

## DIVERSIDAD DE LA ARTROPOFAUNA TERRESTRE DEL PÁRAMO LA PARADA DEL VIENTO, CORDILLERA ORIENTAL, CUNDINAMARCA – COLOMBIA

Irina T. Morales-Castaño<sup>1</sup> & Germán D. Amat-García<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Museu de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais-Brasil – irinamorales@gmail.com.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación Insectos de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Ciudad Universitaria, Bogotá-Colombia – gdamatg@unal.edu.co

**Resumen:** Se caracterizó la diversidad local y el recambio de taxones en la artropofauna epigea de cinco tipos de vegetación representativos de las zonas paramunas de la cordillera Oriental de Colombia, en el páramo La Parada del Viento, Cundinamarca (Andes colombianos). Se utilizó un diseño de dos conjuntos de 10 trampas de caída por cada tipo de hábitat separadas una de otra por 10 m. Se recolectaron 387 individuos, pertenecientes a 12 órdenes y 61 familias. La familia Carabidae (Hexapoda, Coleoptera) fue la más abundante. La mayor similitud (menor recambio) se presentó en los hábitats de Romeral y Frailejónal. El grado de riqueza de las especies artrópodos en el páramo de estudio está asociado a tres procesos fundamentales en su vegetación: la heterogeneidad florística, sus mecanismos de regeneración y sus fenofases; estos tres factores en conjunto son responsables de la riqueza y ensamblaje de sus comunidades de artrópodos. Los programas de Conservación que se implementen en el páramo La Parada del Viento deberán ocuparse del mantenimiento de estos tres procesos bajo un modelo de manejo ecosistémico.

**Palabras clave:** Arthropoda, entomofauna andina, páramos, conservación, Colombia.

### Diversity of High Andean terrestrial arthropods in the cordillera Oriental of Colombia (Páramo La Parada del Viento, Cundinamarca)

**Abstract:** The local diversity and the taxon turnover of the epigeous arthropod fauna of five representative types of high mountain vegetation were analyzed at the páramo La Parada del Viento, Cundinamarca, Eastern Cordillera (Colombian Andes). The experimental design used two sets of ten pitfall traps per habitat type separated from each other by 10 m. 387 individuals were collected, belonging to 12 orders and 61 families. Carabidae (Hexapoda, Coleoptera) was the most abundant family. The greatest similarity (smallest turnover) was evident at the Romeral and Frailejónal habitats. The degree of arthropod species richness in the wetlands studied is connected with three fundamental processes in the vegetation: floristic diversity, regeneration mechanisms and phenophases; these three factors together are responsible for the richness and assemblages of its arthropod communities. Any conservation programs implemented at the páramo La Parada del Viento should address the maintenance of these three processes in a model of ecosystem management.

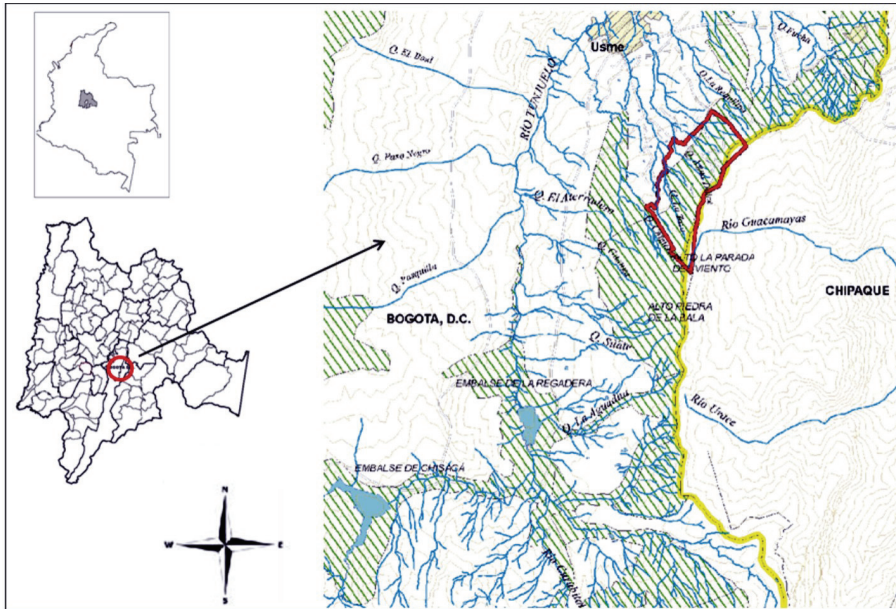
**Key words:** Arthropoda, Andean fauna, High Andean forest (paramo), conservation, Colombia.

