2	1	1	1	6	20
Tetragnathidae	1	0	0	1	0	2	6,67
Theridiidae	4	1	1	0	0	6	20
Tipulidae	0	3	0	1	1	5	16,67
Trigoniulidae	0	1	0	0	0	1	3,33

Gladys Reinoso-Flórez

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ). Facultad de Ciencias, Altos de Santa Elena. Universidad del Tolima.

Ibagué (Tolima), Colombia.

greinoso@ut.edu.co

Francisco Antonio Villa-Navarro

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ). Facultad de Ciencias, Altos de Santa Elena. Universidad del Tolima.

Ibagué (Tolima), Colombia.

favilla@ut.edu.co

Sergio Losada-Prado

Grupo de Investigación en Zoología (GIZ). Facultad de Ciencias, Altos de Santa Elena. Universidad del Tolima.

Ibagué (Tolima), Colombia.

slosada@ut.edu.co

Artropofauna epigea del páramo Estambul (Tolima), Colombia

Cítense como: Reinoso-Flórez, G., F. A. Villa-Navarro y S. Losada-Prado. 2016. Artropofauna epigea del páramo Estambul (Tolima), Colombia. *Biota Colombiana* 17 (Suplemento 2 – Páramos): 39-51. DOI: 10.21068/C2016v17s02a03

Recibido: 14 de mayo de 2015

Aprobado: 20 de febrero de 2016