### Introducción

Los ecosistemas de la alta montaña tropical se caracterizan por una alta diversidad de especies de artrópodos; esta condición se debe principalmente a la heterogeneidad macroespacial dada por la irregularidad en la topografía y por factores microespaciales definidos principalmente por la arquitectura de las plantas y los diferentes tipos de vegetación (Amat & Vargas, 1991). Sin embargo, la transformación de los bosques y los páramos, originales del paisaje altoandino, por el avance de la frontera agropecuaria, la explotación excesiva de los recursos hídricos y la deficiente planeación del uso de la tierra (Arellano-P & Rangel-Ch, 2008), puede modificar los microambientes que ofrecen los diferentes tipos de vegetación típicos de la alta montaña. Todos estos factores ocasionan la pérdida de especies residentes, colonización de otras y en general cambios en la composición, riqueza y diversidad local de las comunidades originales (Amat *et al.*, 1997).

Las comunidades de artrópodos son componentes estructurales importantes en los ecosistemas altoandinos, porque participan en el mantenimiento de la estructura del suelo, en la descomposición de la materia orgánica, en el ciclo de los nutrientes y en el mantenimiento de complejas redes tróficas, que se dan en los sistemas naturales. En este sentido, se han realizado contribuciones significativas al conocimiento de los

insectos en ambientes altoandinos de Colombia como los bosques y los páramos (Sturm, 1990; Amat, 1991; Amat & Vargas, 1991; Sturm & Rangel, 1995; Andrade & Amat, 1996; Amat & Andrade, 2000; Amat *et al.*, 1997; Gasca, 2004; Sendoya & Bonilla, 2005 y Fagua & Bonilla, 2005). Sin embargo, la artropofauna epigea no ha tenido contribuciones significativas que proporcionen un conocimiento adecuado para abordar estudios que contemplen aspectos funcionales y de conservación (Amat & Vargas, 1991; Salamanca & Chamorro, 1995; Díaz *et al.*, 2007a, b, c). El reconocimiento de las comunidades de artrópodos epigeos, facilita el seguimiento de procesos de regeneración natural en áreas sometidas a diferentes alteraciones antropogénicas y sus efectos (Díaz *et al.*, 2007a), ya que puede reflejar el estado de salud y recuperación de ecosistemas como los bosques y las áreas paramunas que son muy sensibles a los cambios. Con el fin de contribuir al conocimiento taxonómico y estructura de la comunidad de artrópodos epigeos en la alta montaña de Colombia se evaluó la diversidad local y el recambio de taxones de este grupo de invertebrados en cinco tipos de vegetación en el páramo La Parada del Viento, cordillera Oriental, Colombia.



**Fig. 1.** Área de estudio Páramo La Parada del Viento, Usme, Bogotá D.C., Cordillera Oriental de Colombia. Se resalta el área específica del estudio (en rojo). Fuente: *Secretaría Distrital de Ambiente – Fundación ALMA (2009).*

## Materiales y métodos

### Área de estudio

Los muestreos realizaron en el páramo La Parada del Viento, localizado en la cuenca media del río Tunjuelo, al suroriente del casco urbano de la localidad de Usme (3080-3315 m) en las veredas El Uval, Requilina y Chiguaza, Bogotá-Colombia (fig. 1). Entre los principales servicios ecosistémicos identificados en esta región figuran: la obtención de leña para su uso como combustible en el bosque altoandino, el manejo de turberas para su desecación, ampliando la cobertura de espacios para la práctica agrícola, principalmente cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) programas de reforestación inapropiados, urbanización acelerada; actividades que son comunes a todas las áreas paramunas de Colombia (Rangel-Ch., 2000). El pastoreo de ganado y el establecimiento de cultivos representan los principales factores tensionantes para las comunidades de artrópodos epigeos en este ecosistema.

El clima del área de estudio se caracteriza por presentar una temperatura media mensual es 10,2°C. La humedad relativa (%) promedio es del orden de 85% y la evaporación mensual es 81.8 mm. El régimen de precipitación es de tipo bimodal-tetraestacional. Los montos anuales de precipitación son de 1716,07 mm con un promedio mensual multianual 143,01 mm (Rangel-Ch., 2000).

### Selección de los hábitats

Se seleccionaron cinco tipos de vegetación representativos de las áreas paramunas del sector, por su extensión e importancia ecológica:

**1) Barbecho:** Tiene predominio del estrato herbáceo y sus principales especies son: *Rumex acetosella*, *Senecio formosoides* y *Carex bonplandii*.

**2) Turbera:** Vegetación de pajonal, con predominio de las siguientes especies: *Chusquea tessellata*, *Calamagrostis effusa*, *Puya trianae*, *Paepalanthus columbiensis*, *Gynoxys hirsuta* y *Pentacalia ledifolia*; se caracteriza por presentar terrenos mal drenados y constantemente húmedos.

**3) Frailejonal:** Vegetación con predominio de estrato arbustivo conformado por rosetas de *Espeletia* spp. Se les registra desde el páramo bajo hasta los límites entre el superpáramo y las nieves perpetuas. En el área de estudio dominan

las especies *Espeletia grandiflora*, *E. lopezzi* y *E. phaneractis* (Rangel-Ch. et al., 1997).

**4) Romeral:** Vegetación arbustiva con predominio de elementos leñosos. Dominan especies como *Hypericum laricifolium*, *Pentacalia vernicosa* y *Ageratina tinifolia* (Rangel-Ch. et al., 1997).

**5) Pajonal:** Vegetación herbácea dominada por gramíneas en macolla. La comunidad considerada en este estudio está representada, bajo criterios de cobertura, por *Calamagrostis effusa* y *Agrostis toluensis* (Rangel-Ch. et al., 1997).

### Muestreos y diseño de la investigación

Entre junio y julio de 2009, se realizaron dos salidas de campo en las cuales se seleccionaron, con ayuda de imágenes de satélite y verificación directa en campo, los cinco hábitats donde posteriormente se ubicaron las unidades de muestreo (trampas).

En cada uno de los cinco hábitats seleccionados, se instalaron trampas de caída construidas con vasos plásticos de ocho cm de diámetro y de 0,3 lt., cubiertas con platos plásticos para evitar que se colmataran de agua por la precipitación (Díaz et al., 2007a; New, 1998). A cada trampa se le agregó una mezcla de agua, jabón y alcohol al 70%, para preservar temporalmente los ejemplares. Se dispusieron dos conjuntos de 10 trampas en cada tipo de hábitat, separadas una de otra por 10 m. Las 20 trampas por hábitat (100 en total) formaron la muestra para aquellas hipótesis que buscaron evaluar cambios entre los hábitats y fueron el punto de partida de las comparaciones. Cada sistema de trampa fue revisado en un periodo de 48 horas, tiempo en el cual se estima una alta representatividad de la fauna de artrópodos epigeos de cada sector. El muestreo por trampa fue de 48 horas, para una total de 4800 horas/trampa.

Adicionalmente, se realizó búsqueda manual; que consistió de una inspección cuidadosa de troncos caídos, hojarasca, cortezas de árboles y arbustos, ramas y flores. Los especímenes capturados por ambas técnicas, se preservaron en viales de vidrio con alcohol al 70%.

## Determinación taxonómica

Los ejemplares capturados fueron determinados hasta el nivel taxonómico más bajo posible (familia, género y en algunos casos hasta especie) mediante las claves taxonómicas de Borror & White (1970), White (1983), González & Carrejo (1992), Martínez (2005), Triplehorn & Johnson (2005), Fernández & Sharkey (2006), Wolff (2006) y Pérez-Schultheiss (2010). La colección de referencia fue catalogada y depositada en la colección entomológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-MHN).

## Análisis de los datos

La diversidad alfa se consideró como el número taxones (al nivel de familia generalmente) de cada hábitat, barbecho, turbera, frailejónal, romeral y pajónal. Se realizó una predicción de la riqueza de familias, para cada hábitat por medio del cuantificador de riqueza no paramétrico Bootstrap, ya que arroja resultados más precisos al estimar la riqueza de comunidades con gran cantidad de taxones raros (Magurran, 2004).

Para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de riqueza de familias entre los hábitats se utilizó la prueba de Kruskal Wallis.

El cálculo de la representatividad de las familias de acuerdo a su valor de importancia se realizó mediante el índice de dominancia de Berger-Parker, el cual establece una relación entre el número de individuos en la familia más abundante y el número total para la unidad de muestreo ( $d = N_{\max}/N$ ; Moreno, 2001). Para estos análisis se utilizaron los paquetes estadísticos EstimateS v 8.0 (Colwell, 2011) y Past Program v. 2.16 (Hammer *et al.*, 2001). Para estimar el recambio de taxones entre pares de hábitats se generó un cluster de similitud a partir de la matriz de distancias de Bray-Curtis, utilizando el software PRIMER v6.1.14 (Clarke & Gorley, 2006).

## Resultados y discusión

Se recolectaron 387 individuos, pertenecientes a 12 órdenes y 61 familias, de las clases Hexapoda, Crustacea y Arachnida (Tabla I). El Romeral presentó la mayor abundancia y riqueza de familias (160/39, respectivamente), seguida de Barbecho (91/21), Frailejónal (53/23) y por último de Turbera (43/18) y Pajónal (35/16), sin embargo no se presentaron diferencias significativas entre la riqueza de familias de artrópodos de cada uno de los hábitats analizados (Kruskal-Wallis  $H = 1,393$ ;  $P = 0,92$ ). En hábitats de la alta montaña tropical se ha observado que a una mayor heterogeneidad de la vegetación aumenta la probabilidad tanto de recursos como de microhábitats disponibles (sustratos), lo que conlleva a una diversificación de la artrópoda; asimismo, durante la regeneración de los bosques o páramos ocurren también cambios físicos en la vegetación, tales como el incremento en la densidad y cobertura vegetal en todos los estratos o únicamente el aumento en la altura de las plantas (Amat & Vargas, 1991; Gasca, 2004; Díaz *et al.*, 2007a, b). La aparición de estados fenológicos también contribuye a la formación de nuevos microhábitats temporales y microclimas favorables para la colonización y establecimiento de nuevas especies (Bonilla & Zuloaga, 1994). Todas estas consideraciones explican el orden decreciente de la diversidad desde los hábitats de romeral hasta los pajonales.

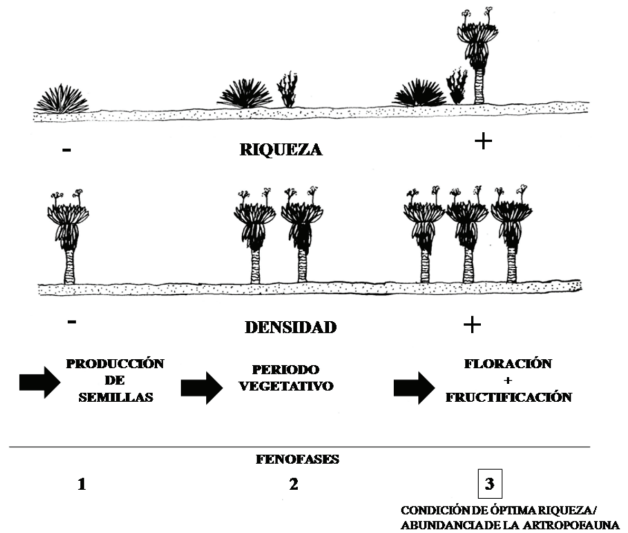


Fig. 2. Modelo interpretativo sobre los principales factores responsables de la riqueza/abundancia de la artrópoda en páramos de la Cordillera Oriental-Colombia.

El romeral y el frailejónal, poseen elementos importantes en su vegetación como las plantas compuestas (*Diplostegium* spp.) y las orquídeas de los géneros *Stellis* spp., *Pleurotallis* spp. y *Fernandecia* spp., que ofrecen recursos alimenticios para los visitantes florales como los himenópteros y dípteros. La composición de la vegetación, y por consiguiente su oferta de sustratos y recursos disponibles, además de la regeneración y las fenofases determinan, en consecuencia, el grado de complejidad de la artrópoda en términos de riqueza y abundancia (fig. 2). Una modificación total de los hábitats originales podría afectar también la composición, riqueza y abundancia de las comunidades de artrópodos originales; este patrón de variación se cumple en la transición frailejónal a pajónal, todo ello bajo los efectos del disturbio.

Los órdenes con mayor número de individuos fueron Diptera (31% de la abundancia global), Coleoptera (26 %) y Aranae (20%); los taxones restantes constituyen el 5% de la abundancia total. Las familias más abundantes fueron Carabidae (36 individuos), Curtonotidae (34) y Staphylinidae (32); las familias restantes presentaron abundancias menores de 25 individuos. El orden Diptera fue el más abundante de todo el grupo, lo cual concuerda con los resultados de otros estudios en áreas similares; esta alta abundancia está relacionada con la alta diversidad taxonómica y trófica del grupo (Amat & Quitiaquez, 1998; Amat & Blanco, 2003; Sanchez & Amat, 2005). Por otro lado el alto número de fuentes de agua en las áreas estudiadas favorecen a las larvas de estos insectos, aspecto que promueve su crecimiento y densidad poblacional (Amat & Quitiaquez, 1998).

La familia Carabidae (Coleoptera) es un grupo abundante entre los artrópodos; según Wolff (2006), los individuos de este taxón son frecuentes en áreas húmedas, bajo troncos, rocas y hojas, microhábitats con alta frecuencia en el área de estudio; los individuos que pertenecen a este grupo de insectos puede tener tanto actividad diurna como nocturna (Martínez, 2005), aspecto que puede contribuir a sus altos valores de abundancia. Los carábidos también tienen adaptaciones especiales para vivir en los ecosistemas de páramo, por ejemplo la reducción de alas, tendencia al melanismo y baja tasa de pérdida del agua corporal (Moret, 2005); todos estos factores

Tabla I. Diversidad de familias de artrópodos epigeos en cinco tipos de vegetación de la alta montaña páramo La Parada del Viento, Cordillera Oriental-Colombia. Abreviaturas: Bar: Barbecho; Fra: Frailejonal; Paj: Pajonal; Rom: Romeral; Tur: Turbera.

Orden: Familia/Género	Rom	Bar	Fra	Tur	Paj
<b>Coleoptera:</b>					
Anobiidae			1		
Anthicidae	1				
Carabidae					
Bembidiini sp.1	4	2		1	
Bembidiini sp.2	1	4		1	
Bembidiini sp.3	1				
<i>Bembidion</i> sp.		5			1
<i>Bradycellus</i> sp.		1			
<i>Dyscolus</i> sp.1	1			1	1
<i>Dyscolus</i> sp.2		1			
<i>Dyscolus</i> sp.3	2				
<i>Dyscolus</i> sp.4	1				
<i>Dyscolus</i> sp.5	1			1	
<i>Dyscolus</i> sp.6		2			
<i>Dyscolus</i> sp.7		2	1		
<i>Pelmatellus</i> sp.		1			5
Curculionidae					
Erirhinae sp 1	4	3		1	
Dytiscidae				5	
Elateridae					1
Elmidae				1	
Endomychidae	3	2		3	
Melyridae					
<i>Astylus</i> sp.			5		
Staphylinidae	11	2	12	4	3
<b>Diptera:</b>					
Anthomyiidae				1	
Anisopodidae	1		1		
Cecidomyiidae	2		1		
Chironomidae				1	
Chloropidae	3				
Curtonotidae	32				2
Heleomyzidae		4	1	1	1
Muscidae	1	1			
Mycetophilidae	1				
Mycropezidae	17				
Phoridae	7	1	1	2	2
Proctotrupidae					
<i>Exallonia</i> sp.		1			
Sarcophagidae			1		4
Scatopsidae		2			
Sciaridae		1			
Sphaoceridae		1	3	4	2
Tachinidae	1				
Tipulidae	1	10		3	1
<b>Hymenoptera:</b>					
Apidae					
<i>Bombus rubicundus</i>	1				
Bethylidae	1				
Braconidae		2		1	3
<i>Aspilota</i> sp.					2
<i>Dinatrema</i> sp.				1	
Mycrogasthrinae sp 1.		1			
<i>Pholetesor</i> sp.		1			
Scelionidae	1			1	
Diapriidae	1	2		1	
Figitidae					
Eucolinae sp 1					2
Ichnemuniidae					
<b>Dyctioptera:</b>					
Blattidae			1		
Blattellidae	1				
<b>Hemiptera:</b>					
Cicadellidae	9	3	2		
Fulgoridae			1		
Lygaeidae			1		4
Miridae	1				
Psyllidae	1				3

Orden: Familia/Género	Rom	Bar	Fra	Tur	Paj
<b>Arachnida:</b>					
Clubionidae	2	17	1		2
Cosmetidae	12		5		4
Ctenidae	2		1		
Lycosidae	4	1	1		
Opilacaridae	3		4		
Pisauridae	1				
Samoidae	1				
Sclerosomatidae	5				
Theraphosidae	2		2		
Trombidiidae	1				
<b>Collembola:</b>					
Dicyrtomidae	1	11		2	
Onychiuridae		1			
Sminthuridae		2			
<b>Dermaptera:</b>					
Forficulidae		6	1		
<b>Orthoptera:</b>					
Gryllidae	2		3	2	
Tetrigidae	2		1		
<b>Trichoptera:</b>					
Hydropsichidae	1				
<b>Isopoda:</b>					
Oniscidae	8		2		
<b>Thysanoptera:</b>					
Phlaenothripidae	1				

considerados pueden contribuir al éxito de este grupo en los ambientes altoandinos.

La familia Curtonotidae (Diptera) llama la atención en este estudio por su presencia en el pajonal y en el romeral; sus especies son atraídas por las heces humanas y materia orgánica de origen vegetal en descomposición (Triplehorn & Johnson, 2005), lo que explica sus altos valores de abundancia donde predomina la hojarasca. La abundancia de este grupo de dípteros en el área de estudio parece tener una relación directa con la cercanía de rellenos sanitarios, establecidos en la zona hace más de 20 años. Estudios que cuantifiquen la influencia de este tipo de obras civiles sobre la arthropofauna, su estructura, composición y dinámica, así como grupos sensibles a cambios en la estructura de la vegetación, son urgentes en los páramos colombianos, para proporcionar más elementos que ayuden al planteamiento de estrategias de conservación eficientes y eficaces en cada una de las formaciones vegetales más sensibles del país.

La familia Staphylinidae es uno de los grupos de Coleoptera con el mayor número de especies, (Navarrete-Heredia *et al.*, 2002); por su condición cursorial, asociados a material vegetal en descomposición como hojarasca y troncos caídos son muy factibles de encontrar en el estrato rasante de una variedad de tipos de vegetación andina (García & Chacón, 2005). Los estafilínidos poseen modificaciones estructurales como los élitros cortos que ayudan al incremento de la movilidad del abdomen, lo cual favorece la búsqueda de alimento en las capas del suelo (Eisenbeis & Wichard, 1987). Muchas especies de esta familia cumplen un importante papel en las cadenas tróficas de las comunidades de artrópodos; algunas especies del grupo son saprófagas en un sentido amplio y utilizan como alimento la materia orgánica en descomposición de diferente origen ya sea animal, vegetal u hongos (Marinoni *et al.*, 2003).

Se presentaron valores altos de dominancia, según el índice de Berger-Parker en los hábitat de romeral y el frailejonal (Tabla II). Estos valores están dados por la abundancia

**Tabla II. Índices de diversidad para las familias de artrópodos epigeos registrados en cinco tipos de vegetación (Romeral, Barbecho, Frailejónal, Turbera, Pajonal), en el páramo La Parada del Viento, Localidad de Usme, Bogotá D.C., Cordillera Oriental-Colombia.** Abreviaturas: **Bar**: Barbecho; **Fra**: Frailejónal; **Paj**: Pajonal; **Rom**: Romeral; **Tur**: Turbera.

Índices	Hábitats				
	Rom	Fra	Bar	Tur	Paj
No. de familias	39	24	21	19	16
No. de individuos	160	53	91	43	35
Berger-Parker	0,2	0,22	0,19	0,11	0,11

de taxones de las familias Curtonotidae y Staphylinidae (Tabla I). Al contrastar el número de familias observadas con las estimadas por medio del índice de Bootstrap (67) se tiene una alta representatividad de muestreo (94%). Esta alta representatividad; denota un punto de comparaciones válidas de los inventarios (Soberon & Llorente, 1993) de artrópodos epigeos en el sector estudiado de la alta montaña colombiana. Aunque se haya obtenido una alta representatividad del muestreo a nivel de familia, a niveles taxonómicos más bajos (géneros y especies) por ejemplo de las familias Carabidae (cuatro géneros y 13 morfotipos) y Braconidae (tres géneros y cuatro morfotipos), se podrían abarcar preguntas de investigación dirigidas a la evaluación de servicios y funcionalidad ecosistémica.

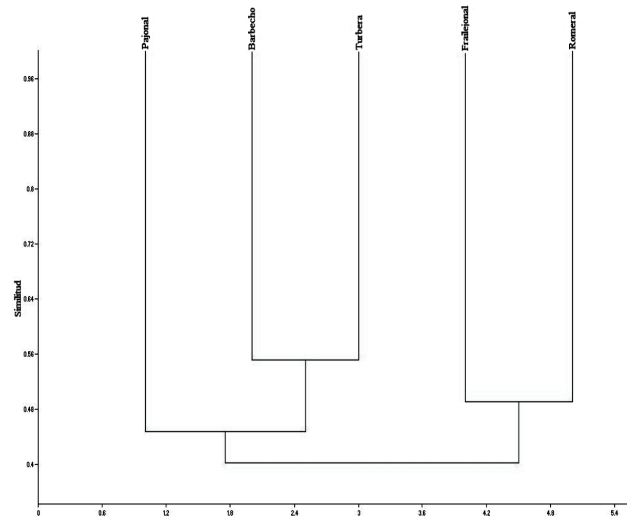
El cluster de similitud entre los hábitats o tipos de vegetación (fig. 3) muestra dos grupos bien delimitados, uno conformado por romeral y el frailejónal y otro por el pajonal y barbecho más turbera.

Entre los grandes problemas que enfrentan los páramos colombianos se encuentran el avance de la frontera agropecuaria, la explotación excesiva de los recursos hídricos, la deficiente planeación del uso de la tierra y los cambios importantes en los ensamblajes bióticos que origina la pérdida de distintividad biológica en varias localidades paramunas (Arellano-P & Rangel-Ch., 2008). Todos estos factores deben estar actuando como tensionantes en la estructuración ecológica de la artropofauna local, hipótesis que reviste gran interés para su comprobación y justifica un urgente plan de investigación de carácter funcional.

Dado que los resultados expuestos muestran que hábitats como los romerales y los frailejónales en la cordillera Oriental juegan un papel fundamental en la conservación de la diversidad de artrópodos, se sugiere implementar programas encaminados hacia una zonificación ambiental adecuada, que delimite de una manera apropiada cada uno de estos hábitats. Una meta prioritaria para la conservación de los artrópodos es, por consiguiente, determinar la influencia que los disturbios, por ganadería excesiva, tienen sobre la dinámica espacio-temporal de estas comunidades de estudio.

### Agradecimientos

A la Fundación ALMA (L.Vargas y M. Mora) y a la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, instituciones que aportaron los fondos necesarios para la financiación del presente trabajo. Fernando Fernández, Claudia Martínez y Eduardo Flórez, colaboraron en las tareas de determinación taxonómica. Juan E. Carvajal-Cogollo asesoró esta investigación en el tema estadístico y Catalina Romero apoyó en la elaboración de figuras. Finalmente los autores agradecen al Instituto de Ciencias Naturales por facilitar la logística durante la fase de laboratorio de la investigación.



**Fig. 3.** Análisis de similitud entre cinco tipos de vegetación (Romeral, Barbecho, Frailejónal, Turbera, Pajonal) del Páramo de La Parada del Viento, cordillera Oriental-Colombia.

### Bibliografía

- AMAT, G. 1991. *Artropofauna del Parque Nacional Natural Chingaza*. Universidad Javeriana *Cuadernos Divulgativos* No14: 1-12.
- AMAT, G. & O. VARGAS 1991. Caracterización de microhábitats de la artropofauna en páramos del Parque Nacional Natural Chingaza, Cundinamarca, Colombia. *Caldasia*, **16**(79): 539-550.
- AMAT, G., LOPERA A. & S. J. AMEZQUITA 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto de bosque altoandino, Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia*, **19**(1-2): 191-204.
- AMAT, G. & G. QUITIAQUEZ 1998. Un estudio de la entomofauna de humedales: El humedal Juan Amarillo en Bogotá. Pp: 107-123. En: E. Guerrero (ed.). *Una aproximación a los humedales en Colombia*- Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Bogotá 163 pp.
- AMAT, G. & E. BLANCO 2003. Artropofauna de los humedales de la Sabana de Bogotá. Pp.: 90-106. En: *Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y Conservación Internacional - Colombia* (eds.) Los humedales de Bogotá y la Sabana, Tomo I, Bogotá. 262 pp.
- ANDRADE, M. G. & G. AMAT 1996. Un estudio regional de las mariposas altoandinas de la Cordillera Oriental de Colombia. Pp: 149 - 180. En: Andrade, M. G., G. Amat & F. Fernández (eds). *Insectos de Colombia. Estudios escogidos*. Vol I. Academia Colombiana de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales. Centro Editorial Javeriano (CEJA). 541 pp.
- ANDRADE, M. G. & G. AMAT 2000. *Guía preliminar de insectos de Santa Fe de Bogotá y sus alrededores*. Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente. Alcaldía Mayor de Santa fe de Bogotá. 95 pp.
- ARELLANO-P, H. & O. RANGEL-CH. 2008. Patrones en la distribución de la vegetación en áreas de páramo de Colombia: Heterogeneidad y dependencia espacial. *Caldasia*, **30**(2): 355-411.
- BONILLA, A. & G. ZULOAGA 1994. Fenología de algunas especies de plantas del páramo "El Granizo, Monserrate (Cundinamarca-Colombia). Pp. 485-501. En: Mora-Osejo, L.E.; H. Sturm (eds.). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino, cordillera Oriental de Colombia*. Tomo II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No 6. Bogotá. 715 pp.
- BORROR, D. & R. WHITE 1970. *A field guide to Insects America north of Mexico*. The Peterson Field Guide Series. New York. 494 pp.

- CLARKE, K. R. & R. N. GORLEY 2006. *Primer v6: user manual/tutorial*. Primer-E Ltd. Plymouth.
- COLWELL, R.K. 2011. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 8.0 User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- DÍAZ, J., G. AMAT & O. VARGAS 2007a. Caracterización de la artropofauna epigea de zonas intervenidas en los predios del embalse de Chisacá. Pp: 199-214. En: Vargas O. (Ed). *Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.)* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 516 pp.
- DÍAZ, J., G. AMAT & O. VARGAS 2007b. Variación estacional de la artropofauna epigea y su implicación para el monitoreo en proyectos de restauración ecológica del bosque altoandino. Pp: 215-227. En: Vargas O. (Ed). *Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.)* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 516 pp.
- DÍAZ, J., G. AMAT & O. VARGAS 2007c. Los artrópodos del suelo y la hojarasca como indicadores de la restauración ecológica del bosque altoandino. Pp: 228-239. En: Vargas O. (Ed). *Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C.)* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 516 pp.
- EISENBEIS, G. & W. WICHARD 1987. *Atlas on the Biology of soil Arthropods*. Springer-Verlag, Germany 437 pp.
- FAGUA, J. C. & M. A. BONILLA 2005. Ecología de la polinización de *Espeletia grandiflora* en el Parque Chingaza. Pp. 247-271. En: Bonilla M. A. (ed.). *Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera Oriental de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Colección textos. UNIBIBLOS.
- FERNÁNDEZ F. & M. J. SHARKEY (Eds). 2006. *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., 894 pp.
- GASCA, H. 2004. Entomofauna. Pp: 398-427. En: *Inventario preliminar asociado al Parque Entrenubes: Una aproximación a su diagnóstico ambiental*. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente y Corporación Suna Hisca. Santa Fé de Bogotá. Tomo I. Informe Técnico disponible en: [www.secretaambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/ecosistemas/areasprotegidas/en\\_a16.pdf](http://www.secretaambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/ecosistemas/areasprotegidas/en_a16.pdf).
- GARCÍA, R. & P. CHACÓN DE ULLOA 2005. Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) en fragmentos de bosque seco del valle geográfico del río Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, **31**(1): 43-50.
- GONZÁLEZ, R & N. S. CARREJO 1992. *Introducción al estudio de los Díptera*. Centro Editorial Universidad del Valle, Cali. 197 pp.
- HAMMER, Ø., D.A.T. HARPER & P.D. RYAN 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**(1): 9 pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing. 257 pp.
- MARINONI, R., N. GANHO, M. MONNÉ & J.R. M. MERMUDEZ 2003. *Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta)*. Holos Editora. Riberão Preto, Brasil 63 pp.
- MARTÍNEZ, C. 2005. *Introducción a los Carabidae, Coleoptera, de Colombia*. Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá 546 pp.
- MORENO, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol I. Zaragoza 84 pp.
- MORET, P. 2005. *Los coleópteros Carabidae del páramo en los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía*. Museo de Zoología Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Monografía 2. Quito. 307 pp.
- NAVARRETE-HEREDIA J.L., A.F. NEWTON, M.K. THAYER., J. S. ASHE & D.S. CHANDLER 2002. *Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Claves, datos biológicos y distribución para las subfamilias y géneros, con una lista de las especies descritas y bibliografía*. Universidad de Guadalajara. México. 401 pp.
- PÉREZ-SCHULTHEISS, J. 2010. Familias de Isopodos terrestres (Crustácea: Isopoda: Oniscidae) de Chile: Sinopsis y Clave de identificación. *Boletín de Biodiversidad de Chile*, **4**: 63-82.
- NEW, T.R. 1998. *Invertebrate Surveys for conservation*. Oxford University Press. New York and Tokio.
- RANGEL-CH, J. O., P. LOWY-C. & M. AGUILAR-P. 1997. Distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia: Una aproximación inicial. Pp: 383-436. En: Rangel-Ch, J. O., P.D. Lowy-C & M. Aguilar-P. (Eds.). *Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, IDEAM, Ministerio de Medio Ambiente Bogotá, D.C. 436 pp.
- RANGEL-CH, J. O. 2000. Clima de la región paramuna en Colombia. Pp. 85-125. En Rangel, J. O. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 835 pp.
- SALAMANCA, N. & C. CHAMORRO 1995. La edafofauna del páramo de Monserrate – Sector Hacienda “Santa Barbara” – (Cundinamarca, Colombia). En: Mora Osejo. L. E. & H. Sturm (eds). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino. Cordillera Oriental de Colombia*. Tomo I. Academia Colombiana de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. No. 6. 715 pp.
- SÁNCHEZ, D. & G. AMAT GARCÍA 2005. Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal Jaboque, Bogotá-Colombia. *Caldasia*, **27**(2): 311-329.
- SENDOYA, S. & M. A. BONILLA 2005. La necromasa de *Espeletia grandiflora* como hábitat para la artropofauna del páramo. Pp.197-224. En: Bonilla M. A. (ed.). *Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera Oriental de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Colección textos. UNIBIBLOS.
- SOBERON, J. & J. LLORENTE 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, **7**: 480-488.
- STURM, H. 1990. Contribución al conocimiento de las relaciones entre los frailejones (Espeletiinae, Asteraceae) y los animales en la región del páramo Andino. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales*, **XVII** (67): 668-683.
- STURM, H. & O. RANGEL 1995. Consideraciones sobre la vegetación, la productividad primaria neta y la artropofauna asociada en regiones paramunas de la Cordillera Oriental. En: Mora Osejo. L. E. & H. Sturm (eds). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino. Cordillera Oriental de Colombia*. Tomo I. Academia Colombiana de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. No. 6. 715 pp.
- TRIPLEHORN, C. & N. JOHNSON 2005. *Borror and Delong's Introduction to the study of insects*. Seventh Edition. Thomson. United States of America. 864 pp.
- WHITE, R. 1983. *A field guide to the Beetles*. The Peterson Field Guide Series. New York. 368 pp.
- WOLFF, M. 2006. *Insectos de Colombia Guía Básica de Familias*. Laboratorio de colecciones entomológicas GIEM Universidad de Antioquia. 460 pp.